Г. Бунге,
Профессоръ физіологической химіи въ Базелѣ.

УЧЕБНИКЪ
ФИЗІОЛОГИЧЕСКОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ
ХИМІИ

ВЪ ДВАДЦАТИ ЛЕКЦІЯХЪ

для врачей и студентовъ.

Перевелъ съ разрѣшенія автора

А. М. Лесманъ

подъ редакціею Д-ра С. Залѣскаго,
Доцента физіологической химіи при Дерптскомъ Ветеринарномъ Институтѣ.

Дерптъ.
Складъ изданія у Г. Лакмана.
1888.

УЧЕБНИКЪ
ФИЗІОЛОГИЧЕСКОЙ И ПАТОЛОГИЧЕСКОЙ
ХИМІИ

ВЪ ДВАДЦАТИ ЛЕКЦІЯХЪ

для врачей и студентовъ

Густава Бунге,
Профессора физіологической химіи въ Базелѣ.

Bibliotheca universitatis Dorpatensis

Перевелъ съ разрѣшенія автора

А. М. Лесманъ

подъ редакціею Д^ра^ С. Залѣскаго,
Доцента физіологической химіи при Дерптскомъ Ветеринарномъ Институтѣ.

Tartu Riikliku Ülikooli Raamatukogu
2455

Дерптъ.
Складъ изданія у Г. Лакмана.
1888.

Печатано съ разрѣшенія Совѣта Дерптскаго Ветеринарнаго Института

Г. Дерптъ, 4. января 1888 года. Директоръ К. Раупахъ.

Nr. 3.

EstA
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
18 800

Печатано въ типографіи Г. Лакмана въ Дерптѣ.

Содержаніе.

стр.

Предисловіе автора V
Предисловіе редактора VII

Первая лекція.

Витализмъ и механизмъ 1

Вторая лекція.

Круговращеніе элементовъ 15

Третья лекція.

Сохраненіе силы 30

Четвертая лекція.

Питательныя вещества человѣка. Понятіе о нихъ и подраздѣленіе. Органическія питательныя вещества: бѣлокъ и клей 47

Пятая лекція.

Органическія питательныя вещества. Продолженіе: углеводы и жиры. Различное значеніе трехъ главныхъ группъ органическихъ пищевыхъ веществъ 67

Шестая лекція.

Органическія питательныя вещества. Окончаніе: соединенія фосфора и желѣза 85

Седьмая лекція.

Неорганическія питательныя вещества 104

Восьмая лекція.

Приправы 131

Девятая лекція.

Слюна и желудочный сокъ 150

Десятая лекція.

Кишечное пищевареніе. Поджелудочный сокъ и его ферментативное дѣйствіе. Ферменты вообще. Дѣйствіе поджелудочнаго сока на углеводы, жиры и бѣлковыя тѣла. Сущность и значеніе пептоновъ 173

Одинадцатая лекція. Стр.

Кишечный сокъ и желчь 196

Двѣнадцатая лекція.

Пути всасыванія и ближайшая судьба всосанныхъ пищевыхъ веществъ 211

Тринадцатая лекція.

Кровь и лимфа 225

Четырнадцатая лекція.

Газы крови и дыханіе. Роль кислорода при явленіяхъ внѣшняго и внутренняго дыханія 245

Пятнадцатая лекція.

Газы крови и дыханіе. Продолженіе: роль углекислоты при явленіяхъ внутренняго и наружнаго дыханія. Кожное дыханіе. Кишечные газы 274

Шестнадцатая лекція.

Азотъ содержащіе конечные продукты обмѣна веществъ . 298

Семнадцатая лекція.

Отправленія почекъ и составъ мочи 337

Восемнадцатая лекція.

Обмѣнъ веществъ въ печени. Образованіе гликогена . . 357

Девятнадцатая лекція.

Источникъ мышечной силы 372

Двадцатая лекція.

Образованіе жира въ животномъ тѣлѣ 384

Предисловіе автора.

Предлагаемый учебникъ не имѣетъ цѣлью исчерпанія предмета. Въ немъ пропущены всѣ отрывочные факты, весь чисто описательный матеріалъ. Для спеціалиста и плодовитаго изслѣдователя каждый фактъ, даже не имѣющій пока никакой связи съ другими, можетъ быть весьма важенъ, какъ исходная точка для новыхъ комбинацій, для новой постановки вопросовъ. Поэтому слѣдуетъ признать неоцѣнимымъ, заслуженнымъ трудомъ — подробное сопоставленіе всѣхъ фактовъ въ руководствѣ. Задача-же учебника состоитъ въ томъ, чтобы возбудить въ начинающемъ интересъ къ изучаемому предмету, познакомить его съ главными результатами изслѣдованія относительно взаимной связи явленій. Обиліе отрывочныхъ фактовъ и однихъ только сухихъ описаній утомитъ начинающаго, устрашитъ его; онъ слишкомъ часто будетъ оставлять учебникъ и не доведетъ изученія до конца. Но если возбудить, хотя и содержащимъ пробѣлы, но привлекательнымъ учебникомъ интересъ къ предмету и удовольствіе при познаніи взаимной связи, то впослѣдствіи пробѣлы эти легко могутъ быть пополнены частыми справками въ руководствахъ, и лучше всего — прилежнымъ изученіемъ оригинальныхъ работъ.

Я отказался также отъ описанія аналитическихъ методовъ, которое могло-бы также нарушить связность изложенія. Я считалъ себя тѣмъ болѣе въ правѣ такъ поступить, что мы имѣемъ общепризнанныя руководства физіолого- и патологохимическихъ анализовъ, а именно руководства Hoppe-Seyler'a, Leube и Salkowsk'аго, Neubauer'a и Vogel'я. Пусть начинающій, пользуясь этими руководствами, изучаетъ въ лабораторіи практически аналитическіе методы и упражняется въ нихъ.

За то я добросовѣстно старался помѣстить въ моемъ учебникѣ все то, что созрѣло въ настоящее время для связнаго изложенія.

Особенное вниманіе обращено мною на цитаты. Цитированныя оригинальныя работы такъ подобраны, чтобы читатель, желающій проникнуть далѣе въ физіологическую химію, исходя изъ нихъ, легко могъ найти путь къ остальной литературѣ и обратить вниманіе и на тѣ работы, относительно которыхъ я не могъ дать указаній въ предлагаемой книгѣ.

Если бы мнѣ удалось возбудить моими лекціями охоту къ изученію литературныхъ источниковъ, то это было-бы для меня величайшимъ удовлетвореніемъ, и я считалъ бы цѣль свою вполнѣ достигнутою. Какую пользу принесло бы студенту-медику заучиваніе обширнаго, подробнаго учебника физіологіи! По прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ онъ былъ бы также безпомощенъ, какъ и до этого. При академическомъ преподаваніи мы должны прежде всего стремиться къ тому, чтобы сдѣлать учениковъ способными идти впередъ вмѣстѣ съ наукою. Они желаютъ вѣдь слѣдовать еще полвѣка за успѣхами ихъ науки! Поэтому нужно прежде всего заботиться объ основательныхъ подготовительныхъ познаніяхъ въ области обширной естественной науки — физики и химіи — и пріучать ихъ къ критическому осмысленному чтенію физіологическихъ работъ. Они никогда не будутъ жалѣть о потерянномъ на это времени. Въ дальнѣйшей жизни они всегда будутъ въ состояніи сами себѣ помочь, и всякое медицинское изученіе дастся имъ легко. Болѣе подробное изученіе обширной естественной науки не продлитъ и не отяготитъ изученія медицины, а сократитъ, упроститъ и облегчитъ его.

Дать начинающему возможность, какъ только въ немъ возбудится интересъ къ какому нибудь физіологохимическому вопросу, находить тотчасъ самое важное въ оригиналѣ — вотъ задача, которую я прежде всего поставилъ себѣ при составленіи этихъ лекцій.

Базель, іюль 1887.

Г. Бунге.

Предисловіе къ русскому изданію.

Предлагаемся читателю книга выполнила пробѣлъ, рѣзко ощущаемый не только въ русской, но и въ иностранной физіолого-химической литературѣ. Капитальныя сочиненія Lehmann'a и Kühne принадлежатъ уже исторіи нашей науки; руководство Gorup-Besanez'a отчасти также уже устарѣло, отчасти же мало пригодно для учащейся молодежи. Оно впрочемъ того-же компилятивнаго характера, какъ и руководство Шеффера. Оставалось пользоваться классическимъ и критически написаннымъ учебникомъ Hoppe-Seyler'a, который, будучи оконченъ въ 1881 г., не появился, къ сожалѣнію, во второмъ изданіи, между тѣмъ какъ физіологическая и патологическая химія исполинскими шагами подвинулась съ тѣхъ поръ впередъ.

Но преимущества учебника Bunge далеко не ограничиваются тѣмъ, что онъ появился вовремя: это трудъ вполнѣ оригинальный, написанный съ совершенно новой, дидактической и эмпирическо-дедуктивной, точки зрѣнія живымъ слогомъ, изящнымъ языкомъ, на философской подкладкѣ, со стремленіемъ подобрать и фиксировать все фактически вѣрное и непоколебимое. Можно не соглашаться съ авторомъ относительно того или другаго вывода или объясненія факта, можно иной разъ быть какъ разъ противоположнаго мнѣнія, на сколько дѣло касается научной спекуляціи, можно его, наконецъ, упрекнуть въ пропагандѣ извѣстныхъ, чисто субъективныхъ идей, но это ничуть не

умаляетъ достоинства книги, — напротивъ, придаетъ ей характеръ полной самостоятельности и оригинальности въ обработкѣ съ трудомъ собраннаго матеріала.

Особенная заслуга Bunge состоитъ въ томъ, что мѣтко написанная книга его несомнѣнно воодушевитъ не только учащуюся молодежь, но и болѣе старшихъ товарищей, къ столь прекрасной и важной, хотя юной, наукѣ, что она даже самому крайнему скептику-морфологу внушитъ потребность изученія и этой области знанія.

Всѣ выше-приведенные мотивы побудили насъ издать въ русскомъ переводѣ привлекательныя лекціи б. Дерптскаго доцента, на которыя толпами собиралась молодежь другихъ факультетовъ, не говоря уже о медикахъ и химикахъ.

Въ концѣ книги помѣщенъ листъ опечатокъ, по которому убѣдительно просимъ уважаемыхъ читателей исправить важнѣйшія изъ этихъ опечатокъ. Самыя необходимыя исправленія погрѣшностей нѣмецкаго изданія внесены, на сколько оказалось возможнымъ, въ русскій текстъ. Наконецъ, считаю долгомъ изъявить мою благодарность товарищу моему, Доц. Давиду за помощь при веденіи корректуры во время моего отсутствія изъ Дерпта!

Г. Варшава 20 іюня 1888 г.

Ст. Залѣскій.

ЛЕКЦІЯ 1ая.

Витализмъ и Механизмъ.

Милостивые Государи!

Позвольте мнѣ изложить вамъ точку зрѣнія, съ которой я нахожу нужнымъ смотрѣть на современное состояніе физіологическихъ изслѣдованій, на ихъ цѣли и на развитіе въ будущемъ.

Въ тысячахъ физіологическихъ работъ, равно какъ и во введеніи къ каждому учебнику физіологіи мы читаемъ, что физіологическія изслѣдованія имѣютъ одну только задачу — свести жизненныя явленія на физическіе и химическіе, т. е., въ концѣ концовъ на механическіе законы. Считаютъ равнодушіемъ или безсмысліемъ, если и теперь еще физіологъ, какъ нѣкогда »виталисты«, прибѣгаетъ къ принятію особенной »жизненной силы« для объясненія жизненныхъ явленій.

Съ этой точкою зрѣнія я долженъ согласиться, но лишь до извѣстной степени, а именно на столько, на сколько одно слово намъ ничего не объясняетъ. На »жизненную силу« въ такомъ смыслѣ я смотрю, какъ на удобное убѣжище, гдѣ, по выраженію Kant'a »разумъ убаюкивается на подушкѣ неизвѣстнаго качества«.

Но если противники витализма утверждаютъ, что въ живущихъ существахъ, кромѣ однихъ только силъ и веществъ неодушевленной природы никакіе другіе факторы недѣятельны, то я долженъ оспаривать это ученіе. Что въ живущихъ существахъ мы не замѣчаемъ другихъ факторовъ, зависитъ очевидно лишь отъ нашей ограниченности, а именно отъ того, что для наблюденія, какъ одушевленной, такъ и неодушевленной природы мы пользуемся одними и тѣми же органами чувствъ, которые ничего не воспринимаютъ, кромѣ ограниченнаго круга проявленій движенія. То, что, будучи

проведено черезъ волокна зрительныхъ нервовъ къ мозгу, является въ нашемъ сознаніи ощущеніемъ свѣта и цвѣта, есть движеніе; движеніемъ также является въ нашемъ сознаніи ощущеніе звука при посредствѣ слуховыхъ нервовъ; движенія и одни только движенія ведутъ ко всѣмъ ощущеніямъ обонянія, вкуса, теплоты и осязанія. Такъ, по крайней мѣрѣ учитъ физика; это-все гипотезы, оказавшіяся до сихъ поръ плодотворнѣйшими.

Было бы безсмысліемъ вообще ожидать, что при посредствѣ тѣхъ же самыхъ чувствъ удастся намъ когда-либо открыть въ одушевленной природѣ нѣчто отличное отъ того, что мы видимъ въ неодушевленной.

Но для изслѣдованія одушевленной природы мы обладаемъ еще однимъ чувствомъ, а именно, такъ называемымъ, внутреннимъ чувствомъ, служащимъ для наблюденія состояній и проявленій нашего собственнаго сознанія. Что въ сущности и эти послѣднія не болѣе, какъ проявленія движеній — это ученіе я долженъ оспаривать. Противъ этого говоритъ уже тотъ простой фактъ, что далеко не всѣ состоянія и проявленія являются въ нашемъ сознаніи сочетанными съ понятіемъ о пространствѣ. Связано съ понятіемъ о пространствѣ только то, что вошло въ наше сознаніе черезъ ворота чувства зрѣнія, осязанія и такъ называемаго »мышечнаго чувства«.[1]) Всѣ прочія ощущенія, всѣ чувства, аффекты, влеченія и побужденія, а также необозримый рядъ представленій никогда не распредѣляются по пространству, а только по времени. Значитъ, о какомъ либо механизмѣ не можетъ быть и рѣчи. Можно было бы возразить противъ этого, что такъ только кажется, но что въ дѣйствительности и всѣ эти явленія связаны съ понятіемъ о пространствѣ. Возраженіе это, однако, совершенно неосновательно. Мы, вѣдь, не имѣемъ никакого другого

[1]) Представленія о пространствѣ, связанныя съ чувствами зрѣнія и осязанія, совершаются, быть можетъ, только посредствомъ сложнаго мышечнаго аппарата, играющаго роль при всѣхъ функціяхъ органовъ зрѣнія и осязанія. То же самое относится къ такъ называемымъ „общимъ чувствамъ“. Возможно, что однѣ лишь функціи чувствительныхъ волоконъ мышечныхъ нервовъ ведутъ къ представленіямъ о пространствѣ. Этотъ взглядъ былъ впервые высказанъ Steinbuch'омъ (Beiträge zur Physiologie der Sinne. Nürnberg. 1811.), но оспаривалось Joh. Müller'омъ (Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes. Leipzig 1826, S. 52), какъ мнѣ кажется, безъ надлежащаго основанія. Joh. Müller былъ введенъ въ заблужденіе ученіемъ о пространствѣ Kant'а, которое, какъ мнѣ кажется, также шатко.

основанія принимать, что предметы нашихъ чувственныхъ ощущеній въ наружномъ мірѣ связаны съ представленіемъ о пространствѣ, какъ только то, что они намъ кажутся распредѣленными по пространству, на сколько мы въ состояніи ихъ наблюдать при посредствѣ органовъ зрѣнія и осязанія. Для совокупнаго міра, т. н., внутренняго чувства исчезаетъ даже это кажущееся основаніе; нѣтъ рѣшительно никакого основанія для подобнаго предположенія.

Такимъ образомъ глубокое, непосредственное созерцаніе нашей внутренней жизни обнаруживаетъ нѣчто совсѣмъ другое, обнаруживаетъ способности различнаго рода, предметы, несочетающіеся по пространству, и явленія, неимѣющія ничего общаго съ механизмомъ.

Противники витализма, приверженцы механическаго объясненія жизни, основываютъ обыкновенно свой взглядъ такимъ образомъ, что они утверждаютъ, будто, чѣмъ дальше впередъ подвигается физіологія, тѣмъ больше удается сводить на физическіе и химическіе законы тѣ явленія, которыя прежде приписывались какой-то таинственной жизненной силѣ; значитъ, окончательныя доказательства — только вопросъ времени, въ теченіи котораго должно, наконецъ, удаться доказать, что весь жизненный процессъ — лишь рядъ сложныхъ явленій движенія, управляемыхъ исключительно только силами неодушевленной природы.

Но мнѣ кажется, что исторія физіологіи учитъ какъ разъ совершенно противному. Я утверждаю:

Наоборотъ! Чѣмъ точнѣе, многосторонніе и основательнѣе мы стремимся изслѣдовать жизненныя явленія, тѣмъ болѣе мы приходимъ къ уразумѣнію того, что явленія, которыя мы успѣли, было, объяснить физически или химически, гораздо сложнѣе и пока не поддаются никакимъ механическимъ объясненіямъ.

Мы полагали, напримѣръ, что можно свести на законы диффузіи и эндосмоса явленія всасыванія, воспринятія пищи изъ кишечнаго канала. Теперь же мы знаемъ, что стѣнки кишечника не играютъ такой роли, какую играетъ мертвая оболочка при эндосмосѣ. Мы знаемъ, что стѣнка кишечника выстлана эпителіальными клѣтками, и что каждая такая клѣтка сама по себѣ организмъ, живое существо, съ чрезвычайно сложными отправленіями; мы знаемъ, что такая клѣтка воспринимаетъ пищу посредствомъ дѣятельнаго

сокращенія своей протоплазмы такъ же загадочно, какъ мы это замѣчаемъ на свободно живущихъ одноклѣточныхъ животныхъ, амебахъ и корненожкахъ. На кишечномъ эпителіѣ холоднокровныхъ животныхъ видно довольно ясно, какъ клѣтки пускаютъ отростки отъ своего сокращаемаго голаго протоплазматическаго тѣла; это — ложноножки (Pseudopodien), которыя захватываютъ жировыя капельки пищи, втягиваютъ ихъ въ протоплазму и передаютъ дальше въ млечные пути. На ряду съ этими отправленіями эпителіальныхъ клѣтокъ замѣчаютъ, какъ у холоднокровныхъ, такъ и у теплокровныхъ, еще другой родъ воспринятія жира: лимфатическія клѣтки выходятъ изъ аденоидной ткани между эпителіальными клѣтками на поверхность кишечника, поглощаютъ тамъ жировыя капельки и, нагруженныя этой добычею, странствуютъ обратно въ млечные пути [1]). До тѣхъ поръ, пока эти активныя отправленія клѣтокъ были неизвѣстны, оставался непонятнымъ фактъ, что сквозь кишечную стѣнку проникаютъ въ млечные пути однѣ только жировыя капельки, но никакъ не попадаютъ туда вводимыя въ кишечникъ чрезвычайно мелкія пигментныя зернышка. Въ настоящее время мы знаемъ, что эта способность — дѣлать выборъ при воспринятіи пищи, впитывать въ себя то, что пригодно, и отталкивать то, что не пригодно или вредно, — присуща всѣмъ одноклѣточнымъ существамъ. Да будетъ мнѣ позволено поговорить подробнѣе объ одномъ интересномъ наблюденіи, сдѣланномъ въ этомъ направленіи Ценковскимъ надъ извѣстной амебою „Vampyrella.“ [2])

Vampyrella Spirogyrae — микроскопически-малая, голая, красноватая клѣтка, кажущаяся совершенно безструктурною: Ценковскій не могъ замѣтить въ ней никакого зерна, а мелкія зернышка въ протоплазмѣ представляютъ, по всей вѣроятности, только пищевые остатки. Эта маленькая, микроскопическая протоплазматическая капелька находитъ себѣ между всѣми водорослями довольно опредѣленный

---

[1]) R. Wiedersheim'омъ сообщено сопоставленіе прежней литературы объ этомъ предметѣ вмѣстѣ съ его собственными изслѣдованіями въ „Festschrift der 56 Versammlung deutscher Naturforscher und Aertzte, gewidmet von der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B.“ Freiburg und Tübingen 1883. Сравни также Wiemer und Schäfer in Pflüger's Arch. Bd. 33, S. 513—515. 1884.

[2]) L. Cienkowski, Beiträge zur Kentniss der Monaden. Archiv. f. mikrosk. Anatomie Bd. I, S. 203. 1865.

видъ поросли — Spirogyr'у и отвергаетъ всякую другую пищу. Видно, какъ она посылаетъ отростки — pseudopodien, какъ она взбирается на нитчатки до тѣхъ поръ, пока не попадетъ на Spirogyr'у. Тогда она садится на клѣточную стѣнку одной изъ ея клѣтокъ, прорываетъ ее на мѣстѣ соприкосновенія, направляется затѣмъ къ другой клѣткѣ и повторяетъ то же самое. Ценковскій никогда не замѣчалъ, чтобы Vampyrella нападала на другія поросли или же воспринимала другія вещества; она постоянно отвергала Vaucher'іи, Oedogon'іи, которыя онъ нарочно клалъ передъ ней. На другой монадѣ, Colpodella pugnax, Ценковскій замѣтилъ, что она питается исключительно Chlamydomonas: она »прокалываетъ Chlamydomonas, сосетъ выступающій хлорофилъ и бѣжитъ далѣе.« »Поведеніе этихъ монадъ«, говоритъ Ценковскій — »при отыскиваніи и восприиманіи пищи до того замѣчательно, что можно было-бы подумать, будто видишь предъ собою поступки существъ съ сознаніемъ.«

Если эта способность — выбирать пищу — свойственна простѣйшимъ клѣткамъ, безформеннымъ, безструктурнымъ протоплазматическимъ каплямъ — то отчего ей не быть свойственной эпителіальнымъ клѣткамъ нашего кишечника? Какъ Vampyrella отыскиваетъ между всѣми водорослями Spirogyr'у, точно такъ-же и эпителіальныя клѣтки нашего кишечника отличаютъ жировыя капельки отъ зернышекъ красящихъ веществъ. Мы знаемъ, что эпителіальныя клѣтки кишечника никогда не пропускаютъ цѣлаго ряда ядовъ, не смотря на то, что послѣдніе легко растворимы въ желудочномъ и кишечномъ сокѣ. Мы знаемъ даже, что, если впрыснуть эти яды непосредственно въ кровь, то они, напротивъ, выдѣляются черезъ стѣнку кишечника и что при этомъ, вѣроятно, опять-таки важную роль играютъ лимфатическія клѣтки.

Да и всасываніе легко растворимыхъ въ водѣ питательныхъ веществъ не можетъ быть пока объяснено законами диффузіи и эндосмоса. Изъ работъ Ludwig'а и его учениковъ мы знаемъ, что весь потокъ водныхъ растворовъ слѣдуетъ отъ кишечника къ сердцу всегда по одному только пути, а именно черезъ воротную вену и печень, но никогда по другому пути — черезъ ductus thoracicus. Цѣль этого явленія легко понять: всосанныя вещества должны подвергнуться въ печени процессу ассимиляціи

прежде, чѣмъ они перейдутъ въ общій токъ крови; сахаръ долженъ, при обильной доставкѣ его изъ кишечника, отлагаться въ печени въ видѣ гликогена, чтобы, въ случаѣ возникшаго потомъ недостатка въ немъ, мало по малу поступать опять-таки въ кровь. Однако основаніе этого явленія далеко непостижимо; на законы эндосмоса нельзя его пока свести. Кажется, что и при принятіи растворенныхъ въ водѣ питальныхъ веществъ лимфатическія клѣтки играютъ активную роль. Для пептоновъ это уже доказано изслѣдованіями Hofmeister'a. [1])

Мы полагали прежде, что отправленія железъ и процессъ отдѣленія можно свести на законы эндосмоса. Теперь же мы знаемъ, что и здѣсь эпителіальныя клѣтки играютъ активную роль. И здѣсь та же загадочная способность выбора, всасыванія изъ крови однихъ веществъ и отверганія другихъ, превращенія всосаннаго матеріала посредствомъ расщепленій и синтезовъ, передачи нѣкоторыхъ изъ образовавшихся продуктовъ въ начала выводныхъ протоковъ, и возвращенія другихъ обратно въ лимфатическіе и кровеносные пути. Никакихъ слѣдовъ диффузіи и эндосмоса!

Такія же самыя загадочныя способности, какими обладаютъ эпителіальныя клѣтки кишечника и железъ, а также лимфатическія клѣтки, присущи всѣмъ клѣткамъ нашихъ тканей. Стоитъ только вспомнить развитіе нашего организма: благодаря непрерывному дѣленію происходятъ изъ одной-единственной яичной клѣтки всѣ тканевые элементы, и по мѣрѣ размноженія клѣтокъ черезъ дѣленіе они дифференцируются по принципу раздѣленія труда: каждая клѣтка достигаетъ способности отдѣлять извѣстныя вещества, притягивать и отлагать другія, и, такимъ образомъ, принимать составъ, въ которомъ она нуждается для совершенія своихъ отправленій. *О химическомъ объясненіи этихъ явленій нечего даже и думать.*

Равнымъ образомъ оказались неудачными, какъ въ физіологіи обмѣна веществъ, такъ и въ другихъ ея областяхъ всѣ попытки свести какія-либо жизненныя явленія на физическіе и химическіе законы.

Мы полагали, что можно будетъ свести функціи мышцъ и нервовъ на законы электричества, и должны теперь со-

[1]) Franz Hofmeister, Untersuchungen über Resorption und Assimilation der Nährstoffe. Archiv f. experimentelle Pathol. u. Pharmakol. Bd. XIX. 1885.

знаться, что электрическія явленія въ живомъ организмѣ наблюдались до сихъ поръ лишь на нѣкоторыхъ рыбахъ, и что если даже и удастся доказать со всею точностью электрическіе, мышечные и нервные токи, то этимъ будетъ еще крайне мало выиграно для объясненія мышечныхъ и нервныхъ отправленій.

Вы, можетъ быть, подумаете о физіологіи чувствъ! Эта область, вѣдь, всего точнѣе изслѣдована! Для нея, вѣдь, имѣются физическія объясненія! — Это такъ, глазъ представляетъ собою физическій аппаратъ, оптическій приборъ, камеру-обскуру. Изображеніе на сѣтчаткѣ получается на днѣ глаза по тѣмъ-же самымъ неизмѣннымъ законамъ лучепреломленія, какъ и изображеніе на пластинкѣ фотографа. Но . . . . — это, вѣдь, вовсе не жизненное явленіе! Глазъ при этомъ играетъ совершенно пассивную роль. Изображеніе на сѣтчаткѣ получается и на вырѣзанномъ, мертвомъ глазѣ. Жизненное явленіе представляетъ собою развитіе глаза! Какъ образуется этотъ сложный оптическій аппаратъ? Отчего примыкаютъ клѣтки тканей одна къ другой для созданія этой удивительной постройки!? Это темная загадка, для разрѣшенія которой до сихъ поръ еще не сдѣлано ни шагу. Послѣдовательность стадій развитія можно, пожалуй, наблюдать и описать; но почему такъ, какова причинная связь — объ этомъ мы ровно ничего не знаемъ. Жизненное явленіе представляютъ собой явленія аккомодаціи въ глазу. Здѣсь мы опять имѣемъ дѣло съ мышечными и нервными отправленіями, опять со старыми, неразрѣшенными загадками.

То же самое относится и къ прочимъ органамъ чувствъ. Если что-нибудь и можно объяснить физически, такъ это только явленія, при которыхъ соотвѣтственные органы совершенно пассивно приводятся въ колебаніе проникающими въ нихъ снаружи проявленіями движенія. То же самое относится и ко всѣмъ остальнымъ отдѣламъ физіологіи. Мы полагали, что удастся свести явленія кровообращенія на законы гидростатики и гидродинамики. Пожалуй, такъ: кровь слѣдуетъ законамъ гидродинамики. Но кровь, вѣдь, при движеніи остается совершенно пассивной; активныхъ же функцій сердца и сосудистой мускулатуры никто еще до сихъ поръ не съумѣлъ объяснить физически.

Я утверждаю, что всѣ явленія въ нашемъ организмѣ, которыя возможно объяснить механически, такъ-же мало

представляютъ собою жизненныя явленія, какъ движенія листьевъ и вѣтвей на покачиваемомъ вѣтромъ деревѣ или какъ движеніе цвѣточной пыли, переносимой тоже вѣтромъ съ мужской тычинки на женскую. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ явленіями движенія, необходимыми для жизненнаго процесса, а все-таки никто не будетъ считать его жизненнымъ явленіемъ прямо на томъ основаніи, что цвѣточная пыль остается при этомъ движеніи пассивною. Сущность дѣла вовсе не измѣняется оттого, составляетъ-ли живая сила движимаго воздуха причину движенія, или же солнечный свѣтъ, который вызываетъ воздушныя теченія, или наконецъ, химическія силы напряженія, въ которыя перешелъ солнечный свѣтъ.

Въ активности — вотъ гдѣ кроется загадка жизни.[1]) *Понятіе же объ активности почерпнуто не изъ чувственныхъ ощущеній, а изъ наблюденія надъ самимъ собою,* изъ наблюденія надъ волею, какъ она проникаетъ въ наше сознаніе и какъ она обнаруживается внутреннему чувству. Но, какъ только это понятіе встрѣчается съ наружными чувствами, мы не узнаемъ его болѣе. Мы видимъ, правда, кругомъ него проявленія движеній. Но сущности дѣла мы не видимъ. Для этого намъ недостаетъ необходимаго органа воспринимания. Существованіе подобнаго органа можно только предполагать, и это мы дѣйствительно дѣлаемъ, говоря объ »активныхъ движеніяхъ«. Такъ поступаетъ каждый физіологъ; онъ не можетъ обойтись безъ этого понятія. Это — первая попытка психологическаго объясненія всѣхъ жизненныхъ явленій. Мы переносимъ то, что почерпнуто нами изъ собственнаго нашего сознанія, на предметы нашихъ чувственныхъ ощущеній, на органы, тканевые элементы, на каждую мельчайшую клѣтку.

Если такимъ образомъ кажется, что единственно съ помощью одной только физики и химіи нельзя объяснить жизненнымъ явленій, то спрашивается еще: чего намъ ожидать отъ другихъ вспомогательныхъ наукъ физіологіи,

---

[1]) Активность и жизнь представляютъ, быть можетъ, лишь 2 слова для одного и того же понятія или лучше два слова, съ которыми мы не можемъ связать никакого яснаго понятія. А все-таки мы принуждены постоянно примѣнять оба эти неясныя понятія. Вотъ точка столкновенія самыхъ трудныхъ проблеммъ, о которыя разбиваются всякія поползновенія объясненій со стороны всѣхъ мыслителей.

отъ морфологическихъ отраслей знанія, отъ анатоміи и гистіологіи?

Я утверждаю, что эти науки пока не приведутъ насъ ближе къ рѣшенію этихъ загадокъ. Ибо, если мы съ помощью скальпеля и микроскопа и успѣли разложить организмы на ихъ первоначальные элементы, если мы, наконецъ, дошли до простѣйшей клѣтки, то и тогда еще лежитъ предъ нами величайшая загадка. Простѣйшая клѣтка, безформенная, безструктурная, микроскопически малая протоплазматическая капля, обнаруживаетъ все еще всѣ существенныя, жизненныя отправленія, какъ: питаніе, ростъ, размноженіе, движеніе, ощущеніе, и даже отправленія, замѣняющія собою, пожалуй, »чувствилище«, душевную жизнь высшихъ животныхъ. Привожу въ память еще разъ Vampyrell'у, и позволяю себѣ обратить вниманіе на еще болѣе поразительныя явленія, которыя Engelmann наблюдалъ надъ Arcell'ами. [1])

Arcell'ы тоже одноклѣточныя существа, но на столько сложнѣе Vampyrell'ій, что имѣютъ ядра и отдѣляютъ оболочку. Эта оболочка имѣетъ выпукло-вогнутую форму. Посреди вогнутой стороны оболочки находится отверстіе, изъ котораго выступаютъ ложноножки и у края ея представляются въ видѣ стекловидныхъ выпуклостей. Если ввести каплю воды, содержащей Arcell'ы, подъ микроскопъ, то часто случается, что одна изъ нихъ, такъ сказать, падаетъ на спину, или, иначе говоря, касается своею выпуклою поверхностью подставки, такъ-что выступающія на краю оболочки ложноножки нигдѣ не находятъ себѣ точки опоры. Тогда замѣтно, какъ на одной сторонѣ, у края появляются въ протоплазмѣ пузырьки воздуха; удѣльный вѣсъ этой стороны дѣлается меньше и она подымается; животное получаетъ возможность упереться на противуположный острый край. Теперь ему удается прикрѣпиться посредствомъ ложноножекъ къ подставкѣ и обернуться, такъ-что всѣ выступающія у края ложноножки соприкасаются съ подставкою. Теперь втягиваются пузырьки воздуха, и животное ползетъ. Если ввести теперь каплю съ Arcell'ами на нижнюю поверхность покрывательнаго стеклышка газовой камеры, то онѣ собираются прежде всего, слѣдуя законамъ тяжести, на

---

[1]) Th. W. Engelmann, Beiträge zur Physiologie des Protoplasma. Pflüger's Archiv. Bd. II. S. 307. 1869.

нижней поверхности капли. Не найдя себѣ здѣсь никакой точки опоры, онѣ образуютъ большіе газовые пузырьки, благодаря которымъ удѣльный вѣсъ животнаго становится меньше воды, и онѣ подымаются вверхъ. Если имъ случится принять на поверхности стекла такое положеніе, что онѣ не въ состояніи держаться, то газовые пузырьки уменьшаются тогда на одной сторонѣ или же увеличиваются на другой; иногда-же одновременно и уменьшаются на одной, и увеличиваются на другой, пока не коснутся краемъ оболочки поверхности стекла и не обернутся; какъ только это достигнуто, можно видѣть, какъ пузырьки исчезаютъ; животное можетъ уже ползать по поверхности стекла. Если осторожнымъ дотрогиваніемъ тонкой иглы освободить ихъ отъ поверхности, тогда онѣ сначала опять падаютъ на нижнюю поверхность капли, снова развиваются газовые пузырьки, подымаются вверхъ и такъ далѣе. Какъ ни стараться привести ихъ въ неудобное положеніе, онѣ всегда въ состояніи посредствомъ развитія газовыхъ пузырьковъ соотвѣтственной величины и на соотвѣтствующемъ мѣстѣ принять положеніе, удобное для совершенія ползучихъ движеній. Какъ только эта цѣль достигнута, пузырьки постоянно опять исчезаютъ.

„Нельзя отрицать“, говоритъ Engelmann, „что эти факты указываютъ на психическіе процессы въ протоплазмѣ.“

Не берусь рѣшить, справедливо-ли это воззрѣніе Engelmann'a или нѣтъ. Я допускаю безусловно возможность объясненія со временемъ этихъ явленій чисто механическимъ образомъ. Приведены же мною они лишь для того, чтобы показать, съ какими запутанными жизненными явленіями намъ приходится имѣть дѣло даже тамъ, гдѣ микроскопическое изслѣдованіе достигло уже своего предѣла, и какъ мало удается до сихъ поръ объяснить механически какое-либо жизненное явленіе. Ибо явленія въ каждой клѣткѣ нашего тѣла запутаны по крайней мѣрѣ столь-же, какъ явленія въ этихъ одноклѣточныхъ существахъ. Каждая изъ безчисленныхъ, микроскопическихъ клѣтокъ, составляющихъ нашъ сложный организмъ, сама по себѣ представляетъ чудесное строеніе, микрокосмъ, отдѣльный міръ. Общеизвѣстенъ законъ, что вмѣстѣ съ однимъ только »сѣмяннымъ животнымъ« представляющимъ собой на столько малую клѣточку, что 500 милліоновъ такихъ клѣточекъ выполняетъ

пространство не болѣе 1. куб. линіи, переносятся съ отца на сына всѣ тѣлесныя и душевныя особенности, а даже иной разъ, минуя сына, опять-таки посредствомъ маленькой клѣтки переносятся на внука. Если это дѣйствительно чисто механическій процессъ, какъ безконечно чудесно должно быть строеніе атомовъ, какъ безконечно запутана игра силъ, какъ безконечно сложны различныя движенія въ этой малой клѣткѣ, которыя создаютъ направленіе для всѣхъ позднѣйшихъ движеній и для развитія черезъ цѣлыя поколѣнія! Какъ, наконецъ, это малое строеніе дѣлается передателемъ душевныхъ явленій!? Здѣсь физика, химія и анатомія ставятъ насъ въ совершенно безвыходное положеніе.

Пройдутъ, несомнѣнно, еще тысячелѣтія черезъ поколѣнія человѣческаго рода, не у одного еще мыслителя покроется лобъ морщинами, и не одна желѣзная рабочая сила ослабнетъ, пока сдѣланъ будетъ хоть первый шагъ къ разрѣшенію этихъ загадокъ. Но съ точно такимъ же правомъ возможно допустить, что одинъ ударъ прольетъ свѣтъ на этотъ полный мракъ. Вы бы меня неправильно поняли, если бы стали толковать себѣ мои объясненія такъ, какъ будто бы я вообразилъ себѣ, что уже впередъ разузнаю и понимаю предѣлы, непреодолимые для науки. Нѣтъ! Наука не останавливается ни предъ какимъ предѣломъ, назначеннымъ ею-же самой. Она всегда будетъ ставить все болѣе и болѣе смѣлые вопросы и находить все болѣе и болѣе вѣрные отвѣты. Ничто не въ состояніи удержать ее въ ея побѣдоносномъ шествіи! Даже ограниченность нашихъ духовныхъ способностей не можетъ этого сдѣлать, ибо и онѣ вѣдь способны совершенствоваться. Нѣтъ ни малѣйшаго достаточнаго основанія утверждать, что подвигающееся впередъ развитіе и облагороживаніе, приводящее въ движеніе всю органическую жизнь на нашей планетѣ, достигло своего предѣла съ появленіемъ нашего рода. Было время, когда безсознательно кишѣвшія въ первоначальномъ морѣ инфузоріи представляли собой единственныя чувствующія существа на этой планетѣ, и настанетъ время, когда на землѣ начнетъ господствовать родъ, который будетъ превосходить насъ своими духовными способностями, точно такъ-же, какъ и мы превосходимъ нашимъ разумомъ инфузоріи, которыя оживляли первоначальное море, какъ первые обитатели нашей планеты. Успѣхъ науки безграниченъ!

Мы должны такимъ образомъ допустить безусловно возможность, что препятствія и трудности, накопляющіяся теперь цѣлыми горами при физіологическихъ изслѣдованіяхъ, въ концѣ концовъ будутъ преодолѣны. Но въ настоящее время нечего и думать о томъ, чтобы мы были въ состояніи единственно только съ помощью физики, химіи и анатоміи сдѣлать существенный шагъ впередъ. *Въ малѣйшей клѣткѣ — вотъ гдѣ кроются уже всѣ загадки жизни, при изслѣдованіи же малѣйшей клѣтки нами достигнуты уже предѣлы, доступные намъ при нашихъ теперешнихъ вспомогательныхъ средствахъ.*

Но мы можемъ усовершенствовать вспомогательныя средства! Мы можемъ сдѣлать микроскопъ болѣе точнымъ! Клѣтка, безструктурная сегодня, обнаруживаетъ свое строеніе завтра. Клѣтка кажущаяся намъ безъядерною, обнаруживаетъ ядро послѣ примѣненія новыхъ способовъ окрашиванія. Да и ядро уже болѣе не безструктурно; оно показываетъ до того сложное строеніе, что одно только изслѣдованіе и описаніе послѣдняго потребуетъ вскорѣ усидчивой работы многихъ изслѣдователей! Но — сложное строеніе еще не объясненіе! Какъ произошло это сложное строеніе!? Даетъ ли намъ обзоръ этого устройства понятіе хоть-бы о простѣйшихъ явленіяхъ, которыя мы замѣчаемъ на Vampyrell'яхъ и на Arcell'яхъ? Разрѣшитъ-ли онъ окончательно великую загадку, величайшую изъ всѣхъ, загадку наслѣдственности — наслѣдственности черезъ малую клѣтку! И если это относится даже къ малой клѣткѣ, то что же тутъ и говорить о нашемъ сложномъ организмѣ!

Не смотря на это, физіологическое изслѣдованіе должно все-таки начинаться съ самаго сложнаго организма — съ человѣческаго! Кромѣ требованій практической медицины, это оправдывается еще слѣдующимъ основаніемъ, которое ведетъ насъ обратно къ исходной точкѣ нашихъ соображеній. *Что физіологическое изслѣдованіе начинается со сложнѣйшаго организма — съ человѣческаго, оправдывается тѣмъ, что человѣческій организмъ является единственнымъ, при изслѣдованіи котораго намъ не приходится ограничиваться только нашими чувствами, но и проникать одновременно въ его внутреннее существо, именно черезъ самонаблюденіе — внутреннее чувство — чтобы подать руку проникающей снаружи физикѣ.* »Здѣсь, какъ въ рудникѣ, гдѣ

съ различныхъ сторонъ работники пробираются въ штольны, пока, наконецъ, одинъ не услышитъ черезъ скалу ударовъ молота другого.» [1])

Пользу этого метода, обхватывающаго сразу съ двухъ сторонъ загадку, ясно понялъ уже нашъ великій мастеръ Joh. Müller[2]), и открытый имъ на этомъ пути законъ »специфической энергіи чувствъ« представляетъ собою, безъ сомнѣнія, величайшее пріобрѣтеніе какъ физіологіи, такъ и психологіи, и составляетъ въ то же время точное основаніе всякой идеалистической философіи.

Я имѣю въ виду простой законъ, что одно и тоже раздраженіе, одно и то же явленіе въ наружномъ мірѣ, одна и та же »вещь сама по себѣ«, дѣйствуя на различные чувственные нервы, вызываетъ всегда различныя ощущенія, и что различныя раздраженія, дѣйствуя на одинъ и тотъ же чувственный нервъ, вызываютъ всегда одни и тѣ же ощущенія, что слѣдовательно, явленія наружнаго міра не имѣютъ ничего общаго съ нашими ощущеніями и представленіями, что наружный міръ представляетъ для насъ книгу съ семью печатями, что единственно доступное нашему наблюденію и пониманію — это состоянія и проявленія собственнаго нашего сознанія.

Эта простая истина представляетъ собою величайшее и глубочайшее изъ всего, о чемъ только думалъ когда-либо человѣческій умъ. И эта простая истина ведетъ насъ тоже къ полному пониманію того, что составляетъ сущность витализма. Сущность витализма состоитъ не въ томъ, что мы довольствуемся однимъ только словомъ и отказываемся отъ мышленія. Она состоитъ въ томъ, чтобы мы проложили себѣ истинно-вѣрный путь познанія, чтобы мы *исходили отъ извѣстнаго, отъ внутренняго міра, дабы объяснить неизвѣстное, наружный міръ.* Обратный и извращенный путь избираетъ механизмъ, который представляетъ собою ничто иное, какъ матеріализмъ; онъ исходитъ отъ неизвѣстнаго, отъ наружнаго міра, чтобы объяснить извѣстное, внутренній міръ.

---

[1]) Этимъ картиннымъ выраженіемъ пользуется, если я не ошибаюсь, Schopenhauer.

[2]) Joh. Müller во время своего докторскаго диспута защищалъ тезисъ: „Psychologus nemo nisi Physiologus.“ Прійдетъ время, когда и противоположное положеніе „Physiologus nemo nisi Psychologus“ не будетъ болѣе нуждаться въ защитѣ.

Физіолога постоянно бросаетъ въ объятія матеріализма фактъ, что въ психологіи не сдѣлано даже и начала тому, чтобы достигнуть той степени совершенства, къ которой мы привыкли, благодаря изученію физики и химіи.

Нельзя отрицать, что, хотя нашему наблюденію и познанію ничто такъ непосредственно не доступно, какъ состоянія и проявленія нашего самосознанія, все таки на этомъ именно поприщѣ наши познанія въ высшей степени шатки и непрочны. Это происходитъ оттого, что самъ предметъ гораздо сложнѣе, число признаковъ безконечно больше, чѣмъ въ мірѣ, доступномъ для наружныхъ чувствъ; далѣе, это происходитъ оттого, что состоянія и проявленія въ нашемъ самосознаніи подлежатъ непрерывному, быстрому обмѣну; раньше же всего оттого, что мы до сихъ поръ не нашли никакого средства для количественнаго изслѣдованія объектовъ внутренняго чувства.

До тѣхъ поръ, пока будетъ продолжаться это состояніе психологіи, мы не получимъ удовлетворительнаго объясненія жизненныхъ явленій. Во многихъ отдѣлахъ физіологіи намъ пока ничего болѣе не остается, какъ продолжать работать съ полнымъ самоотверженіемъ въ прежнемъ механистическомъ направленіи. Методъ чрезвычайно плодотворенъ: мы должны попробовать, какъ далеко мы подвинемся единственно лишь съ помощью физики и химіи. Все неизслѣдованное на этомъ пути выступитъ тѣмъ ярче и нагляднѣе. Вотъ какъ механизмъ настоящаго мчитъ насъ съ увѣренностью навстрѣчу витализму будущаго.

ЛЕКЦІЯ II[ая].

Круговращеніе элементовъ. [1])

Задача физіологической химіи состоитъ въ изслѣдованіи химическихъ явленій въ живущихъ существахъ и въ указаніи ихъ значенія для жизненнаго процесса. При разсматриваніи этихъ явленій мы должны будемъ ограничиться человѣкомъ и ближе всего родственными ему животными, какъ ни странно можетъ показаться начинать изслѣдованіе съ самыхъ сложныхъ организмовъ, не бросивъ еще взгляда на химическія явленія у самыхъ простыхъ. Намъ однако не остается ничего другаго, пока нѣтъ еще физіологической химіи нисшихъ животныхъ.

Немногое добытое до сего времени въ этой области я постараюсь разсмотрѣть въ дальнѣйшемъ теченіи курса, а именно въ отдѣлѣ объ обмѣнѣ веществъ у высшихъ животныхъ.

Но прежде чѣмъ коснемся этого предмета, прослѣдимъ элементы и силы, участвующіе въ обмѣнѣ силъ и веществъ въ нашемъ организмѣ, ихъ пути отъ неодушевленной къ одушевленной природѣ, или ихъ такъ называемый круговоротъ. Природа представляетъ одно сплоченное цѣлое, которое прежде всего долженъ окинуть взоромъ тотъ, кто желаетъ понять ее въ частностяхъ; онъ долженъ прежде всего уразумѣть великіе общіе законы, которые съ одинаковою необходимостью управляютъ какъ одушевленною, такъ и неодушевленною природою.

---

[1]) Начинающему, который пожелаетъ обстоятельнѣе позаняться затронутымъ здѣсь вопросомъ, рекомендую прежде всего составившее эпоху сочиненіе Liebig'a: „Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie 1840. 8. Aufl. 1865.“ Еще и теперь на каждой страницѣ этого сочиненія сверкаетъ пламя научнаго воодушевленія, которымъ нашъ великій мастеръ во все время своей жизни производилъ благодѣтельное вліяніе на всѣхъ окружающихъ. Кому угодно воздать должное повѣйшимъ пріобрѣтеніямъ науки, пусть прочтетъ подробно учебникъ земледѣльческой химіи Adolf'a Mayer'a, Heidelberg 1876. Въ учебникѣ этомъ указаны также литературные источники.

Двѣнадцать элементовъ входятъ въ составъ всѣхъ безъ исключенія живущихъ существъ, а именно: углеродъ, водородъ, кислородъ, азотъ, сѣра, фосфоръ, хлоръ, калій, натрій, кальцій, магній, желѣзо.

Углеродъ находится на поверхности нашей планеты большею частью связанный съ кислородомъ въ видѣ угольной кислоты. Лишь незначительная часть этой послѣдней находится свободною въ атмосферѣ и поглощенною въ водѣ. Большая-же часть связана съ основаніями, преимущественно съ известью и магнезіею и образуетъ громадные пласты земной коры. Сравнительно только малая часть углерода находится свободною въ видѣ каменнаго угля, и еще меньшая — въ видѣ графита и алмаза. Каменный уголь представляетъ собою, какъ извѣстно, остатки растеній, а растенія получили свой углеродъ изъ угольной кислоты воздуха. Если, такимъ образомъ, оставить въ сторонѣ графитъ и алмазъ, способъ образованія которыхъ еще неизвѣстенъ, то можно сказать: весь уголь на нашей землѣ представляетъ собой или настоящую, или бывшую угольную кислоту. Углекислота — это то соединеніе, чрезъ которое непремѣнно долженъ проходитъ углеродъ при всѣхъ своихъ видоизмѣненіяхъ. И въ круговращеніе жизни уголь вступаетъ въ этомъ видѣ; только въ этомъ соединеніи воспринимаютъ его растенія и образуютъ изъ него безчисленныя соединенія, составляющія ихъ организмъ. Вмѣстѣ съ растительною пищею уголь вступаетъ въ животное тѣло и оставляетъ его опять-таки въ видѣ углекислоты или же въ видѣ соединеній, которыя, подобно мочевинѣ, распадаются очень скоро внѣ организма при отдѣленіи углекислоты. Углеродъ оставляетъ такимъ образомъ круговоротъ жизни въ томъ-же самомъ видѣ, въ какомъ вступилъ въ него и возвращается въ атмосферу, чтобы снова начать свое круговращеніе.

Что касается **водорода**, то въ природѣ встрѣчаются въ свободномъ состояніи только слѣды его. Въ неорганической природѣ онъ находится почти исключительно въ видѣ воды. Въ сравненіи съ этимъ крайне незначительное количество его встрѣчается въ видѣ амміака. Исключительно только какъ вода и какъ амміакъ водородъ вступаетъ въ организмъ растеній, участвуетъ здѣсь въ образованіи органическихъ соединеній, служащихъ пищею для животныхъ, и, какъ результатъ обмѣна веществъ у животныхъ онъ выдѣляется

опять въ видѣ воды и амміака или же въ видѣ соединеній, быстро распадающихся при отдѣленіи воды и амміака.

Кислородъ самый распространенный на поверхности земли элементъ: онъ составляетъ почти $^1/_4$ вѣсовую часть атмосферы, $^8/_9$ по вѣсу воды и приблизительно $^1/_2$ вѣса твердой земной коры, состоящей почти исключительно изъ кислородныхъ соединеній. Кислородъ единственный элементъ, вступающій отчасти и въ свободномъ состояніи въ жизненный процессъ. Въ жизненномъ процессѣ растеній участвуетъ лишь очень незначительная часть свободнаго кислорода. Большая-же часть его вступаетъ въ организмъ растенія въ видѣ угольной кислоты и воды. Изъ этихъ соединеній растеніе, какъ извѣстно, отщепляетъ подъ вліяніемъ солнечнаго свѣта часть кислорода и образуетъ соединенія, которыя бѣднѣе кислородомъ, но за то богаче углеродомъ и водородомъ; эти соединенія служатъ пищею животному и опять соединяются въ тѣлѣ послѣдняго съ отщепленнымъ кислородомъ. Какъ результатъ этого соединенія, угольная кислота и вода возвращаются обратно въ атмосферу.

Благодаря этому антагонизму между животнымъ и растительнымъ міромъ, количество угольной кислоты и кислорода въ воздухѣ остается постояннымъ: насколько растеніе увеличиваетъ содержаніе кислорода, настолько животное его уменьшаетъ, насколько растеніе уменьшаетъ содержаніе углекислоты, настолько животное его увеличиваетъ.

Спрашивается теперь: останется ли это равновѣсіе навсегда? Если оно не нарушается жизненнымъ процессомъ, то не могутъ-ли въ неорганической при родѣучаствовать факторы, увеличивающіе или уменьшающіе содержаніе въ атмосферѣ этихъ необходимыхъ для сохраненія жизни составныхъ частей?

Прежде всего, что касается углекислоты, то геологи согласны въ томъ, что содержаніе ея въ атмосферѣ прежде было гораздо больше, чѣмъ теперь. Спрашивается: что составляетъ причины этого уменьшенія? Дѣйствуютъ ли эти причины и понынѣ, и должны ли мы опасаться, что и на будущее время послѣдуетъ непрерывное уменьшеніе этого источника пищи для растительнаго міра?

Одна изъ причинъ уменьшенія количества угольной кислоты въ атмосферѣ довольно очевидна: это именно образованіе каменноугольныхъ залежей, происшедшихъ, какъ извѣстно, изъ растеній, отнявшихъ углеродъ у атмосферной

угольной кислоты. Эти количества углерода кажутся однако повидимому относительно ничтожными. И если и теперь еще совершается на днѣ моря образованіе каменноугольныхъ залежей, то вѣдь съ другой стороны углекислота раньше образовавшагося угля возвращается непрерывно въ атмосферу чрезъ трубы фабрикъ и локомотивовъ. Съ этой стороны едва-ли можно опасаться уменьшенія содержанія углекислоты въ нашей атмосферѣ.

Гораздо болѣе опасеній внушаетъ другая причина уменьшенія угольной кислоты: она состоитъ въ томъ, что атмосферная угольная кислота вытѣсняетъ кремневую кислоту изъ горныхъ породъ твердой земной коры и вступаетъ въ соединенія съ основаніями силикатовъ. Горныя породы, образующія твердую кору нашей планеты, состоятъ, какъ извѣстно, главнымъ образомъ изъ силикатовъ и карбонатовъ, изъ соединеній кремневой и угольной кислотъ съ известью, магнезіею, закисью желѣза и щелочами. Обѣ кислоты стараются взаимно вытѣснить другъ друга изъ своихъ соединеній и соединиться съ основаніями. Кремневая и угольная кислоты — это «двѣ великія державы при постройкѣ земли»; онѣ находятся въ вѣчной взаимной враждѣ при перемѣнныхъ побѣдахъ и пораженіяхъ. Коль скоро удастся углекислотѣ одержать надъ кремневою кислотой полную, рѣшительную побѣду, вся органическая жизнь на нашей планетѣ должна исчезнуть.

На холодѣ, въ присутствіи воды химическое сродство угольной кислоты къ основнымъ составнымъ частямъ горныхъ породъ больше, чѣмъ сродство кремневой кислоты. Здѣсь, въ верхнихъ слояхъ углекислота является болѣе сильною кислотою; на поверхности земли она одерживаетъ медленную, но вѣрную побѣду. Каждый разбивающійся о скалу валъ, каждая волна, орошающая кремнеземистыя породы русла рѣки, каждая падающая на землю дождевая капля — все это стоитъ въ вѣчной связи съ углекислотою; медленно, но вѣрно разрушаютъ они даже самыя твердыя скалы: углекислота соединяется съ основаніями, а вытѣсненная кремневая кислота отлагается съ остаткомъ лишнихъ основаній на дно водъ и образуетъ постепенно въ видѣ глины и песчаника громаднѣйшіе пласты земли и горныя породы. Угольная-же кислота, связанная съ известью или съ магнезіею, осаждается также въ соединеніи съ частью разложенныхъ силикатовъ въ видѣ мергеля, или отдѣльными

пластами въ видѣ известняка и доломита. Половина по вѣсу громадныхъ мѣловыхъ пластовъ, известковыхъ формацій, составляющихъ громадную часть земной коры, состоитъ изъ углекислоты, которая произошла изъ атмосферы и которая кажется навсега исчезнувшею для круговорота жизни.

Совсѣмъ иначе ведется борьба между обѣими кислотами внутри земли. При господствующей тамъ высокой температурѣ кремневая кислота оказывается болѣе сильною кислотою. Тамъ, въ глубинѣ — область ея перевѣса; тамъ она добываетъ себѣ основанія карбонатовъ, а вытѣсненная углекислота удаляется въ видѣ газа опять въ область своего господствованія — въ атмосферу. Такую-то застигнутую въ своемъ бѣгствѣ углекислоту представляетъ собою отчасти тотъ газъ, который безпрерывно выдѣляется изъ кратеровъ всѣхъ дѣйствующихъ вулкановъ и кромѣ того еще изъ трещинъ и скважинъ на многихъ мѣстахъ землой поверхности.

Количество этой возвращающейся въ атмосферу угольной кислоты не можетъ быть опредѣлено. Кажется однако, что оно гораздо меньше того количества, которое безпрерывно соединяется съ известью и магнезіею и отнимается изъ атмосферы. И если вѣрно, что наша планета все болѣе и болѣе охлаждается, а ея кора утолщается, то-та же самая сила, которая доставляетъ перевѣсъ кремневой кислотѣ, должна безпрестанно отнимать у земли ея собственную теплоту, такъ-что, наконецъ, ничто болѣе не можетъ препятствовать углекислотѣ одержать полную побѣду — потушить и уничтожить всю органическую жизнь.

Подобно углекислотѣ, еще одна составная часть атмосферы постоянно отнимается у жизненнаго процесса и фиксируется въ земной корѣ: это кислородъ. Составная часть земной коры, связывающая его, — это закись желѣза, образующаяся изъ распаденія извѣстныхъ силикатовъ. Закись эта окисляется и превращается въ окись, которая образуетъ, какъ извѣстно, громадныя отложенія въ земной корѣ и примѣшана въ еще большемъ количествѣ къ другимъ отложеніямъ: къ глинѣ, песчанику и сланцу. Одна треть кислорода этихъ громадныхъ массъ окиси желѣза происходитъ изъ атмосфернаго воздуха.

Кислородъ этотъ можетъ отчасти опять возвратиться въ атмосферу. Именно, если окись желѣза приходитъ въ

соприкосновеніе съ разлагающимися органическими веществами, то эти послѣднія окисляются на счетъ кислорода окиси желѣза. Какъ конечный продуктъ окисленія углекислота возвращается въ атмосферу и можетъ быть опять возстановлена въ растеніяхъ при отщепленіи кислорода. Жизнь растеній — единственный процессъ, благодаря которому кислородъ на поверхности земли дѣлается свободнымъ; вопросъ только, достаточенъ ли этотъ процессъ самъ по себѣ для того, чтобы уравновѣсить всѣ процессы, благодаря которымъ кислородъ дѣлается связаннымъ, а именно: дыханіе, гніеніе, горѣніе, окислѣніе соединеній желѣза и соединеній сѣры.

Кажется такимъ образомъ, что важное питательное для растеній вещество — свободная углекислота и необходимое для всѣхъ органическихъ существъ питательное вещество — свободный кислородъ подвержены постоянному уменьшенію ихъ количества, что, слѣдовательно, вѣрно, хотя и медленно, приближается часъ, когда исчезнутъ условія, необходимыя для нашего существованія, когда вся органическая жизнь на нашей планетѣ должна погаснуть.

Обратимся теперь къ четвертому и послѣднему изъ элементовъ, поступающихъ въ круговоротъ жизни изъ атмосферы и ея осадковъ — **къ азоту.** Азотъ характеризуется своимъ незначительнымъ сродствомъ къ другимъ элементамъ. Вслѣдствіе этого онъ встрѣчается главнымъ образомъ свободнымъ на землѣ. Въ видѣ свободнаго элемента азотъ составляетъ $^4/_5$ атмосферы. Лишь самое ничтожное количество его находится въ неодушевленной природѣ въ связанномъ состояніи: *это азотъ амміака вмѣстѣ со своими продуктами окисленія, азотноватою и азотной кислотою.* Только въ этихъ соединеніяхъ азотъ принимаетъ участіе въ жизненномъ процессѣ. Вся большая масса свободнаго азота нисколько не участвуетъ въ круговоротѣ жизни. Растенія его не поглощаютъ.

Такъ какъ количество связаннаго азота въ природѣ ничтожно, а другія питательныя вещества растеній не могутъ идти въ пользу этихъ послѣднихъ, если одновременно не будетъ принято растеніемъ соотвѣтственное количество связаннаго азота, то количество органическихъ существъ, могущихъ одновременно существовать другъ возлѣ друга на нашей планетѣ, зависитъ прежде всего отъ количества имѣю-

щагося связаннаго азота. Поэтому весьма важенъ вопросъ, какіе факторы увеличиваютъ и какіе уменьшаютъ количество связаннаго азота?

Что касается прежде всего самаго жизненнаго процесса, то онъ не измѣняетъ суммы связаннаго азота. Азотъ поступаетъ связаннымъ — какъ амміакъ, азотистая и азотная кислота — въ жизненный процессъ растеній, принимаетъ тамъ участіе въ образованіи самыхъ сложныхъ органическихъ соединеній, вмѣстѣ съ которыми онъ и входитъ, главнымъ образомъ въ видѣ бѣлка, въ животное тѣло и оставляетъ послѣднее послѣ распаденія бѣлка на соединенія, которыя, какъ мочевина и мочевая кислота, быстро распадаются въ свою очередь внѣ организма при отщепленіи амміака. Такимъ образомъ азотъ поступаетъ связаннымъ въ круговоротъ жизни и связаннымъ оставляетъ его. Самъ жизненный процессъ не уменьшаетъ и не увеличиваетъ разъ имѣющагося запаса связаннаго азота.

За то въ неодушевленной природѣ должны дѣйствовать факторы, производящіе связанный азотъ. Ибо, если правда, что земля наша когда-то представляла собою огненную, расплавленную массу, то ни амміакъ, ни азотная кислота не могли существовать въ атмосферѣ этого огненнаго шара: при высокой температурѣ они распадаются на свои составные элементы. Слѣдственно, долженъ былъ существовать процессъ, при которомъ свободный азотъ перешелъ въ соединеніе съ водородомъ и кислородомъ; иначе не могла бы пробудиться органическая жизнь.

Такимъ процессомъ сочли электрическіе разряды атмосферы. Многочисленными опытами доказано, что черезъ электрическіе разряды азотъ соединяется съ кислородомъ въ азотную кислоту и что при прохожденіи электрической искры черезъ влажную атмосферу — азотъ и водяные пары соединяются и образуютъ азотистокислый амміакъ [1]).

$$2\,N + 2\,H_2O = NH_4NO_2.$$

Этотъ процессъ совершается въ большихъ размѣрахъ при каждой грозѣ. Вмѣстѣ съ дождевою водою полученные продукты попадаютъ въ почву. На второй процессъ обратилъ вниманіе Schönbein: при всякомъ водномъ испа-

[1]) Berthelot, Bull. soc. chim. (2) T. 27 p. 338. ann. chim phys. (5) T. 12 p. 445. 1877.

реніи образуются незначительные слѣды азотистокислаго амміака въ воздухѣ. Въ виду этого испареніе, постоянно совершающееся на поверхности растеній, могло бы само по себѣ служить источникомъ образованія связаннаго азота для растеній.

Мы видимъ такимъ образомъ, что весь запасъ связаннаго азота постоянно увеличивается изъ двухъ источниковъ. Органическая жизнь на нашей планетѣ должна бы такимъ образомъ развиваться съ постоянно увеличивающеюся роскошью и обиліемъ, еслибы не дѣйствовали другія причины, вслѣдствіе которыхъ связанный азотъ наоборотъ дѣлается опять свободнымъ. Это совершается при *горѣніи*. Введенныя человѣческою рукою сжиганія большихъ лѣсовъ, продолжающіяся цѣлыя тысячелѣтія, представляютъ собою ничто иное, какъ грабежъ запаса связаннаго азота, которому животныя и растенія обязаны своимъ существованіемъ; не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію, что сумма жизни вслѣдствіе этого уменьшается. Плодородіе почвы должно на всемъ земномъ шарѣ уменьшиться. На томъ-же основаніи слѣдуетъ также отвергнуть и вновь предложенное *сжиганіе труповъ*, хотя количество разрушеннаго при этомъ связаннаго азота было бы гораздо меньше, чѣмъ при сжиганіи лѣсовъ. Связанный азотъ разрушается, далѣе, при *взрывѣ пороха* или другихъ взрывчатыхъ веществъ, изъ которыхъ всѣ безъ исключенія составляютъ дериваты азотной кислоты. Одинъ пушечный выстрѣлъ, на который тратится всего лишь 1 фунтъ пороха, разрушаетъ столько связаннаго азота, сколько его содержится въ 3-хъ милліонахъ литровъ атмосфернаго воздуха. Съ этой точки зрѣнія можно утверждать, что каждый выстрѣлъ изъ огнестрѣльнаго оружія убиваетъ, что онъ даже уничтожаетъ одинаковое количество жизни, все равно, попала ли пуля въ живущее существо, или нѣтъ. Смерть индивида не разрушаетъ вѣдь жизни: изъ разложенія тѣла возникаетъ опять столько-же новой жизни. Но если будетъ разрушенъ связанный азотъ, тогда уже положительно уменьшается капиталъ, отъ величины котораго зависитъ сумма жизни.

Остальные 8 элементовъ растеніе получаетъ изъ почвы.

Сѣра распространена въ неодушевленной природѣ и встрѣчается по большей части въ видѣ сѣрнокислыхъ солей, щелочей и щелочныхъ земель. Въ этой формѣ она попадаетъ

въ растеніе и участвуетъ тамъ въ образованіи бѣлковыхъ молекуловъ, въ которыхъ ея находится отъ 0,3—2% по вѣсу. По преимуществу въ видѣ бѣлка сѣра попадаетъ въ животное тѣло, гдѣ значительная часть ея вслѣдствіе расщепленія и окисленія бѣлковъ переходитъ опять въ высшую степень окисленія — въ сѣрную кислоту. Въ этомъ-то видѣ, въ соединеніи со щелочами она оставляетъ тѣло животнаго, чтобы снова начать свой круговоротъ.

Совершенно сходенъ круговоротъ **фосфора**. Этотъ элементъ встрѣчается въ неодушевленной природѣ только въ формѣ высшей степени окисленія — какъ фосфорная кислота, связанная съ основаніями, а именно со щелочами и щелочными землями, и только въ такой формѣ онъ попадаетъ въ растенія.

Какъ ни распространена фосфорная кислота на всей земной поверхности, все-таки содержаніе ея въ большинствѣ земныхъ породъ незначительно. Подобно связанному азоту, и фосфорная кислота можетъ на извѣстномъ полѣ находиться въ столь незначительномъ количествѣ, что невозможно растенію воспользоватся и всѣми остальными питательными веществами. Въ рѣдкихъ случаяхъ тоже самое можно сказать и о калiѣ. Въ другихъ питательныхъ веществахъ никогда не чувствуется недостатка. Поэтому очень важно для сельскаго хозяйства опредѣлить точно, какое изъ этихъ трехъ питательныхъ веществъ составляетъ въ данной мѣстности minimum. *Плодородіе почвы пропорціонально количеству даннаго вещества, находящагося въ minimum'ѣ.* — Это важный законъ, извѣстный въ земледѣльческой химіи подъ названіемъ «закона minimum'а» Питательное вещество, составляющее minimum въ данной почвѣ, должно быть искусственно доставлено. Это относится преимущественно къ фосфорной кислотѣ; вотъ почему удобряютъ землю костяною мукою, апатитомъ и. т. п.

Въ растеніи фосфорная кислота участвуетъ въ образованіи очень сложныхъ соединеній: лецитина и различныхъ нуклеиновъ, составляющихъ интегральныя составныя части каждой растительной и животной клѣтки. Въ этихъ соединеніяхъ и лишь въ меньшемъ количествѣ, какъ фосфорнокислыя соли фосфоръ проникаетъ вмѣстѣ съ растительною пищею въ животное тѣло и оставляетъ его въ той же самой формѣ, въ какой онъ вступилъ въ растеніе — какъ фосфорокислая соль.

Круговращеніе **хлора** довольно просто. Онъ встрѣчается въ природѣ только въ видѣ солей, связанный преимущественно съ натріемъ и каліемъ. Въ этомъ видѣ онъ и вступаетъ въ круговоротъ жизни и оставляетъ его. Въ образованіи органическихъ соединеній онъ не принимаетъ никакого участія.

Тоже самое относится къ **калію**, **натрію**, **кальцію** и **магнію.** Они встрѣчаются въ неодушевленной природѣ только въ видѣ солей, въ такомъ-же видѣ поступаютъ въ растенія, образуютъ съ органическими веществами лишь весьма нестойкія соединенія и оставляютъ животное тѣло опять-таки въ видѣ солей.

Желѣзо никогда не встрѣчается на поверхности нашей земли въ видѣ свободнаго металла, а только, главнымъ образомъ, въ связи съ кислородомъ въ видѣ закиси и окиси. Изъ обоихъ этихъ соединеній первое играетъ роль сильнаго основанія и образуетъ со всѣми кислотами нейтральныя соли. Окись желѣза, наоборотъ, представляетъ слабое основаніе и не въ состояніи соединяться особенно съ углекислотою. При разложеніи силикатовъ закиси желѣза углекислотою воздуха образуется углекислая закись желѣза, растворимая въ водѣ, содержащей углекислоту и разносимая въ почвѣ повсюду вмѣстѣ съ водою. Но какъ только она приходитъ въ соприкосновеніе съ атмосфернымъ воздухомъ, она окисляется до окиси, углекислота дѣлается свободною и возвращается обратно въ атмосферу. Окись же, приходя въ соприкосновеніе съ разлагающимися органическими веществами, возстановляется и уносится водою въ видѣ углекислой закиси желѣза, пока опять не придетъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ, не превратится въ окись и не станетъ снова служить для окисленія растительныхъ и животныхъ остатковъ. *Желѣзо служитъ такимъ образомъ неутомимымъ переносителемъ кислорода.* Благодаря желѣзу, углеродъ нигдѣ не отлагается въ землѣ; онъ постоянно возвращается снова въ атмосферу и снова начинаетъ круговоротъ жизни.

Немного сложнѣе представляется процессъ перенесенія кислорода при одновременномъ участіи сѣры. *Сѣра также служитъ переносителемъ кислорода.* Если разлагающіяся органическія вещества встрѣчаются одновременно съ окисью или закисью желѣза и съ сѣрнокислыми солями, какъ на-

примѣръ съ гипсомъ, то кислородъ отнимается вполнѣ не только у желѣза, но и у сѣры; образуется сѣрное желѣзо. Послѣднее можетъ при доступѣ воздуха опять окислиться въ сѣрную кислоту и окись желѣза и снова дѣйствовать, какъ переноситель кислорода. Сѣру для образованія сѣрнаго желѣза могутъ доставлять и разлагающіеся животные и растительные остатки сами по себѣ, такъ какъ въ нихъ всегда находится сѣрусодержащій бѣлокъ. Въ сущности это одинъ и тотъ же процессъ, ибо органическія сѣрныя соединенія образовались въ растеніи вслѣдствіе возстановленія сѣрнокислыхъ солей.

Совершенно ту-же самую роль, какую играетъ желѣзо въ земной корѣ, играетъ оно и въ нашемъ организмѣ, а именно: роль переносителя кислорода. Однако въ нашемъ организмѣ желѣзо не находится ни въ видѣ закиси, ни въ видѣ окиси, а только въ видѣ органическаго соединенія, которое оказывается самымъ сложнымъ изъ всѣхъ доселѣ точнѣе изслѣдованныхъ и содержитъ въ своемъ молекулѣ покрайней мѣрѣ 700 атомовъ углерода. Это — красное красящее вещество крови, — г е м о г л о б и н ъ, которое въ видѣ окиси гемоглобина представляетъ собою свободное соединеніе кислорода и играетъ роль окиси, а, какъ возстановленный гемоглобинъ, играетъ роль закиси. Гемоглобинъ также содержитъ сѣру и очень возможно, что и сѣра въ гемоглобинѣ — да и вообще во всѣхъ бѣлковыхъ веществахъ — сохранила свою роль, какъ переноситель кислорода. Желѣзо само по себѣ не обнаруживаетъ во всякомъ случаѣ этого свойства. Для этого количество свободно связаннаго кислорода слишкомъ велико, о чемъ впослѣдствіи будетъ сказано подробнѣе (сравни 14 лекцію).

Громадная величина молекула гемоглобина находитъ себѣ телеологическое объясненіе, если примемъ во вниманіе, что желѣзо въ 8 разъ тяжеле воды. Только благодаря принятію его въ столь большой органическій молекулъ могло образоваться соединеніе желѣза, которое свободно разносится по сосудамъ вмѣстѣ съ кровянымъ токомъ. Гемоглобинъ образуется лишь въ животномъ тѣлѣ. Въ растеніяхъ его нѣтъ. Растеніе обладаетъ способностью ассимилировать неорганическія соединенія желѣза и употреблять ихъ на построеніе сложныхъ не изслѣдованныхъ еще точнѣе органическихъ соединеній изъ которыхъ и образуется въ животномъ тѣлѣ гемоглобинъ (срв. лекцію 6).

Въ растеніи желѣзо играетъ также важную роль; мы знаемъ, что образованіе хлорофилловыхъ зернъ не можетъ совершаться безъ его присутствія. Если заставить растенія развиваться къ свободныхъ отъ желѣза питательныхъ соляныхъ растворахъ, то листья ихъ безцвѣтны, но тотчасъ зеленѣютъ, какъ только прибавить любой соли желѣза къ раствору, въ который погруженъ корень. Достаточно даже смазать безцвѣтный листъ растворомъ той или другой соли желѣза для того, чтобы обмазанное мѣсто позеленѣло чрезъ нѣкоторое время. Хлорофиллъ самъ по себѣ свободенъ отъ желѣза, и мы не знаемъ, въ какой связи находится образованіе хлорофилла съ подвозомъ желѣза.

Въ какой формѣ и какими путями желѣзо оставляетъ животное тѣло, пока еще не извѣстно. Моча содержитъ постоянно лишь невѣсомыя количества желѣза, по всей вѣроятности въ видѣ органическано соединенія. Экскременты содержатъ всегда значительныя количества сѣрнаго желѣза. Нельзя однако рѣшить, сколько здѣсь невсосаннаго желѣза и сколько здѣсь выдѣлившагося вмѣстѣ съ почечнымъ эпителіемъ (ср. 6 лекцію). Внѣ тѣла сѣрное желѣзо переходитъ, благодаря атмосферному кислороду, въ сѣрную кислоту и окись желѣза, и круговращеніе его такимъ образомъ закончено.

Кромѣ названныхъ 12 элементовъ, доказано еще присутствіе слѣдующихъ элементовъ въ большей или меньшей части организмовъ, не во всѣхъ однако какъ безусловно необходимыя составныя части: кремній, фторъ, бромъ, іодъ, алюминій, марганецъ и мѣдь.

Кремній въ свободномъ видѣ не встрѣчается; онъ находится только въ видѣ кремневой кислоты. Это соединеніе принадлежитъ, какъ уже сказано, къ самымъ распространеннымъ составнымъ частямъ нашей земной коры. Щелочныя соли кремневой кислоты растворяются въ водѣ, и свободная кислота, если она будетъ вытѣснена углекислотою изъ извѣстныхъ силикатовъ, является прежде всего въ видѣ гидрата кислоты, въ видѣ коллоиднаго, на видъ растворенаго видоизмѣненія (ср. 4 лекцію). Въ обѣихъ этихъ формахъ воспринимается по всей вѣроятности кремневая кислота растеніями. Высшія растенія содержатъ повидимому всѣ кремневую кислоту. Между тайнобрачными отличаются хвощи своимъ богатымъ содержаніемъ кремнія. Извѣстныя

одноклѣточныя поросли, Діатомеи, окружены панцыремъ изъ кремневой кислоты. Лишь въ золѣ нѣкоторыхъ грибовъ отсутствуетъ, будто-бы, кремневая кислота.

Кажется однако, что кремневая кислота не играетъ важной роли въ жизненномъ процессѣ высшихъ растеній. Въ пользу этого говорятъ слѣдующіе опыты надъ богатыми кремніемъ злаками: пшеницею, овсомъ, маисомъ и ячменемъ. Если заставить эти растенія расти въ свободныхъ отъ кремневой кислоты питательныхъ соляныхъ растворахъ, такъ что они могутъ воспринимать только крайне незначительныя количества этой кислоты, происходящей отъ стекляннаго сосуда, въ который налитъ растворъ, то они вполнѣ разовьются и не проявятъ никакой ненормальности во всѣхъ фазахъ своего развитія. Въ золѣ выращенныхъ такимъ образомъ, нормально образовавшихся маисовыхъ растеній оказалось лишь 0,7 % кремневой кислоты, между тѣмъ какъ при обыкновенныхъ условіяхъ питанія въ ней содержится среднимъ числомъ 2 %[2])

Содержится ли кремній въ растеніяхъ только въ видѣ кремневой кислоты или-же въ видѣ болѣе сложныхъ соединеній — еще не рѣшено. Кремній — 4-хъ атомный элементъ, какъ и углеродъ. Составъ кремневой кислоты вполнѣ аналогиченъ составу углекислоты; можно было поэтому предполагать, что кремній способенъ образовать многочисленныя соединенія, стоящія въ такомъ-же отношеніи къ кремневой кислотѣ, какъ органическія соединенія къ углекислотѣ.

И въ самомъ дѣлѣ Friedel'y[1]) и Ladenburg'y[2]) удалось получить цѣлый рядъ такихъ соединеній. Но въ растеніяхъ, не смотря на многочисленныя изслѣдованія, не удалось до сихъ поръ доказать присутствія такихъ соединеній.[3])

Вмѣстѣ съ растительною пищею кремневая кислота вступаетъ въ животное тѣло. Она всасывается изъ кишечника и распространяется по всѣмъ тканямъ. Поэтому незначительные слѣды ея можно доказать во всѣхъ органахъ.

---

1) Sachs. Flora 1862 S. 52 und Wochenblatt der Annalen der Landwirthschaft 1862 S. 184.

2) C. Friedel und A. Ladenburg. Compt. rend. T. 66, p. 818 1868, und T. 68, p. 920, 1869. Berichte der deutschen chem. Ges. 1871, S. 901, und 1872. S. 319 und 1081 und die folgenden Jahrgänge.

3) Ladenburg. Berichte der deutschen chem. Ges. Bd. 5, S. 568, 1872. W. Lange, ebend. Bd. 11, S. 822, 1878.

Она переходитъ въ значительномъ количествѣ въ мочу травоядныхъ и образуетъ иногда у овецъ мочевые камни. Кажется однако, что она имѣетъ значеніе только для развитія волосъ и перьевъ, зола которыхъ всегда ею богата. Постоянное присутствіе ея въ куриныхъ яйцахъ говоритъ въ пользу того, что для развитія птицъ необходимо присутствіе кремневой кислоты.

Относительно **фтора** доказано, что онъ является составною частью нѣкоторыхъ растеній и животныхъ, но всегда въ очень незначительномъ количествѣ. Доказать его присутствіе трудно [1]) и быть можетъ, что распространеніе его въ организмахъ гораздо значительнѣе, чѣмъ можно бы ожидать на основаніи прежнихъ работъ. Въ тѣлѣ человѣка и млекопитающихъ онъ постоянно находится въ костяхъ и зубахъ, хотя въ столь малыхъ количествахъ, что ихъ нельзя опредѣлить. И въ крови млекопитающихъ и птицъ доказано будто-бы его присутствіе.[2])

Въ почвѣ фторъ распространенъ повсюду хотя и въ незначительномъ количествѣ въ видѣ плавиковаго шпата и апатита. Растенія поэтому никогда не терпятъ въ немъ недостатка. Иначе можетъ быть обстоитъ дѣло съ пищею человѣка и животныхъ. Было бы чрезвычайно интересно опредѣлить точно содержаніе фтора въ нашихъ пищевыхъ веществахъ и показать, на сколько мы нуждаемся въ этомъ питательномъ веществѣ. Вышеупомянутый законъ minimum'а, управляющій ростомъ растеній, относится во всякомъ случаѣ и къ растущему животному. Очень возможно, что молоко, несмотря на все его богатство драгоцѣннѣйшими питательными составными частями, можетъ все таки оказаться негоднымъ для роста младенца исключительно только потому, что оно будетъ лишено необходимыхъ слѣдовъ фтора.

Бромъ и іодъ содержатся во многихъ морскихъ растеніяхъ и переходятъ также въ органы морскихъ животныхъ. Значеніе ихъ для какихъ либо жизненныхъ отправленій — не извѣстно.

Алюминій принадлежитъ къ самымъ распространеннымъ элементамъ. Полуторная окись его — глиноземъ на-

1) См. G. Tammann. Zeitschrift für analyt. Chemie, Bd. 24, S. 328, 1885. Тамъ же указана прежняя литература о методѣ доказательства присутствія фтора.

2) G. Wilson. Trans. of the Brit. ass. for the adv. of sc. 1851, p. 67. J. Niclès, Compt. rend. T. 43, p. 885, 1856.

ходится связанною съ кремневою кислотой почти во всѣхъ кристаллическихъ горныхъ породахъ, составляющихъ большую часть огромныхъ горныхъ хребтовъ нашей земли. Вмѣстѣ съ продуктами вывѣтриванія этихъ горныхъ породъ глиноземъ распространенъ по всей земной поверхности и находится повсюду въ обильномъ количествѣ въ питательной почвѣ растеній. По этому кажется страннымъ, что глиноземъ почти вовсе не принимаетъ участія въ обмѣнѣ веществъ у живущихъ существъ. Въ значительномъ количествѣ доказано до сихъ поръ съ достовѣрностью присутствіе его только въ немногихъ растеніяхъ, главнымъ образомъ въ нѣкоторыхъ видахъ ликоподія, въ которыхъ онъ составляетъ до 57% золы. Необходимъ — ли онъ для этихъ видовъ растеній и какое значеніе онъ для нихъ имѣетъ, намъ неизвѣстно. Для рѣшенія этого вопроса не произведены пока никакіе опыты. Въ животномъ тѣлѣ присутствіе глинозема до сихъ поръ не доказано.

Марганецъ находится въ золѣ нѣкоторыхъ растеній въ значительномъ количествѣ; все-таки не удалось изслѣдовать значеніе его для жизненнаго процесса. Слѣды этого металла сильно распространены и въ растительномъ царствѣ, откуда онъ иногда попадаетъ въ животное тѣло.

Въ незначительныхъ количествахъ попадается иногда и большинство остальныхъ металловъ въ растеніяхъ и животныхъ. Между тѣмъ ихъ нельзя считать интегральными составными частями этихъ организмовъ.

Достойно вниманія появленіе слѣдовъ **мѣди** въ крови нѣкоторыхъ головоногихъ и ракообразныхъ. Кажется, что этотъ металлъ содержится тамъ въ видѣ органическаго соединенія и играетъ такую-же роль переносителя кислорода, какъ желѣзо въ гемоглобинѣ. Кровь этихъ животныхъ окрашена въ синій цвѣтъ, но обезцвѣчивается, если отнять у нея кислородъ чрезъ выкачиваніе, проведеніе другихъ газовъ или дѣйствіемъ возстановляющихъ агентовъ. При взбалтываніи съ воздухомъ она опять окрашивается въ синій цвѣтъ. Новѣйшія изслѣдованія объ этомъ предметѣ принадлежатъ Frédéricq'у, [1]) въ сообщеніи котораго сопоставлена также вся прежняя литература.

1) Léon Frédéricq. Bulletins de l' ac. roy. de Belgique. 2 Sér. T. 46 Nr. 11. 1878. Compt. rend T. 87 p. 996. 1878.

ЛЕКЦІЯ III[ая].

Сохраненіе силы [1]).

Въ тѣснѣйшей связи съ круговращеніемъ элементовъ стоитъ круговращеніе силы. Но послѣднее не оканчивается на землѣ. Вмѣстѣ съ солнечнымъ свѣтомъ сила стремится къ нашей планетѣ и, совершивъ свой путь черезъ растительную и животную жизнь, возвращается опять въ неизмѣримое міровое пространство.

Сила, какъ и матерія, нисколько не можетъ быть уничтожена. Сама по себѣ сила не поддается прямому наблюденію и изслѣдованію; мы знаемъ о ней только то, что она служитъ причиною движенія. Относительно-же движенія можно сказать, что оно никогда не уничтожается. Вездѣ, гдѣ только прекращается движеніе, прекращеніе это только кажущееся. Видимое для насъ движеніе матеріальныхъ массъ превращается или въ движеніе малѣйшихъ частицъ, массы атомовъ, или-же въ скрытое движеніе, въ такъ называемую, «**силу напряженія**,» изъ которой, при благопріятныхъ условіяхъ, во всякое время можетъ опять образоваться то-же самое количество движенія.

Если камень падаетъ на землю и остается въ покоѣ, то движеніе все-таки еще не уничтожено. То мѣсто, на которое камень упалъ, да и самъ камень нагрѣваются, а теплота, какъ извѣстно, есть своего рода движеніе. Если бросить камень вертикально вверхъ, то онъ подымается все съболѣе и болѣе уменьшающейся скоростью и, наконецъ, останавливается. Въ этотъ моментъ движеніе его скрыто; оно со-

1) Безъ основательнаго знанія закона сохраненія силы немыслимо успѣшное изученіе физіологіи. Знаніе это пріобрѣтается серьезнымъ изученіемъ математики и физики. Для начинающаго, который до сихъ поръ не успѣлъ пріобрѣсти этихъ познаній, да послужитъ настоящая лекція источникомъ предварительныхъ свѣдѣній.

держится въ немъ въ видѣ силы напряженія. Благодаря этой силѣ напряженія, онъ движется теперь обратно и падаетъ внизъ точь въ точь съ такою-же скоростью, съ какою онъ началъ подыматься. При подыманіи камня вверхъ, сила движенія такъ называется, «Живая сила», превращается въ силу напряженія; при паденіи — сила напряженія превращается въ живую силу. Превращеніе живой силы въ силу напряженія называютъ «**работой**», а, какъ извѣстно, механика учитъ, что работа измѣряется произведеніемъ изъ поднятнаго вѣса на высоту поднятія и что она всегда равна живой силѣ, которая измѣряется произведеніемъ изъ половины массы на квадратъ скорости. Если подпереть брошенный вверхъ камень въ тотъ моментъ, когда онъ достигаетъ самой высшей точки и останавливается, то сила можетъ оставаться въ немъ неограниченное время накопленною въ видѣ силы напряженія. Но какъ только онъ будетъ лишенъ подпоры, сила напряженія превращается опять въ живую силу: камень падаетъ съ усиливающеюся скоростью и останавливается внизу съ тою же самою скоростью, съ какою онъ началъ подыматься. Такимъ образомъ отъ живой силы ничего не потеряно. При паденіи камня на землю, образуется извѣстное количество теплоты, которой при соотвѣтственныхъ условіяхъ, напр., при посредствѣ паровой машины, могло-бы хватить какъ разъ для того, чтобы поднять тотъ же камень на такую-же высоту, съ какой онъ упалъ на землю. Слѣдовательно, какъ при превращеніи живой силы движущихся массъ въ живую силу движущихся атомовъ, такъ и наоборотъ, не исчезаетъ никакая сила. Многочисленными опытами разныхъ изслѣдователей, произведенными по различнымъ методамъ, доказано, какъ извѣстно, что 425 килограммометровъ работы производятъ единицу теплоты, — т. е., могутъ нагрѣть 1 kgm. воды на 1^0 C. и что достаточно какъ разъ одной единицы теплоты, чтобы произвести обратно 525 килограммометровъ работы.

Если вообразимъ, что чрезъ средину земнаго шара и его центръ тяжести проложена труба, отъ насъ до нашихъ антиподовъ, и что какъ-разъ въ срединѣ этой трубы находится въ покоѣ камень, центръ тяжести котораго совпадаетъ съ центромъ тяжести земли, то камень этотъ долженъ бы оставаться неподвижнымъ въ пространствѣ.

Но если бы тотъ-же камень дѣйствіемъ какой-нибудь

живой силы былъ поднятъ до обращеннаго къ намъ конца трубы, то въ немъ накопился-бы тогда запасъ силы напряженія. Благодаря дѣйствію этой силы напряженія, предоставленный самому себѣ, онъ сталъ-бы немедленно двигаться съ ускоренной скоростью къ срединѣ трубы.

Въ тотъ моментъ, когда центръ его тяжести совпадаетъ съ центромъ тяжести земли, вся сила напряженія оказывается израсходованной; она превращается въ живую силу; камень достигаетъ maximum'а своей скорости. Эта живая сила не можетъ пропасть даромъ, она несетъ камень дальше; она опять превращается въ силу напряженія; производится работа, и камень опять подымается до другаго конца трубы, достигая антиподовъ. Теперь израсходована живая сила, которая содержалась въ видѣ силы напряженія. Отъ ея дѣйствія камень движется опять съ ускоренною скоростью къ центру тяжести земли и поднимается къ намъ съ уменьшающеюся скоростью. И если труба безвоздушна, то камень долженъ вѣчно двигаться вверхъ и внизъ. Отъ его движенія ничто не можетъ быть потеряно. Но если въ трубѣ содержится воздухъ, то камень долженъ постоянно переносить извѣстную часть своей живой силы на отдѣльные молекулы воздуха; амплитуды его качанія вокругъ центра тяжести будутъ все меньше, пока онъ, наконецъ не остановится въ центрѣ тяжести земли. Въ этотъ моментъ вся живая сила движущейся массы камня превратилась въ живую силу движущихся молекуловъ воздуха, которую мы называемъ теплотою. Но потери здѣсь нѣтъ никакой; образовалось при этомъ столько единицъ теплоты, что онѣ соотвѣтствуютъ количеству килограммометровъ работы, произведенной при поднятіи камня отъ центра тяжести земли до конца трубы.

Точно такой-же процессъ, какъ въ этомъ воображаемомъ невыполнимомъ опытѣ, но въ болѣе сложной формѣ, мы наблюдаемъ на каждомъ качающемся маятникѣ. И маятникъ качался бы вѣчно, если бы живая сила его движущейся массы не превращалась въ теплоту вслѣдствіе тренія въ точкѣ привѣса и съ воздухомъ.

Если воспользоваться тою формою живой силы, которую именуютъ электрическимъ токомъ, для разложенія извѣстнаго химическаго соединенія, напр. воды, на его составныя части: водородъ и кислородъ, то повидимому исчезаетъ извѣстная часть живой силы, но это лишь кажется: эта часть живой

силы перешла въ ту форму скрытаго движенія, которую называютъ химическою силою напряженія, и которая вполнѣ аналогична силѣ паденія поднятаго камня. Химическая сила напряженія скоплена въ отдѣльныхъ атомахъ. Если они опять сталкиваются другъ съ другомъ, то сила ихъ столкновенія превращается въ ту форму живой силы, которая является намъ въ видѣ свѣта и теплоты, и которую мы видимъ въ пламени гремучаго газа. Этого количества развившагося свѣта и теплоты достаточно, чтобы произвести въ термическомъ столбѣ ровно столько электрическаго движенія, сколько его было потреблено при разложеніи воды. Потери здѣсь нѣтъ никакой.

Мы видимъ такимъ образомъ, что природа обладаетъ извѣстнымъ запасомъ движущей силы, который никоимъ образомъ не можетъ быть ни увеличенъ, ни уменьшенъ. Какъ только одна часть вещества приходитъ въ покой, другая начинаетъ двигаться. Массовое движеніе переходитъ въ молекулярное, а молекулярное — въ массовое; живая сила превращается въ силу напряженія, а сила напряженія — въ живую силу. *Сумма всѣхъ силъ напряженія и живыхъ силъ всегда остается одна и та-же.* Этотъ законъ называютъ *закономъ сохраненія силы.*

Всѣ движенія на поверхности нашей земли, за исключеніемъ только прилива и отлива, которые находятся въ связи съ вращеніемъ земли вокругъ ея оси, могутъ быть сведены на одинъ общій источникъ — на тепловые и свѣтовые лучи солнца. Вслѣдствіе неравномѣрнаго нагрѣванія различныхъ слоевъ воздуха и воды происходятъ всѣ морскія и воздушныя теченія, бури и вѣтры. Парусныя суда и вѣтряныя мельницы приводятся въ движеніе солнечными лучами. На поверхности водъ образуются вслѣдствіе потребленія живой силы солнечной теплоты водяные пары, которые подымаются въ высшіе слои атмосферы. Какъ только пары эти успѣютъ сгуститься въ верхнихъ, болѣе холодныхъ слояхъ, является опять живая сила эфирной волны въ видѣ живой силы падающей дождевой капли, а если дождевыя капли соберутся вмѣстѣ, тогда эта живая сила является въ видѣ живой силы текущихъ ручьевъ и потоковъ. То, что появляется въ искрѣ мельничнаго камня, есть солнечный свѣтъ; то, что вновь выступаетъ въ нагрѣтыхъ молотахъ, пилахъ, колесахъ, осяхъ и въ кат-

кахъ всѣхъ машинъ, приводимыхъ въ движеніе водою, есть солнечная теплота.

Спрашивается, какъ обстоитъ дѣло съ тѣми силами и движеніями, съ которыми мы встрѣчаемся въ жизненномъ процессѣ организмовъ. Мы видѣли, что растеніе постоянно воспринимаетъ углекислоту и воду и отщепляетъ кислородъ изъ этихъ соединеній, вслѣдствіе чего образуются соединенія, бѣднѣе кислородомъ, имѣющія большое сродство къ нему. Такимъ образомъ въ растеніи накопленъ большой запасъ химическихъ силъ напряженія. Вслѣдствіе сгоранія растенія, т. е. вслѣдствіе соединенія вновь съ отщепленнымъ кислородомъ, мы можемъ опять превратить эту силу напряженія въ теплоту, а теплоту при посредствѣ паровыхъ машинъ въ механическую работу. Что-же составляетъ источникъ этихъ химическихъ силъ напряженія? Изъ ничего онѣ, вѣдь, не могли произойти! Сила вѣчна. Съ пищею не доставляется растеніямъ никакая сила напряженія. Углекислота и вода представляютъ собою насыщенныя соединенія кислорода; онѣ подобно спокойно лежащему на землѣ камню — не могутъ произвести никакого движенія. Лишь послѣ того, какъ вслѣдствіе потребленія живой силы камень былъ поднятъ, онъ можетъ падать; лишь послѣ того, какъ, вслѣдствіе потребленія живой силы кислородъ отдѣленъ отъ углерода въ растеніи, въ немъ могутъ появиться химическія силы напряженія, которыя возможно превратить въ свѣтъ, теплоту и механическую работу. Сила, производящая отщепленіе кислорода въ растеніяхъ, не можетъ опять-таки быть ничто иное, какъ только солнечный свѣтъ. Мы знаемъ, что растеніе отщепляетъ кислородъ только до тѣхъ поръ, пока солнечный свѣтъ его освѣщаетъ, и что количество отщепленнаго кислорода увеличивается и уменьшается пропорціонально напряженію свѣта. Эта пропорціональность доказана Волковымъ [1]) помощью слѣдующаго простаго опыта.

Волковъ сосчиталъ пузырьки газа, подымавшіеся изъ водорослей, когда онѣ были освѣщены. Источникомъ свѣта служила отшлифованная, матовая, стекляная пластинка, освѣщенная солнечнымъ свѣтомъ. Водоросли находились въ подвижномъ, стекляномъ сосудѣ, разстояніе котораго отъ источника свѣта могло быть произвольно измѣняемо. На-

1) Al. von Wolkoff. Jahrb. f. wissensch. Botanik Bd. 5, S. 1, 1866.

пряженіе свѣта, какъ извѣстно, обратно пропорціонально квадрату разстоянія отъ свѣтящейся точки. Волковъ нашелъ, что увеличеніе и уменьшеніе числа пузырьковъ кислорода находится въ прямой зависимости отъ напряженія свѣта.

Такой же результатъ полученъ van Tieghem'омъ [1]) при примѣненіи земныхъ источниковъ свѣта; число газовыхъ пузырьковъ, развивавшихся изъ водорослей, уменьшалось съ квадратомъ разстоянія отъ свѣчи.

Не подлежитъ такимъ образомъ сомнѣнію, что всѣ силы напряженія растительныхъ веществъ представляютъ собою превращенный солнечный свѣтъ. То, что появляется вновь въ пламени горящихъ дровъ, есть солнечный свѣтъ. То, что освѣщаетъ насъ, какъ газовое или керосинное пламя, есть солнечный свѣтъ. Тотъ-же самый свѣтъ, который въ данную минуту освѣщаетъ нашу комнату, освѣщалъ уже нашу землю милліоны и милліарды лѣтъ тому назадъ; милліоны лѣтъ покоился онъ въ землѣ, и въ данный моментъ опять появляется. Весь громадный запасъ силъ, хранящійся въ громадныхъ залежахъ каменнаго угля и приводящій въ движеніе всѣ машины, фабрики и локомотивы есть ничто иное, какъ фиксированная живая сила солнечнаго свѣта, освѣщавшаго нѣкогда богато разроставшіяся растенія первоначальнаго міра.

Образованныя растеніемъ вещества служатъ пищею животному. Кислородъ, освобожденный въ растеніи, благодаря живой силѣ солнечнаго свѣта, изъ воды и углекислоты, соединяется вновь въ животномъ тѣлѣ съ образовавшимися вслѣдствіе этого соединеніями, которыя бѣднѣе кислородомъ, и, какъ окончательные продукты этого соединенія, выдѣляются опять углекислота и вода, тѣ-же самыя простыя вещества, которыя служатъ пищею растенію. Химическая сила напряженія пищи такимъ образомъ потреблена. Но такъ какъ сила не можетъ исчезнуть, то мы должны ожидать появленія эквивалентнаго количества другихъ силъ въ животномъ тѣлѣ. Въ самомъ дѣлѣ мы знаемъ, что всѣ животныя обладаютъ, во первыхъ, температурою, превышающею температуру окружающей ихъ среды, что они, слѣдовательно, постоянно образуютъ теплоту, и что, во вторыхъ, они производятъ движенія, совершаютъ работу.

---

1) Van Tieghem. Compt. rend. T. 69, p. 482, 1869

Сумма произведенной даннымъ животнымъ тѣломъ работы и отданной имъ теплоты должна быть поэтому точь въ точь эквивалентна воспринятой вмѣстѣ съ пищею химической силѣ напряженія, а также живой силѣ солнечнаго свѣта, потребленной при производствѣ этой силы напряженія въ растеніи.

Трудности, встрѣчающіяся при точномъ экспериментальномъ доказательствѣ этой эквивалентности, чрезвычайно велики. Но прямые опыты, произведенные въ предѣлахъ достигнутой до сихъ поръ точности, учатъ, что такая эквивалентность на самомъ дѣлѣ существуетъ, что сумма произведенной извѣстнымъ животнымъ теплоты и работы, выраженная въ единицахъ теплоты, равна количеству теплоты, которое доставляетъ пища животнаго при своемъ сгараніи внѣ организма.

Первый опытъ такого рода сдѣланъ Lavoisier'омъ[1]) еще въ 1780 г. Задача состояла въ томъ, чтобы доказать, будто сгараніе является единственнымъ источникомъ животной теплоты. Морская свинка была помѣщаема въ калориметръ со льдомъ, и взвѣшивалось потомъ количество воды, образовавшейся въ теченіи 10 час. вслѣдствіе таянія льда; количество это равнялось 341,08 grm. Та-же самая морская свинка была потомъ помѣщаема подъ колоколъ, замкнутый ртутью. Черезъ колоколъ проведенъ былъ токъ воздуха, проходившій потомъ черезъ ѣдкое кали для поглощенія углекислоты, которая опредѣлялась количественно. Изъ многихъ опытовъ найдено среднимъ числомъ, что морская свинка въ теченіи 10 часовъ выдѣлила 3,333 grm. углерода въ видѣ углекислоты. Теплота сгаранія угля была опредѣлена еще раньше Lavoisier'омъ и de la Place'омъ съ помощью ледянаго калориметра. Изъ найденныхъ ими чиселъ было вычислено, что 326,75 grm. льда таютъ отъ 3,333 grm. углерода. Еслибы предположеніе Lavoisier'а, будто животная теплота происходитъ отъ сгаранія углерода питательныхъ веществъ, было справедливо, то тогда количества теплоты, или-же растаявшаго льда, найденныя при опытѣ надъ животнымъ и при сгараніи угля, должны быть одинаковы при одинаковомъ развитіи углекислоты. На самомъ же дѣлѣ найдено.

$$\frac{326{,}75}{341{,}08} = 0{,}96$$

1) Lavoisier et de la Place, Mémoires de l'acad. royale des sciences Année 1780 p. 355.

Что совпаденіе это столь рѣзко — не болѣе, какъ простая случайность. Всякій, снабженный нашими теперешними познаніями, легко откроетъ безчисленные источники ошибокъ при обсужденіи этого опыта. Но главные недостатки нисколько не ускользнули отъ свѣтлаго ума Lavoisier'a. Lavoisier открылъ еще раньше, что не весь вдыхаемый кислородъ появляется вновь въ выдыхаемой углекислотѣ, и высказалъ поэтому предположеніе, что исчезнувшій кислородъ служитъ для образованія воды. Lavoisier наблюдалъ дальше, что температура животнаго тѣла въ калориметрѣ со льдомъ подъ конецъ опыта меньше, чѣмъ въ началѣ его, что животное, слѣдовательно, отдаетъ во время опыта часть своей теплоты, происшедшей отъ сгаранія, имѣвшаго мѣсто до опыта, и которая такимъ образомъ не соотвѣтствовала выдѣленной во время опыта углекислотѣ. По обѣимъ этимъ причинамъ найденное количество образовавшейся отъ таянія льда воды должно было быть больше, чѣмъ это соотвѣтствовало образовавшейся углекислотѣ.

Парижская академія сознала очень скоро, что опыты Lavoisier'a нуждаются въ точной провѣркѣ; она назначила въ 1822 г. премію за работу «объ источникѣ животной теплоты». Явились два соискателя: Despretz и Dulong. Премія была назначена Despretz'y, и работа его появилась въ 1824 г.[1]). Работа Dulong'a, произведенная по тому-же принципу, была напечатана лишь послѣ его смерти[2]).

Оба изслѣдователя пользовались водянымъ калориметромъ. Изъ газометра проведенъ былъ черезъ дыхательную среду животнаго въ калориметръ атмосферный воздухъ, переходившій потомъ въ другой газометръ, слѣдовательно можно было такимъ образомъ опредѣлить количество и составъ приводимаго воздуха и сравнить съ количествомъ и составомъ отводимаго. Благодаря этому, было опредѣлено количество потребленнаго кислорода и образовавшейся углекислоты. Послѣдней было меньше, чѣмъ бы слѣдовало ожидать по количеству потребленнаго кислорода. Излишекъ послѣдняго

1) Despretz. Recherches expérimentales sur les causes de la chaleur animale. Paris 1824. Также въ Ann. d. chim. et de phys. T. 26, p. 337. 1824.

2) Dulong. Mémoire sur la chaleur animale. Ann. de chim. et de phys. Série III. T. I. p. 440. 1841. Сравни также Recherches sur la chaleur, trouvées dans les papiers de M Dulong. Ann. de chim. et de phys. Série III. T. VIII. p. 180. 1843.

считался потребленнымъ на сгараніе водорода. Для выраженія теплоты сгаранія водорода и углерода взяты были числа, полученныя Lavoisier'омъ и la Place'омъ. Вычисленное такимъ образомъ количество теплоты было сравнено съ количествомъ ея, найденнымъ въ калориметрѣ. Какъ Despretz, такъ и Dulong нашли, что первое число меньше послѣдняго. Вычисленное количество составляло въ опытахъ Dulong'a отъ 68,8 до 83,3 % найденнаго, а въ опытахъ Despretz'a отъ 74,0 до 90,4 %.

Между многочисленными источниками ошибокъ при этихъ вычисленіяхъ нужно указать слѣдующіе, какъ самые главные: 1) положенныя въ основаніе этого вычисленія числа Lavoisier и la Place'a были слишкомъ малы, какъ показали позднѣйшія, болѣе точныя, опредѣленія; 2) теплота сгаранія пищевыхъ веществъ не равна теплотѣ сгаранія ихъ элементовъ, а немного меньше ея, потому что извѣстная доля живой силы потребляется на отдѣленіе элементовъ другъ отъ друга; 3) количество выдыхаемой углекислоты должно было быть найдено слишкомъ малымъ, такъ какъ газъ въ газометрѣ собирался надъ водою, а вода, какъ извѣстно, поглощаетъ вѣдь углекислоту; 4) время производства опыта было слишкомъ коротко — всего 2 часа. Процесса сгыранія и восприиманія кислорода или выдѣленія углекислоты не во всякій моментъ пропорціональны другъ другу. Только въ болѣе значительные промежутки времени имѣетъ мѣсто приблизительная пропорціональность. Количество содержавшагося въ тканяхъ тѣла кислорода и углекислоты и количество промежуточныхъ степеней сгаранія въ разныя времена — различно.

Числа Dulong'a и Despretz'a провѣрены были потомъ Gavarret,[1]) при чемъ обращено было вниманіе на источники нѣкоторыхъ ошибокъ; вмѣсто полученныхъ Despretz'омъ 74, 0—90, 4 % найдено было Gavarret 84, 7 — 101, 8, или въ среднемъ выводѣ **92, 3** %.

Движенія, совершаемыя въ калориметрѣ, должны почти всецѣло явиться наблюдателю въ видѣ теплоты; они непремѣнно должны были превратиться въ теплоту вслѣдствіе взаимнаго тренія приводимыхъ въ движеніе органовъ; далѣе, вслѣдствіе тренія животнаго о стѣнки клѣтки,

1) Gavarret. De la chaleur produite par les êtres vivants. 1855.

вслѣдствіе тренія отъ постоянныхъ сотрясеній воды въ калориметрѣ.

Болѣе точные опыты, какіе могли бы быть совершены при современныхъ нашихъ познаніяхъ и вспомогательныхъ средствахъ, еще не сдѣланы. Полученные пока результаты убѣдили насъ вполнѣ въ томъ, что законъ сохраненія силы имѣетъ полное значеніе и въ области животной жизни. Теплота нашего тѣла, наши движенія, всѣ наши жизненныя отправленія, на сколько они удобопостижимы для нашихъ чувствъ — ничто иное, какъ превращенный солнечный свѣтъ.

Спрашивается еще: что представляетъ собою наша душевная жизнь? Наши чувственныя ощущенія, чувства, аффекты, побужденія, представленія — представляютъ-ли они собою также измѣненный солнечный свѣтъ? Или-же мы должны принять, что міръ внутренняго чувства не повинуется великому общему закону, которому съ одинаковою неумолимою необходимостью повинуется весь міръ наружныхъ чувствъ?

Что между психическими процессами и извѣстными матеріальными проявленіями движеній въ нашемъ тѣлѣ существуетъ извѣстная причинная связь, не подлежитъ сомнѣнію. Чувственное ощущеніе вызывается вслѣдствіе проявленія движенія въ нервной системѣ. Слѣдствіемъ импульса воли является мышечное сокращеніе.

Спрашивается только, какого рода эта причинная связь? Такого-ли она рода, какъ этого требуетъ законъ сохраненія силы, именно, что между причиною и дѣйствіемъ существуетъ пропорціональность, эквивалентность? Или-же имѣется еще и другіе роды причинной связи?

Прежде всего мы должны сдѣлать строгое разграниченіе между причиною въ болѣе тѣсномъ смыслѣ и поводомъ. Для уразумѣнія физіологическихъ явленій это разграниченіе чрезвычайно важно. Я позволю себѣ поэтому привести нѣсколько примѣровъ.

Перерѣзываніе нити, на которой повѣшена гиря, обыкновенно считаютъ причиною паденія. Но причиною является здѣсь собственно произведенная при поднятіи гири работа, которая пропорціональна живой силѣ падающей гири. Если поднятіе было совершено мышечной силою, то послѣдняя имѣетъ своимъ источникомъ химическія силы на-

пряженія пищи, происшедшія въ жизни растеній изъ живой силы солнечнаго свѣта. Если падающая гиря ударяетъ о землю, то солнечный свѣтъ появляется вновь въ видѣ теплоты. Всѣ эти силы: живая сила солнечнаго свѣта, химическая сила напряженія пищи, живая сила мышечнаго движенія, сила напряженія поднятой и живая сила падающей гири, наконецъ теплота, являющаяся при превращеніи движенія массы въ движеніе атомовъ — всѣ онѣ въ тѣсномъ смыслѣ этого слова относятся другъ къ другу, какъ причина къ дѣйствію; количественно онѣ равны между собою; онѣ представляютъ собою одну и ту же вещь, являющуюся только въ различномъ видѣ. Дѣйствіе появляется лишь по мѣрѣ исчезновенія причины въ болѣе тѣсномъ смыслѣ слова; дѣйствіе есть поэтому сама причина, но въ измѣненной формѣ. Перерѣзываніе нити служитъ лишь толчкомъ, поводомъ къ превращенію причины въ дѣйствіе, силы напряженія въ живую силу. Поводъ, — иначе называемый — «освобождающею силою» — не находится ни въ какомъ количественномъ отношеніи къ дѣйствію. Мы можемъ повѣсить гирю на тонкой нити и перерѣзать послѣднюю бритвою, или-же мы можемъ повѣсить ту-же самую гирю на толстомъ канатѣ и пострѣлить его пушечнымъ ядромъ — въ обоихъ случаяхъ живая сила падающей гири остается одна и та-же.

Движеніе локомотива есть видоизмѣненная теплота; теплота образуется изъ химическихъ силъ напряженія вслѣдствіе сродства топлива къ кислороду; химическія силы напряженія — это видоизмѣненный солнечный свѣтъ. Живая сила двигающагося локомотива вся цѣликомъ употребляется на преодолѣніе тренія. Теплота, производящая движеніе локомотива, проявляется вновь въ нагрѣтыхъ рельсахъ, колесахъ и осяхъ. Это та-же самая теплота, которая произвела въ видѣ солнечнаго свѣта химическую силу напряженія въ растеніи. Солнечный свѣтъ, химическая сила напряженія топлива, теплота печи, живая сила локомотива, теплота отъ тренія, всѣ они количественно равны другъ другу и въ сущности представляютъ собою одно и тоже. Пламя-же, появляющееся при затапливаніи печи, служитъ только поводомъ къ превращенію химической силы напряженія въ теплоту; количество произведенной теплоты не зависитъ отъ нея.

Одною горящею спичкою можно зажечь 1 фунтъ или 1000 фунтовъ дровъ, можно зажечь даже цѣлый лѣсъ: раз-

вивающаяся теплота пропорціональна только количеству потребленной химической силы напряженія; она совершенно независима отъ количества «освобождающей силы.»

При выстрѣлѣ изъ пушки живая сила вылетающаго ядра пропорціональна количеству пороха. Химическая сила напряженія въ порохѣ служитъ здѣсь причиною въ болѣе тѣсномъ смыслѣ. Теплота-же искры, упавшей на затравку, составляетъ поводъ.

Нѣсколько сложнѣе явленіе на ударномъ ружьѣ. Давленіе на нажимъ служитъ поводомъ къ превращенію химическихъ силъ напряженія въ нажимѣ въ живую силу опускающагося курка. Живая сила, массовое движеніе опускающагося курка, превращается въ молекулярное движеніе, какъ только курокъ встрѣчаетъ сопротивленіе со стороны цилиндра. Это молекулярное движеніе даетъ толчокъ къ превращенію химической силы напряженія въ гремучемъ серебрѣ пистона въ теплоту и свѣтъ. Послѣдніе даютъ толчокъ къ превращенію химическихъ силъ напряженія пороха въ живую силу вылетающей пули.

Кромѣ причины въ болѣе тѣсномъ смыслѣ слова и повода требуется для проявленія извѣстнаго дѣйствія большею частью еще третье обстоятельство, именно т. н. условіе. Такимъ условіемъ являются въ послѣднемъ примѣрѣ для выбрасыванія пули окружающія ее стѣнки ружейнаго ствола, допускающія выходъ лишь по одному направленію. Необходимымъ условіемъ для проявленія опредѣленнаго движенія является всегда извѣстное положеніе окружающихъ предметовъ. Мы должны, слѣдовательно, различать троякаго рода причины: причину въ болѣе тѣсномъ смыслѣ слова, поводъ и условіе.

Я долженъ еще замѣтить, что въ извѣстныхъ исключительныхъ случаяхъ между поводомъ и дѣйствіемъ можетъ существовать пропорціональность. Извѣстнымъ примѣромъ для этого является поднятіе шлюза. Произведенной при поднятіи работѣ пропорціоналенъ поперечный разрѣзъ падающей струи воды и живая сила послѣдней. А все-таки поднятіе шлюза составляетъ лишь поводъ къ превращенію силъ напряженія запруженной воды въ живую силу падающей.

Вообразимъ, что нѣсколько равныхъ гирь повѣшено на одинаковыхъ нитяхъ; произведенная при перерѣзкѣ нитей

работа будетъ тогда пропорціональна числу перерѣзанныхъ нитей, а вмѣстѣ съ тѣмъ и живой силѣ падающихъ гирь. А все-таки перерѣзка нитей является здѣсь лишь поводомъ.

Возвратимся теперь къ вопросу, какого рода причинная связь существуетъ между психическими и физическими явленіями.

Между побужденіемъ воли и мышечнымъ сокращеніемъ нѣтъ, несомнѣнно, такой связи, какая существуетъ между причиною и дѣйствіемъ. Побужденіе воли служитъ лишь толчкомъ. Причиною-же въ болѣе тѣсномъ смыслѣ слова являются химическія силы напряженія питательныхъ веществъ, потребляемыхъ въ мышцахъ, слѣдовательно, — видоизмѣненный солнечный свѣтъ. Но импульсъ воли не даетъ даже непосредственнаго толчка къ превращенію химическихъ силъ напряженія въ живую силу мышцы. По всей вѣроятности въ мозгъ, въ нервную систему и въ мышцу вставлена еще длинная причинная цѣпь проявленій подобно тому, какъ въ приведенномъ примѣрѣ съ ударнымъ ружьемъ.

Гораздо труднѣе рѣшить вопросъ, какого рода причинная связь существуетъ между чувственнымъ раздраженіемъ и чувственнымъ ощущеніемъ. Нѣтъ сомнѣнія, что здѣсь существуютъ количественныя отношенія. Вмѣстѣ съ интенсивностью раздраженія возрастаетъ интенсивность ощущенія. Но по какой функціи? Существуетъ-ли здѣсь простая пропорціональность?

Этого вопроса мы не можемъ рѣшить до тѣхъ поръ, пока мы не найдемъ средства измѣрять интенсивность ощущеній и вообще какихъ бы то ни было психическихъ состояній и проявленій, а при современномъ состояніи человѣческаго знанія и человѣческихъ способностей кажется совершенно немыслимымъ, чтобы подобное средство было когда-нибудь найдено [1]). Поэтому мы и не въ состояніи будемъ рѣшить вопросъ, слѣдуютъ-ли душевныя явленія закону сохраненія силы и составляютъ-ли они видоизмѣненный солнечный свѣтъ.

---

1) Fechner. (Elemente der Psychophysik, Leipzig 1860) принявъ въ основаніе законъ Weber'a, что увеличеніе раздраженія должно возрастать пропорціонально существующему раздраженію для того, чтобы вызвать замѣтное увеличеніе чувствительности, приходитъ къ заключенію, будто ощущенія пропорціональны логариѳмамъ раздраженій. Довольно часто было обращаемо вниманіе на то, что положенное въ основу вычисленія предположеніе, будто замѣчаемыя въ данный моментъ возрастанія ощущеній равны между собою, вполнѣ произвольно. Здѣсь не мѣсто подробнѣе объ этомъ говорить.

Я долженъ замѣтить, что весьма вѣроятно и между раздраженіемъ и ощущеніемъ вставлена цѣпь проявленій въ проводахъ и въ центральномъ органѣ, какъ и между волею и мышечною дѣятельностью. Превращается-ли послѣднее проявленіе движенія, которое достигаетъ центра, какъ посредственное слѣдствіе раздраженія, въ ощущеніе, или-же оно даетъ лишь толчокъ къ проявленію ощущенія — быть можетъ, изъ химическихъ силъ напряженія, — или-же, наконецъ, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ совершенно новымъ, особымъ родомъ причинной связи, — этого мы рѣшить не можемъ.

Тѣмъ не менѣе часто высказывалось предположеніе, что психическимъ отправленіямъ соотвѣтствуетъ потребленіе химическихъ силъ напряженія, питательныхъ веществъ. Думали даже, что можно путемъ опыта доказать вліяніе напряженной умственной дѣятельности на обмѣнъ веществъ, на количество выдѣленныхъ конечныхъ продуктовъ. Всѣ эти опыты невыполнимы вслѣдствіе невозможности измѣрять душевное напряженіе и рѣшить вопросъ, наступаетъ ли увеличеніе или уменьшеніе напряженія. Человѣкъ, запирающійся въ комнатѣ съ намѣреніемъ оставаться совершенно бездѣятельнымъ, можетъ поневолѣ напрягать свои мысли гораздо болѣе, чѣмъ если-бы онъ засѣлъ за книги съ искреннимъ стремленіемъ сосредоточить всѣ свои умственныя силы, не говоря уже о душевныхъ волненіяхъ, которыя по затратѣ силы, вѣроятно, далеко превосходятъ всѣ напряженія умственныхъ силъ и наступленія которыхъ мы не въ состояніи вызвать или-же избѣгнуть по произволу.

Мы должны, далѣе, принять во вниманіе, что вѣсъ мозга составляетъ менѣе 2% вѣса всего тѣла, и что только часть мозга служитъ для умственныхъ отправленій. Если-бы даже обмѣнъ веществъ въ этомъ органѣ при усиленной психической дѣятельности сталъ весьма сильно возрастать, то и тогда еще мы не могли-бы ожидать, чтобы можно было узнать это возрастаніе по увеличенію общаго обмѣна веществъ. И, если-бы можно было доказать это возрастаніе, то изъ этого мы все-таки не въ правѣ были бы заключить, что умственная работа составляетъ видоизмѣненную химическую силу напряженія. Вѣдь возможна здѣсь связь косвенная!

Исходя изъ этихъ точекъ зрѣнія, даже начинающій будетъ въ состояніи отнестись критически къ появившимся до сихъ

поръ работамъ [1]) о вліяніи умственнаго труда на обмѣнъ веществъ. Бросивъ еще разъ взглядъ на все вышесказанное, мы должны указать на слѣдующія выдающіяся противоположности въ обмѣнѣ силъ и веществъ у растеній и животныхъ:

1) Растеніе образуетъ органическія вещества; животное ихъ разрушаетъ. Жизнь растенія представляетъ собою синтетическій процессъ; жизнь животнаго — аналитическій.

2) Жизнь растенія представляетъ собою процессъ возстановленія; жизнь животнаго — процессъ окисленія.

3) Растеніе потребляетъ живую силу и производитъ силу напряженія; животное потребляетъ силу напряженія и производитъ живую силу.

Но «природа не дѣлаетъ скачковъ.» Подобно тому, какъ въ морфологическомъ отношеніи нельзя провести границы между растеніями и животными, точно такъ-же контрастъ по отношенію къ обмѣну силъ и веществъ исчезаетъ совершенно.

Есть одноклѣточныя, свободныя отъ хлорофилла существа: грибки и бактеріи, которые не въ состояніи ассимилировать углерода изъ углекислоты. Углеродъ долженъ быть доставленъ имъ въ видѣ органическихъ соединеній, какъ сахаръ, виннокаменная кислота и т. д. Они, значитъ, сходны съ животными. Но азотъ они могутъ ассимилировать въ видѣ неорганическихъ соединеній, какъ амміакъ, азотная кислота: значитъ, они сходны съ растеніями. Грибки и бактеріи, вызывающіе различные виды броженія и расщепленій, (см. ниже 10 лекцію) потреблютъ химическую силу напряженія и развиваютъ живую силу: теплоту и движеніе; значитъ, они опять таки сходны съ животными. Но синтетическимъ путемъ они образуютъ изъ амміака и сахара бѣлокъ, значитъ, сходны опять-таки съ растеніями. Дальнѣйшія наши соображенія укажутъ на то, что въ каждой клѣткѣ даже выше всего организованныхъ животныхъ на ряду съ процессами расщепленія происходятъ синтетическіе процессы, какъ въ растительныхъ клѣткахъ.

1) Boecker, Beitr. z. Heilkunde 1849. — Hammond, The Americ. journ. of med. sciences 1856 p. 330. — Sam. Haughton, The Dublin quarterly journal of medical science 1860. p. 1. — J. W. Paton, Journ. of anat. and physiolog. V. p. 296. 1871. — Liebermeister, Handb. der Pathol. u. Therap. d. Fiebers. Leipzig 1873. S. 196. — Speck, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. 15. S. 81. 1882.

Въ оплотнѣвшей целлюлозной оболочкѣ каждой растительной клѣтки находится удобосокращаемое протоплазматическое тѣло, которое дышетъ и, подобно всякому животному, производитъ «активныя» движенія. Въ каждой части растенія происходитъ потребленіе кислорода и образованіе углекислоты, какъ и во всякомъ животномъ. Лишь въ хлорофиллсодержащихъ частяхъ растенія этотъ окислительный процессъ подавленъ болѣе интенсивнымъ процессомъ возстановленія. Но и этотъ послѣдній происходитъ лишь до тѣхъ поръ, пока солнце освѣщаетъ соотвѣтственныя части. Въ темнотѣ и хлорофиллсодержащія части растенія дышатъ подобно животнымъ. Лишенныя-же хлорофилла части растенія дышатъ также и при солнечномъ свѣтѣ

Но контрастъ исчезаетъ еще полнѣе. Есть высокоорганизованныя явнобрачныя растенія, т. н. чужеядныя, которыя лишены хлорофилла и питаются только органическими веществами, образованными другими растеніями. Такъ напр., Monotropa, по своему морфологическому строенію составляетъ Pyrolaceа, а по обмѣну веществъ — животное.

Съ другой стороны имѣются хлорофиллсодержащія животныя. Извѣстные черви (Planariae) и безкишечныя (Hydra viridis) содержатъ хлорофилловыя зерна; они ищутъ солнечнаго свѣта и отщепляютъ при этомъ свѣтѣ кислородъ; въ темнотѣ они тотчасъ умираютъ[1]). Правда, что въ новѣйшее время Géza Entz[2]) и Karl Brandt[3]) показали, что хлорофилловыя тѣльца не находятся свободными въ тканевыхъ элементахъ упомянутыхъ животныхъ, а только въ одноклѣточныхъ поросляхъ, живущихъ въ этихъ животныхъ, какъ «симбіонты»[4]). Но, можетъ быть, хлорофилловыя тѣльца въ растеніяхъ не болѣе, какъ симбіонты.

---

1) P. Geddes, Compt. rend. T. 87. p. 1095. 1878 u. Proc. roy. soc. VI. 28 p. 449, 1879.

2) Géza Entz, О природѣ „хлорофилловыхъ тѣлецъ“ нисшихъ животныхъ (по-венгерски 25 февр. 1876. По-нѣмецки въ Biologisches Centralblatt. Bd. I, Nr. 21, S. 646, 20. Jan, 1882).

3) Karl Brandt, Verh. d. physiol. Gesellsch. Berlin 1881, 11. Nov. Biolog. Centralblatt Bd. I. Nr. 17, S. 524. Arch. f. An. u. Physiol. 1882, S. 125, Mittheilungen a. d. Zoolog. Station zu Neapel IV. p. 191. 1883

4) Подъ симбіонтами понимаютъ, какъ извѣстно, тѣ паразиты, которые не вредятъ своему хозяину, а приносятъ ему пользу и въ то-же время извлекаютъ ее изъ него. Общеизвѣстный примѣръ симбіоза представляетъ собою открытое Schwendener'омъ отношеніе поросляй къ грибкамъ въ лишайныхъ грибковыхъ нитяхъ (Nägeli's, Beitr. z. wissensch. Bot. Hft. 2, 3, 4

Неоспоримо по крайней мѣрѣ то, что они въ тканяхъ растеній никогда не образуются иначе, какъ только черезъ дѣленіе существовавшихъ уже хлорофилловыхъ зеренъ [1]). Кромѣ того доказано Engelmann'омъ [2]), что извѣстныя инфузоріи, Vorticell'ы, содержатъ хлорофиллъ, распредѣленный въ разлитомъ видѣ по ихъ организму и отщепляющій точно также кислородъ въ солнечномъ свѣтѣ.

Такимъ образомъ между животными и растеніями въ обмѣнѣ ихъ силъ и веществъ рѣшительно нѣтъ никакой разницы и раздѣлять физіологическую химію на растительную и животную — въ будущемъ не удастся. Обѣ науки, по мѣрѣ ихъ развитія, все болѣе и болѣе сливаются другъ съ другомъ.

Leipzig 1860—1868). Открытіе многочисленныхъ формъ проявленія симбіоза въ новѣйшее время составляетъ, безъ сомнѣнія, чрезвычайно важное пріобрѣтеніе для всей физіологіи. Названіе „симбіозъ" введено De-Bary: „Die Erscheinung der Symbiose. Vortrag. Strassburg. Trübner 1879." Интересное сопоставленіе литературы объ этомъ предметѣ находится у O. Hertwig'a „Die Symbiose oder das Genossenschaftsleben im Thierreich. Vortr. Jena 1883."

1) Arthur Meyer, „Das Chlorophyllkorn". Leipzig 1883, S. 55. A. F. W. Schimper, Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. 6, S. 188. 1885. Тамъ-же сопоставлена и прежняя литература.

2) Th. W. Engelmann. Pflüger's Archiv. Bd. 32, S. 80. 1883. Своеобразенъ методъ, которымъ пользовался Engelmann для того, чтобы доказать присутствіе кислорода. Онъ состоитъ въ томъ, что извѣстныя бактеріи, обнаруживающія сильную потребность въ кислородѣ, окружаютъ клѣточки, содержащія хлорофиллъ. Сравни прежнія, въ высшей степени интересныя работы Engelmann'a по этому вопросу въ Pflüger's Archiv. Bd. 25, S. 285. 1881; Bd. 26, S. 537 1881. Bd. 27, S. 485 1882 u. Bd. 30, S. 95 1883.

3) Сравни Cl. Bernard. Leçons sur les phénomènes de la vie, communs aux animaux et aux végétaux. Paris 1878.

ЛЕКЦІЯ IV[ая].

Питательныя вещества человѣка. Понятіе о нихъ и распредѣленіе. Органическія питательныя вещества: бѣлки и клей.

Все до сихъ поръ нами изложенное выяснило, что составныя части нашего тѣла подвержены постоянному круговороту, непрерывному обмѣну. Тѣ вещества, которыя наше тѣло воспринимаетъ для того, чтобы пополнить постоянно претерпѣваемыя въ этомъ круговоротѣ потери, называютъ питатательными веществами. Таково опредѣленіе понятія «питательное вещество,» которое мы и теперь еще встрѣчаемъ въ большей части учебниковъ. Между тѣмъ это опредѣленіе одностороннее; оно не исчерпываетъ собою понятія о нитательномъ веществѣ; оно относится къ тому времени, когда законъ сохраненія силы не былъ еще открытъ. По этому опредѣленію вода должна бы быть самымъ важнымъ питательнымъ веществомъ, ибо она составляетъ 63% нашего тѣла, мы постоянно выдѣляемъ ее чрезъ легкія, кожу и почки, и эта потеря можетъ быть покрыта только тогда, когда извнѣ опять поступаетъ вода. Между тѣмъ противъ такого объясненія говоритъ уже самый грубый эмпиризмъ, обыкновенный инстинктъ народа, такъ какъ никому вѣдь не придетъ въ голову признать воду «питательною.» Почему же вода не «питательна?» Прямо потому, что вмѣстѣ съ водою не вводится въ организмъ сила напряженія. Вода представляетъ собою насыщенное соединеніе; она точно такъ-же, какъ и камень лежащій на землѣ, не можетъ произвести никакого движенія. Лишь послѣ того, какъ камень былъ поднятъ вслѣдствіе потребленія живой силы, онъ можетъ падать, и лишь послѣ того, какъ вслѣдствіе потребленія живой силы солнечнаго свѣта атомы ки-

слорода будутъ отдѣлены отъ атомовъ водорода и углерода — отлагаются въ растеніи силы напряженія, изъ которыхъ происходятъ всѣ формы живой силы, составляющія постигаемую для нашихъ чувствъ животную жизнь.

Слѣдовательно, подъ питательными веществами мы будемъ понимать не только тѣ, которыя пополняютъ собою потерянныя составныя части тѣла, но и всѣ тѣ, которыя образуютъ источникъ силы въ нашемъ тѣлѣ. Есть между нашею пищею такія вещества, которыя никогда не становятся интегральными составными частями, но которыя дѣлаются за то источникомъ живой силы. Сюда принадлежатъ столь распространенныя въ растительныхъ питательныхъ средствахъ органическія кислоты: винокаменная, лимонная, яблочная, которыя никогда не участвуютъ въ образованіи какихъ-бы то ни было тканевыхъ элементовъ, но которыя фактически сгораютъ въ углекислоту и воду, причемъ освобождается живая сила, которая можетъ быть употреблена на исполненіе нормальныхъ отправленій. Сюда принадлежатъ, быть можетъ, и углеводы. И они, какъ кажется, не идутъ на возстановленіе тканей, но составляютъ, какъ извѣстно, главный источникъ мышечной работы. Поэтому-то они и циркулируютъ постоянно въ плазмѣ крови и лимфы чрезъ всѣ органы. Хотя они и отлагаются въ тканяхъ въ видѣ гликогена, но эти отложенія въ сущности не могутъ считаться интегральными составными частями живыхъ тканевыхъ элементовъ; они служатъ лишь накопленнымъ запасомъ силы напряженія, исчезающимъ при совершеніи мышечной работы; они такъ-же мало заслуживаютъ названія частей нашего организма, какъ каменный уголь — части паровой машины. Да и клейдающія вещества пищи — глютинъ, хондринъ и оссеинъ — никогда не могутъ замѣщать потребленныхъ составныхъ частей тѣла; они служатъ лишь источниками силы. Клейдающія вещества нашихъ тканей образуются не изъ клейдающихъ веществъ пищи, а изъ бѣлковъ. Но клеевыя вещества пищи на самомъ дѣлѣ расщепляются и окисляются; они доставляютъ живую силу.

Къ питательнымъ веществамъ долженъ быть, далѣе, причисленъ и вдыхаемый кислородъ. Это единственное питательное вещество, поступающее въ наши ткани въ видѣ свободнаго элемента. Интегральною составною частью этихъ тка-

ней онъ никогда не становится, развѣ если за таковую считать очень нестойко связанный кислородъ въ оксигемоглобинѣ кровяныхъ тѣлецъ, — но за то онъ составляетъ обильнѣйшій источникъ силы.

Мы должны поэтому различать 3 категоріи питательныхъ веществъ:

1) Такія, которыя служатъ намъ одновременно источникомъ силы и средствомъ, возстановляющимъ потерянныя составныя части тѣла. Сюда принадлежатъ бѣлковыя вещества и жиры.

2) Такія, которыя служатъ намъ лишь источникомъ силы; сюда принадлежатъ углеводы, клеевыя вещества и кислородъ.

3) Такія, которыя служатъ намъ только для замѣщенія потерянныхъ составныхъ частей тѣла, но не представляютъ собою источника силы; сюда принадлежитъ вода, а также неорганическія соли.

Пока нельзя еще дать удовлетворительной, ясно и строго проведенной классификаціи питательныхъ веществъ. Для этого наши по знанія еще слишкомъ недостаточны.

При расщепленіи и окисленіи какого-нибудь вещества мы не знаемъ, идетъ-ли освобождающаяся при этомъ живая сила на исполненіе нормальныхъ отправленій, или-же она отдается наружу, какъ излишняя теплота. Въ послѣднемъ случаѣ нельзя было-бы назвать это вещество питательнымъ: оно не принесло-бы нашему организму никакой пользы. Это, пожалуй, относится, напримѣръ, къ алкоголю. Чтобы служить нормальнымъ отправленіямъ, питательное вещество должно распасться и сгорѣть совершенно и въ надлежащемъ мѣстѣ, въ опредѣленномъ тканевомъ элементѣ. Но мы еще не въ состояніи прослѣдить точно судьбу воспринятыхъ веществъ.

Далѣе слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что извѣстныя вещества второй группы могутъ косвенно способствовать возстановленію тканевыхъ элементовъ, предохраняя вещества первой группы отъ расщепленія и окисленія. Жиры по своему значенію могутъ быть отнесены то къ первой, то ко второй группѣ, такъ какъ они накопляются въ тканяхъ не только, какъ запасъ силъ, но имѣютъ еще въ другомъ отношеніи важное значеніе. Углеводы, какъ мы увидимъ, могутъ превращаться въ животномъ тѣлѣ въ жиры и такимъ образомъ переходить изъ второй группы въ первую. Однимъ словомъ, раздѣленіе это только предварительное.

Разсмотримъ теперь подробнѣе отдѣльныя группы питательныхъ веществъ. Начнемъ съ бѣлковъ.

Бѣлки могутъ считаться важнѣйшими питательными веществами уже потому, что это единственныя органическія питательныя вещества, относительно которыхъ извѣстно съ достовѣрностью, что безъ нихъ никакъ нельзя обойтись, что они не могутъ быть замѣнены никакимъ другимъ питательнымъ веществомъ. Они находятся въ каждой растительной и животной ткани, составляютъ главную составную часть каждой клѣтки; никакое растительное или животное питательное средство не терпитъ въ нихъ полнаго недостатка.

Всѣ встрѣчающіеся въ различныхъ растительныхъ и животныхъ тканяхъ виды бѣлковъ обнаруживаютъ однако различныя химическія и физическія свойства. Спрашивается слѣдовательно: что намъ собственно слѣдуетъ понимать подъ словомъ «бѣлокъ?» Есть ли это вообще ясное понятіе? Что общаго между всѣми видами бѣлковъ, и чѣмъ они отличаются отъ всѣхъ другихъ органическихъ веществъ?

Всѣмъ бѣлковымъ тѣламъ обще во первыхъ то, что каждое изъ нихъ состоитъ изъ однихъ и тѣхъ-же 5 элементовъ въ немного разнящихся другъ отъ друга вѣсовыхъ отношеніяхъ. Отношенія эти колеблятся въ слѣдующихъ границахъ:

C	50—55 %
H	6,6—7,3 „
N	15 —19 „
S	0,3—2,4 „
O	19—24 „

Общимъ для всѣхъ бѣлковыхъ тѣлъ слѣдуетъ, далѣе, считать то, что они никогда не встрѣчаются въ растворенномъ видѣ въ собственномъ значеніи этого слова. Въ растительномъ и животномъ тѣлѣ часто встрѣчаются свѣтлыя, прозрачныя бѣлокъ — содержащія жидкости, или же онѣ могутъ быть получены искусственно. Но, что бѣлокъ въ этихъ жидкостяхъ не въ растворенномъ состояніи, явствуетъ изъ того, что онъ не диффундируетъ сквозь животныя перепонки. Подобныя, только повидимому, растворенныя вещества названы Graham'омъ[1]) коллоидными веществами или «коллоидами.»

1) Th. Graham. Philosophical transactions VI. 151. Part. 1. p. 183. 1861.

Если прибавить растворъ кремнекислаго натрія къ большому избытку разведенной соляной кислоты, то освобождающаяся кремневая кислота остается повидимому растворенною. Посредствомъ діализа можно устранить образовавшійся хлористый натрій и избытокъ соляной кислоты; въ діализаторѣ остается прозрачный ложный растворъ чистой кремневой кислоты. Количество послѣдней можетъ достигать 14 %, между тѣмъ какъ растворъ все еще не принимаетъ густой, тягучей консистенціи, а представляется удобоподвижнымъ. Но стоитъ пропустить чрезъ этотъ растворъ всего лишь нѣсколько пузырьковъ углекислоты, и кремневая кислота тотчасъ станетъ свертываться; она выдѣлится въ видѣ студенистой массы [1]). Grimaux [2]) получилъ 2,26 % растворъ кремневой кислоты, которая была постояннѣе и не свертывалась при пропусканіи углекислоты, ни на холодѣ, ни при нагрѣваніи, но свертывалась все-таки при подогрѣваніи послѣ прибавленія поваренной или глауберовой соли.

Гидратъ окиси глинозема растворяется въ водномъ растворѣ полуторохлористаго алюминія. Если такой растворъ ввести въ діализаторъ, то хлоръ пройдетъ наружу, а въ діализаторѣ останется растворъ чистаго глинозема въ видѣ прозрачной легко подвижной жидкости. Эта жидкость свертывается, какъ только прибавить къ ней незначительное количество какой нибудь соли. 2 % или 3 % растворъ глинозема свертывается отъ прибавленія нѣсколькихъ капель колодезной воды; онъ свертывается при переливаніи изъ одного сосуда въ другой, если послѣдній не былъ непосредственно до этого промытъ дистиллированной водою [3]).

Подобнымъ-же образомъ, какъ и глиноземъ, можно получить и окись желѣза въ видѣ кровяно-краснаго, прозрачнаго ложнаго раствора, обнаруживающаго также большую склонность къ свертыванію [4])

Grimaux нашелъ, что амміачный растворъ окиси мѣди также имѣетъ свойства коллоидныхъ веществъ, что онъ не диффундируетъ, а свертывается при разбавленіи водою, при дѣйствіи сѣрнокислой магнезіи, при прибавленіи разба-

1) Graham, l. c. p. 204.
2) Grimaux. Comptes rendus T. 98, p. 1437. 1884.
3) Graham, l. c. p. 207.
4) Graham, l. c. p. 208.

вленной уксусной кислоты или подъ вліяніемъ температуры отъ 40° до 50° С.[1]).

Подобно этимъ неорганическимъ коллоиднымъ веществамъ — и многія органическія вещества, а также всѣ вообще бѣлковыя тѣла обладаютъ способностью появляться въ 2-хъ модификаціяхъ: въ видѣ ложнаго раствора и въ свернутомъ видѣ. Условія, при которыхъ различныя бѣлковыя тѣла переходятъ изъ одной модификаціи въ другую, весьма различны и представляютъ принципъ подраздѣленія и отличія для многочисленныхъ видовъ бѣлковъ[2]).

Часть послѣднихъ при извѣстныхъ обстоятельствахъ можетъ быть получена въ растворѣ единственно отъ прибавленія къ нимъ воды; къ такимъ бѣлковымъ тѣламъ принадлежатъ сывороточный бѣлокъ (Serumalbumin) и яичный бѣлокъ (Eieralbumin). Другая часть бѣлковъ требуетъ для своего растворенія хлористыхъ щелочей; сюда принадлежатъ глобулины, находящіеся въ крови, въ мышцахъ, въ яичномъ желткѣ и, вѣроятно, въ протоплазмѣ каждой клѣтки. Если ввести въ діализаторъ сыворотку крови, то соли, находящіяся въ растворѣ въ сыворочныхъ глобулинахъ, просачиваются, глобулины отдѣляются на діализаторѣ въ видѣ тонкихъ, хлопчатыхъ сверстковъ, сывороточный-же бѣлокъ остается растворенымъ въ чистой водѣ[3]). Нѣкоторые другіе бѣлки также не получаются въ растворѣ даже при содѣйствіи хлористыхъ щелочей: для этого необходимы основныя щелочныя соли; при пересыщеніи такихъ растворовъ кислотами они свертываются. Сюда принадлежатъ казеинъ молока и искусственные альбуминаты щелочей, или т. н. алькали-альбуминаты. Существуютъ, наконецъ, бѣлки, склонность которыхъ къ свертыванію столь велика, что они свертываются, какъ только прекращается жизнь въ тканяхъ, которымъ они принадлежатъ. На этомъ основывается свертываніе крови и явленія послѣсмертнаго окоченѣнія мышцъ.

1) Grimaux l. c. p. 1435.

2) Я боюсь утомить начинающаго полнымъ перечисленіемъ всѣхъ видовъ бѣлковъ и ихъ отличительныхъ реакцій. Отсылаю къ статьѣ „Eiweisskörper“ въ Ladenburg's Handwörterbuch der Chemie.“ Въ статьѣ этой сообщено E. Drechsel'емъ очень наглядно подраздѣленіе и отличіе бѣлковъ, а также тщательно сопоставлена литература (249 работъ).

3) Aronstein. Ueber die Darstellung salzfreier Albuminlösungen. Dissert. Dorpat. 1873 и въ Pflüger's Arch. Bd. 8. S. 75. 1873. Срав. также A. E. Burckhardt. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol. Bd. 16, S. 322. 1883 и G. Kauder тамъ же, Bd. 20. S. 441. 1886.

Кажется, что даже подобнаго рода произвольно свертывающіеся альбуминаты содержатся въ каждой животной и растительной ткани, во всякой клѣткѣ. Всѣ бѣлки безъ исключенія переходятъ изъ растворенной модификаціи въ свертывающуюся отъ дѣйствія на нихъ температуры кипѣнія при нейтральной или слабокислой реакціи и въ присутствіи большаго количества нейтральныхъ щелочныхъ солей. То же свойство обнаруживаютъ, какъ уже сказано, кремневая кислота и многія другія коллоидныя вещества.

Относительно непрочности коллоидныхъ веществъ мы знаемъ, что они являются не только въ двухъ вышеупомянутыхъ модификаціяхъ, но что они находятся въ природѣ еще и въ третьей модификаціи, именно — въ кристаллической: кремневая кислота — какъ горный хрусталь, глиноземъ — какъ рубинъ, окись желѣза — какъ желѣзный блескъ.

Этотъ фактъ даетъ намъ право надѣяться, что и бѣлковыя тѣла будутъ получены въ кристаллическомъ видѣ. Лишь когда это удастся, мы будемъ увѣрены въ томъ, что имѣемъ дѣло съ химическими индивидами, а также будемъ въ состояніи точно опредѣлить и сравнить составъ различныхъ бѣлковъ. Анализъ и изслѣдованіе чистыхъ бѣлковыхъ кристалловъ и всѣхъ ихъ продуктовъ расщепленія составляли бы тогда основаніе всей физіологической химіи.

Гистіологи уже давно напали на слѣды кристаллическаго бѣлка. Въ сѣменахъ и клубняхъ извѣстныхъ растеній видны подъ микроскопомъ отложившіяся зернышка, имѣющія видъ не вполнѣ выраженныхъ кристалловъ; они называются поэтому кристаллоидами или алейроновыми кристаллами. Подобныя же образованія можно видѣть въ яичномъ желткѣ нѣкоторыхъ животныхъ; это именно т. н. желточныя пластинки. Механическими пріемами, какъ то: взбалтываніемъ измельченнаго матеріала съ эфиромъ и другими жидкостями, сливаніемъ, промываніемъ и т. д. можно изолировать эти кристаллоиды и получить ихъ въ большомъ количествѣ. Они обнаруживаютъ реакціи бѣлковыхъ веществъ, а именно тѣхъ, которыя принадлежатъ къ вышеупомянутой группѣ глобулиновъ: они растворяются въ растворѣ поваренной соли.[1]) Maschke[2]) удалось пере-

1) Th. Weyl. Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 1. S. 84. 1877. Тамъ-же указана прежняя литература.

2) O. Maschke, Botan. Zeitg. 1859. S. 441.

кристаллизовать кристаллоиды Paranuss'a (Bertholletia excelsa). Они растворялись въ водѣ при 40—50°C., и при сгущеніи раствора бѣлокъ отдѣлялся въ видѣ кристалловъ. Schmiedeberg[1]) добылъ криталловидныя соединенія того-же самаго бѣлковаго тѣла со щелочными землями: болѣе значительная часть полученныхъ кристалловъ растворяется въ дистиллированной водѣ при 30—35°C. Въ профильтрованномъ прозрачномъ растворѣ появляется при пропусканіи углекислоты осадокъ глобулина. Если дѣйствовать на этотъ осадокъ магнезіею и водою, то соединеніе глобулина съ магнезіею переходитъ въ растворъ. Изъ этого раствора, если онъ сгущенъ при 30—35°C., выдѣляются «превосходно сформированные, своеобразно блестящіе поліэдрическіе кристаллы величиною въ маковое зерно»; это соединеніе глобулина съ магнезіею. Если до сгущенія раствора прибавить къ нему немного хлористаго кальція или хлористаго барія, то получится въ тонкихъ пластинкахъ кальціевая или баритовая соль глобулина.

Что добытые кристаллы представляютъ собою не свободный бѣлокъ, а соединенія его съ веществами опредѣленнаго атомнаго вѣса, выгодно для насъ въ томъ отношеніи, что мы въ состояніи, сдѣлавъ точный анализъ этого соединенія, опредѣлить молекулярный вѣсъ бѣлка.

Drechsel[2]) нашелъ въ высушенныхъ при 110°C. кристаллахъ соединенія магнезіи, добытыхъ по указаніямъ Schmiedeberg'a — 1,40% Mgo. При этомъ опредѣляется молекулярный вѣсъ бѣлка:

$$\frac{x}{40} = \frac{100-1,40}{1,4}; \quad x = 2817$$

При слѣдующемъ видоизмѣненіи метода Schmiedeberg'a Drechsel'ю удалось еще лучше привести въ кристаллизаціонное состояніе соединеніе магнезіи. Вмѣсто того чтобы сгустить растворъ, онъ вводилъ его въ діализаторъ и помѣщалъ послѣдній въ абсолютный алкоголь. По мѣрѣ того, какъ алкоголь, вытѣсняя воду, самъ становился на ея мѣсто, изъ раствора постепенно выдѣлялись кристаллическія зерна. Опредѣленіе содержанія магнезіи въ высушенныхъ

1) O. Schmiedeberg, Zeitschr. für physiol. Chemie Bd. I. S. 205. 1877.

2) E. Drechsel, Journ f. prakt. Chem. N. F. Bd. 19. S. 331. 1879.

при 110° С. кристаллахъ дало 1,43 % MgO, значитъ, почти столько-же, сколько въ первомъ препаратѣ. Отсюда опредѣляется молекулярный вѣсъ бѣлка = 2757. За то количество воды не было одинаково въ обоихъ препаратахъ: при 110° С — первый препаратъ отдавалъ 7,7 %, а второй 13,8 % воды.

По подобному методу, съ примѣненіемъ алкогольнаго діализа удалось Drechsel'у получить также и натріевое соединеніе того-же самаго глубулиннаго вещества. Это вещество отдавало при 110° С. 15,5 % воды и въ сухомъ видѣ содержало 3,98 % Na_2O. Отсюда находятъ молекулъ бѣлка = 1496, значитъ, почти вдвое меньше, чѣмъ при вычисленіи его изъ соединенія съ магнезіею. Если принять меньшій молекулярный вѣсъ, то необходимо сдѣлать предположеніе, что двудѣльный атомъ магнезіи соединяется съ двумя молекулами бѣлка. Если-же принять вдвое большій — то молекулъ долженъ содержать два атома водорода, замѣняемаго натріемъ. Впрочемъ, для точнаго опредѣленія молекулярнаго вѣса озоленныя количества бѣлка были недостаточны. Абсолютное количество взвѣшенной MgO составляло 0,0050 и 0,0065 grm., а Na_2CO_3 — 0,0773 grm. Было-бы чрезвычайно интересно точно опредѣлить отношеніе сѣры къ натрію рядомъ тщательныхъ анализовъ, при которыхъ озоленію должны подвергаться большія количества бѣлка. Если-бы на одинъ атомъ натрія приходилось не цѣлое число атомовъ сѣры, а цѣлое съ дробью, то вычисленная изъ содержанія натрія величина молекула бѣлка должна быть тогда помножена на знаменателя этой дроби. За такое трудное изслѣдованіе до сихъ поръ еще никто не принялся, и поэтому-то мы ничего не знаемъ о величинѣ молекула бѣлка.

Самыя точныя изслѣдованія о бѣлковыхъ кристаллахъ сдѣланы Grübler'омъ [1]) подъ руководствомъ Drechsel'я. Имъ удалось перекристаллизовать кристаллоиды тыквянныхъ сѣмянъ, благодаря тому, что они приготовляли насыщенные при 40° С. растворы глобулина въ соляныхъ растворахъ (хлористый натрій, хлористый аммоній, сѣрнокислый магній), изъ которыхъ при очень медленномъ охлажденіи выдѣлялся кристаллическій бѣлокъ.

1) G. Grübler, Ueber ein krystallinisches Eiweiss der Kürbissamen. Journ. f. prakt. Chem. Bd. 23, S. 97. 1881.

Полученные такимъ образомъ кристаллы представляли собою правильные октаэдры и оставляли послѣ сгаранія лишь 0,11—0,18% золы, состоявшей изъ щелочей, извести, магнезіи, желѣза и фосфорной кислоты. При озоленіи съ ѣдкимъ каліемъ найдено было 0,23% P_2O_5.

Особеннаго вниманія, кажется мнѣ, заслуживаетъ содержаніе желѣза. Drechsel находилъ желѣзо и въ кристаллахъ, добытыхъ имъ по прежнимъ методамъ. Не смотря на всѣ мои старанія, мнѣ не удалось еще получить ни свободный отъ желѣза, ни свободный отъ фосфора бѣлокъ. Если-бы эти элементы принадлежали составу бѣлка, то тогда мы должны были бы принять, что его молекулъ въ нѣсколько тысячъ разъ больше выше вычисленнаго.

Изъ цѣлаго ряда очень близко совпадающихъ элементарныхъ анализовъ Grübler'овскихъ кристалловъ получены слѣдующія среднія числа:

	Кристаллы бѣлка изъ растворовъ:		
	хлористато натрія	хлористаго аммонія	сѣрнокисл. магнезіи.
C	53,21	53,55	53,29
H	7,22	7,31	6,99
N	19,22	19,17	18,99
S	1,07	1,16	1,13
O	19,10	18,70	19,47
Золы . .	0,18	0,11	0,13

Grübler добылъ, кромѣ того, кристаллическое соединеніе того-же самаго бѣлковаго тѣла съ магнезіею: кристаллы эти выдѣлялись при медленномъ охлажденіи полученнаго при 40° C. воднаго раствора бѣлка и магнезіи; составъ ихъ слѣдующій:

	Сухое вещество.	Свободное отъ золы вещество.
C	52,66	52,98
H	7,20	7,25
N	18,92	18,99
S	0,96	0,97
O	19,74	19,81
Золы	0,52	
MgO	0,45	

Изъ процентнаго состава можно вычислить слѣдующую формулу для соединенія глобулина съ магніемъ:

$$C_{1170}\ H_{1920}\ N_{360}\ O_{332}\ S_8\ Mg_3.$$

Къ сожалѣнію и при производствѣ этого анализа количества озоленнаго бѣлка были слишкомъ малы для точнаго опредѣленія магнія и сѣры. Абсолютный вѣсъ взвѣшеннаго сѣрнокислаго барита составлялъ 0,0521 grm., а вѣсъ пирофосфорнокислой магнезіи — 0,0166 grm.

Если принять только одинъ атомъ магнія въ соединеніи глобулина съ магнезіею, какъ это сдѣлалъ Grübler при своемъ вычисленіи, то величина молекула окажется тогда равною 8848. Но наше вычисленіе показываетъ, что на одинъ атомъ магнія приходится ровно $2^2/_3$ атома сѣры:

$$\frac{x.32}{40} = \frac{0,96}{0,45};\ x = {}^8/_3.$$

Такимъ образомъ, молекулъ соединенія глобулина съ магніемъ долженъ быть втрое больше. Очень возможно, что три двудѣльныхъ атома магнія сочетаются съ четырьмя молекулами бѣлка и что въ каждомъ содержится лишь по два атома сѣры. Тогда каждый молекулъ бѣлка имѣлъ бы слѣдующій составъ:

$$C_{292}\ H_{481}\ N_{90}\ O_{83}\ S_2.$$

Нужно допустить, что молекулъ бѣлка содержитъ по крайней мѣрѣ два атома сѣры, такъ какъ въ бѣлкѣ находится по меньшей мѣрѣ двоякаго рода различнымъ образомъ связанные атомы сѣры: одна часть отщепляется при нагрѣваніи со щелочами въ видѣ сѣрнистаго соединенія, другая — въ видѣ сѣрнокислой соли.

Слѣдовательно, сдѣлавъ вышеупомянутое предположеніе, мы находимъ наименьшій молекулярный вѣсъ, который только допускается анализомъ. Но предположеніе это вполнѣ произвольно, и настоящій молекулярный вѣсъ по всей вѣроятности представляетъ кратныя вычисленнаго.

По методу Drechsel'я и Grübler'а Ritthausen[1]) добылъ также кристаллическій бѣлокъ изъ коноплянныхъ и рициновыхъ сѣмянъ. Элементарный анализъ обнаружилъ слѣдующій процентный составъ.

1) Ritthausen, Journ. f. pract. Chemie. N. F. Bd. 25, S. 130, 1882.

	Глобулинъ изъ	
	коноп. сѣм.	рицин. сѣм.
C	50,92	50,85
H	6,91	6,97
N	18,71	18,55
S	0,82	0,77
Золы	0,11	0,057
O	22,53	22,80

Къ удобокристаллизуемымъ соединеніямъ бѣлка принадлежитъ также красное красящее вещество крови — гемоглобинъ. Вещество это образуетъ главную составную часть красныхъ кровяныхъ тѣлецъ и представляетъ собою соединеніе бѣлковаго тѣла съ желѣзосодержащимъ тѣломъ опредѣленнаго состава — съ гематиномъ. Самый точный анализъ совершенно чистыхъ кристалловъ гемоглобина сдѣланъ Zinoffsk'имъ[1]). Zinoffsky перекристаллизовывалъ полученные имъ изъ лошадиной крови кристаллы гемоглобина до тѣхъ поръ, пока сухой остатокъ маточнаго разсола не обнаружилъ такого-же содержанія желѣза, какъ и сухіе кристаллы. Элементарный анализъ указалъ на слѣдующій составъ этихъ кристалловъ:

C	51,15
H	6,76
N	17,94
S	0,389
Fe	0,336
O	23,425.

Многочисленные прежніе анализы кристалловъ гемоглобина, добытыхъ другими химиками изъ крови лошадей и другихъ животныхъ, дали болѣе или менѣе несогласныя числа, особенно относительно содержанія желѣза и сѣры. Только при анализахъ Zinoffsk'аго количество потребленнаго для опредѣленія этихъ двухъ элементовъ вещества было достаточно велико. Дальнѣйшимъ работамъ предстоитъ рѣшить, слѣдуетъ ли изъ значительныхъ разницъ прежнихъ анализовъ заключить о существованіи различныхъ гемоглобиновъ.

1) O. Zinoffsky, Ueber die Grösse des Hämoglobinmoleküls. Dissert. Dorpat. 1885. Напечатано также въ Zeitschr. für physiol. Chem. Bd. 10 S. 16. 1885.

Изъ анализовъ Zinoffsk'аго опредѣляется отношеніе атомовъ сѣры къ атомамъ желѣза:

$$\frac{x.\ 32}{56} = \frac{0{,}3890}{0{,}3358};\ x = 2{,}03.$$

Такимъ образомъ на одинъ атомъ желѣза приходится ровно два атома сѣры, поэтому формула гемоглобина будетъ:

$$C_{712}\ H_{1130}\ N_{214}\ O_{245}\ FeS_2$$

Если отнять отъ этого молекулъ гематина $= C_{32}\ H_{32}\ N_4\ O_4\ Fe$, то формула для бѣлка будетъ:

$$C_{680}\ H_{1098}\ N_{210}\ S_2\ O_{241}.$$

Это вычисленіе однако не совсѣмъ точно, такъ какъ распаденіе гемоглобина на бѣлокъ и гематинъ совершается лишь при воспринятіи воды и кислорода [1]). Нужно, слѣдовательно, прибавить къ выше-приведенной формулѣ бѣлка нѣсколько атомовъ водорода и кислорода. Тѣмъ не менѣе формула эта, пожалуй, самая точная изъ всѣхъ вычисленныхъ на основаніи прежнихъ анализовъ бѣлка и пока можетъ служить для предварительнаго оріентированія.

Harnack [2]) добылъ и анализировалъ хотя аморфное, но все-таки по всей вѣроятности чистое соединеніе бѣлка. Онъ осаждалъ нейтральные растворы куринаго бѣлка растворами солей мѣди, причемъ получился достойный вниманія результатъ, именно, что, хотя количественное отношеніе бѣлка и мѣдныхъ солей было весьма различно, бѣлокъ все-таки выдѣлялся въ осадкахъ, соединенный съ окисью мѣди, всегда лишь въ двухъ, вполнѣ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ. Осадки содержали или 1,34—1,37, среднимъ числомъ 1,35 Cu, или-же 2,56—2,68, среднимъ числомъ 2,64 % Cu, въ одномъ случаѣ, слѣдовательно, ровно вдвое больше атомовъ мѣди, чѣмъ въ другомъ.

Точный элементарный анализъ привелъ къ слѣдующимъ среднимъ числамъ изъ многихъ близко совпадающихъ опредѣленій:

---

1) См. объ этомъ у Max Lebensbaum'a, Wien. Sitzungsber. Bd. 95. Abth. 2. Märzheft 1887. Въ этой работѣ, сдѣланной подъ руководствомъ Nenck'аго въ Бернѣ, приведена и прежняя литература о распаденіи гемоглобина.

2) E. Harnack, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 198. 1881.

	I.	II.
C . . .	52,50	51,43
H . . .	7,00	6,84
N . . .	15,32	15,34
S . . .	1,23	2,25
Cu . . .	1,35	2,64.

Изъ 1-го анализа опредѣляется отношеніе атомовъ сѣры къ атому мѣди:

$$\frac{x.\ 32}{63,4} = \frac{1,23}{1,35};\ x = 1,805.$$

Изъ 2-го анализа мы находимъ $x = 0,938$.

И при этихъ анализахъ озоленныя для опредѣленія содержанія мѣди и сѣры количества были слишкомъ малы [1]). Болѣе точное опредѣленіе содержанія этихъ элементовъ весьма желательно. Для 1-го соединенія Harnack опредѣлилъ на основаніи своихъ анализовъ формулу:

$$C_{204}\ H_{320}\ N_{52}\ O_{66}\ S_2\ Cu.$$

Loew [2]) добылъ два соединенія куринаго бѣлка съ серебромъ, соотвѣтствующія соединеніямъ бѣлка съ мѣдью, полученнымъ Harnack'омъ: одно содержало 2,2—2,4% Ag, другое — среднимъ числомъ 4,4% Ag. Изъ чиселъ, найденныхъ Harnack'омъ для мѣди, опредѣляется эквивалентъ серебра = 2,3% и 4,5%. Эти факты говорятъ въ пользу того, что препараты Harnack'а и Loew'а были дѣйствительно химическіе индивиды. Къ сожалѣнію, Loew не сдѣлалъ элементарнаго анализа своихъ препаратовъ.

Сопоставимъ приведенныя формулы бѣлка:

Куриный бѣлокъ . . . . . $C_{204}\ H_{322}\ N_{52}\ O_{66}\ S_2$
Бѣлокъ гемоглобина . . . . $C_{680}\ H_{1098}\ N_{210}\ O_{241}\ S_2$
Глобулинъ тыквяныхъ сѣмянъ $C_{292}\ H_{481}\ N_{90}\ O_{83}\ S_2$

Такимъ образомъ самые тщательные и точные изъ всѣхъ сдѣланныхъ до сего времени анализовъ чистѣйшихъ препаратовъ различныхъ бѣлковъ обнаруживаютъ различный ихъ количественный составъ, въ особенности-же различное содержаніе сѣры.

---

1) Срв. O. Loew, Pflüger's Archiv. Bd. 31, S. 393—395. 1883.
2) Loew l. c. S. 402.

Извѣстное сходство проявляютъ бѣлковыя тѣла, — насколько они были до сихъ поръ изслѣдованы, — по отношенію къ продуктамъ ихъ расщепленія. Кажется, что различные виды бѣлковъ составлены изъ однихъ и тѣхъ же соединеній, но въ различныхъ количественныхъ отношеніяхъ. При нагрѣваніи съ баритовою водою бѣлковыя тѣла расщепляются, воспринимая воду, на соединенія опредѣленнаго строенія, которыя могутъ быть всѣ получены изъ ихъ отдѣльныхъ элементовъ. Главнѣйшіе между этими продуктами распаденія суть углекислота, щавелевая кислота, уксусная кислота, амміакъ, сѣроводородъ, сѣрная кислота и рядъ амидокислотъ, какъ аспарагиновая, лейцинъ, тирозинъ и др. Тѣ-же амидокислоты образуются и при кипяченіи бѣлковыхъ тѣлъ съ кислотами, а также при дѣйствіи извѣстныхъ ферментовъ. Очень возможно, что щавелевая и угольная кислоты содержатся въ молекулѣ бѣлка въ видѣ оксамида и карбамида (мочевины). Grimaux[1]) удалось изъ сплавленія ангидрида аспарагиновой кислоты съ мочевиною получить коллоидное вещество, свертывавшееся при тѣхъ же условіяхъ, какъ и бѣлковыя тѣла, и распадавшееся при нагрѣваніи съ баритовою водою на углекислоту, амміакъ и аспарагиновую кислоту. О продуктахъ распаденія бѣлковъ мы поговоримъ подробнѣе въ химіи мочи, гдѣ нами систематически разсмотрѣно будетъ распаденіе соединеній въ организмѣ.

По химическимъ свойствамъ близко стоитъ къ бѣлкамъ вторая группа питательныхъ веществъ, именно — **клейдающія вещества.** Но физіологическое ихъ значеніе совсѣмъ другое.

Клейдающія вещества образуютъ главную составную часть соединительной ткани, костей и хрящей и составляютъ такимъ образомъ значительную часть пищи плотоядныхъ и всеядныхъ животныхъ.

Клеевыя вещества сходны съ бѣлками въ томъ, что они также представляютъ собою азотъ- и сѣрусодержащія коллоидныя вещества и также могутъ появляться въ двухъ модификаціяхъ: въ видѣ ложнаго, не диффундирующаго раствора и въ свернутомъ видѣ. Но условія для перехода изъ одной модификаціи въ другую — какъ-разъ совершенно противоположны. Всѣ бѣлки, какъ уже сказано, сверты-

1) Grimaux, Compt. rend. T. 93. p. 771, 1881.

ваются при температурѣ кипѣнія, при нейтральной или слабокислой реакціи и въ присутствіи солей; клейдающія-же вещества, напротивъ, растворяются при этихъ условіяхъ, [1]) а при охлажденіи полученный клеевый растворъ свертывается. Отъ прибавленія минеральныхъ кислотъ бѣлковые растворы осаждаются, клеевые-же нѣтъ. Хрящевой клей, правда, осаждается отъ прибавленія сильно разбавленныхъ минеральныхъ кислотъ, но при избыткѣ послѣднихъ опять растворяется и такимъ образомъ обнаруживаетъ совершенно противоположныя свойства, чѣмъ глобулины, которые отъ прибавленія сильно разбавленной соляной кислоты растворяются, а при избыткѣ послѣдней опять-таки осаждаются.

Если, такимъ образомъ, бѣлковыя и клейдающія вещества растворяются или свертываются при противоположныхъ условіяхъ, то намъ не можетъ казаться страннымъ, что и въ организмѣ при одинаковыхъ обстоятельствахъ одни встрѣчаются только въ растворенномъ, а другія — только въ плотномъ видѣ. Бѣлки находятся въ нашемъ тѣлѣ только въ жидкой модификаціи. Въ этомъ-то видѣ они и образуютъ главную составную часть плазмы крови и лимфы, или же они появляются въ своеобразной, полужидкой модификаціи, общей всѣмъ тѣмъ образованіямъ, которыя играютъ активную роль при всѣхъ отправленіяхъ нашего тѣла: это именно сокращаемое содержимое мышечныхъ и осевые цилиндры нервныхъ волоконъ, протоплазма всѣхъ клѣтокъ, которыя мы должны представить себѣ въ живой ткани не какъ плотные тканевые элементы, а какъ совершающіе амебоидныя движенія. [2]) Клейдающія-же вещества находятся въ нашихъ тканяхъ въ плотномъ видоизмѣненіи; они образуютъ, такъ сказать, остовъ нашего тѣла: это именно кости, хрящи, связки и всякаго рода соединительная ткань.

Во избѣжаніе могущихъ возникнуть недоразумѣній я долженъ оговориться, что я вовсе не считаю тождественными

---

1) Клейдающее вещество костей растворяется въ кипящей водѣ — и особенно легко при усиленномъ давленіи — лишь послѣ извлеченія изъ нихъ фосфорнокислыхъ и углекислыхъ солей извести и магнезіи помощью разведенной соляной кислоты. Соли извести и магнезіи, повидимому, связаны химически съ клейдающимъ веществомъ.

2) Лишь въ яичномъ желткѣ, а также въ сѣменахъ и клубняхъ растеній находится бѣлокъ, какъ уже сказано, въ твердомъ состояніи — въ видѣ кристаллоидовъ. Но эти кристаллоиды не составляютъ необходимыхъ составныхъ частей живой ткани, а только мертвый матеріалъ, какъ запасъ пищи для дальнѣйшаго роста зародыша.

клейдающія вещества тканей съ свернувшимся клеемъ. При переходѣ клейдающихъ тканей въ клеевые растворы мы имѣемъ дѣло съ очень рѣзкими перемѣнами, — можетъ быть съ расщепленіемъ при воспринятіи воды; изъ клея-же при свертываніи его не могутъ возродиться клейдающія вещества.

Процентный составъ клеевыхъ веществъ почти такой-же, какъ и бѣлковъ. Тѣмъ не менѣе для первыхъ характерно то, что они нѣсколько бѣднѣе углеродомъ и богаче кислородомъ: *они суть продукты начинающагося распаденія и окисленія бѣлковъ въ животномъ тѣлѣ.* По произведеннымъ до сего времени анализамъ [1]) процентный составъ клеевыхъ веществъ колеблется въ слѣдующихъ предѣлахъ:

	Клей изъ костей или соединительной ткани.	Хрящевой клей.	Бѣлокъ.
C	49,3—50,8	47,7—50,2	50—55
H	6,5— 6,6	6,6— 6,8	6,6—7,3
N	17,5—18,4	13,9—14,1	15—19
S	0,56 (?)	0,4— 0,6 (?)	0,3—2,4
O	24,9—26	29,0—31,0	19—24

Въ самомъ дѣлѣ мы знаемъ, что богатыхъ углеродомъ зеренъ бензола, образующихся изъ распада бѣлковъ въ видѣ тирозина и другихъ соединеній, недостаетъ въ клейдающихъ веществахъ [2]). Фактомъ считается далѣе то,

1) См. Th. Hofmeister, Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. 2, S. 299. 1878. Тамъ-же приведена прежняя литература.

2) Отсутствіе ароматическихъ соединеній служитъ причиною того, что клеевыя вещества не даютъ общей всѣмъ бѣлкамъ Миллоновой реакціи (красное окрашиваніе при кипяченіи съ азотнокислою окисью ртути и отъ прибавленія желтой азотной кислоты). Эту реакцію даютъ всѣ ароматическія оксикислоты и ихъ производные, къ которымъ принадлежитъ также тирозинъ. За то между продуктами распаденія клеевыхъ веществъ образуются такія соединенія, которыхъ нѣтъ въ бѣлкахъ Изъ костнаго и соединительнотканнаго клея получается при кипяченіи со щелочами и кислотами, а также при гніеніи амидоуксусная кислота (глицеринъ, гликоколь), которой до сихъ поръ не удалось найти между продуктами распаденія какого-бы то ни было бѣлка. Хрящевой клей даетъ при кипяченіи съ кислотами вещество, возстановляющее въ щелочномъ растворѣ окись мѣди; это вещество, какъ кажется, стоитъ близко къ углеводамъ, но еще точно не изслѣдовано. Mering сообщаетъ, что между продуктами распаденія хрящеваго клея (хондрина) находится и бѣлковое тѣло — синтонинъ (v. Mering. Ein Beitrag zur Chem. des Knorpels. Inaugural-Diss. Strassburg. 1873). Это противорѣчитъ тому, что между продуктами распаденія хондрина нельзя доказать присутствія ароматическихъ соединеній.

что теплота сгаранія клеевыхъ веществъ меньше теплоты сгаранія бѣлковъ[1]), что, слѣдовательно, часть введенныхъ съ бѣлками въ животное тѣло силъ напряженія потребляется уже при превращеніи въ клейдающія вещества. Поэтому мы должны a priori полагать, что клеевыя вещества не замѣщаютъ собою бѣлка пищи, что изъ нихъ не могутъ образоваться бѣлковыя вещества тканей. Такое превращеніе совершалось бы въ разрѣзъ съ животнымъ обмѣномъ веществъ, который есть въ сущности ничто иное, какъ процессъ распаденія и окисленія. Превращеніе клея въ бѣлокъ составляло-бы синтетическій процессъ возстановленія. Съ этимъ выводомъ a priori'стической дедукціи согласны также результаты опытовъ Voit'a[2]), который показалъ, что клей не въ состояніи замѣнить собою бѣлка пищи. При кормленіи собакъ исключительно клеемъ или клеемъ вмѣстѣ съ жиромъ, Voit находилъ, что онѣ выдѣляли болѣе азота, чѣмъ воспринимали его съ пищею; онѣ потребляли такимъ образомъ бѣлки своихъ тканей. Но послѣ прибавленія клея къ незначительному количеству бѣлка пищи, которое само по себѣ не было достаточно для предохраненія затраты бѣлка изъ тканей, равновѣсіе азота возстановлялось. Такимъ образомъ клей предохранилъ бѣлки тканей отъ распаденія; онъ, слѣдовательно, сберегаетъ бѣлокъ. Такое же дѣйствіе — сбереженіе бѣлка — присуще также жирамъ и углеводамъ, но, какъ показали опыты Voit'a, не въ такой мѣрѣ, какъ клею.

Въ новѣйшее время стали предполагать, что клей можетъ, пожалуй, замѣнить бѣлокъ при одновременной доставкѣ организму тирозина. Мы знаемъ теперь, что между обмѣномъ веществъ у животныхъ и у растеній нѣтъ такой

1) Danilewsky, Centralblatt f. d med. Wiss. 1881, N. 26 u. 27.

2) Voit, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 8, S. 297, 1872. Историческое введеніе къ этой статьѣ, указывающей на многочисленныя ошибки, въ которыя поневолѣ впадали при производствѣ прежнихъ опытовъ для рѣшенія вопроса о питательности клея — въ высшей степени поучительно и интересно. Ср. также другую его статью объ этомъ предметѣ: Zeitschr. f. Biol. Bd. 10 S. 203. 1874. Полное уразумѣненіе значенія питательныхъ веществъ можетъ быть достигнуто лишь послѣ того, какъ мы ознакомимся со всѣми явленіями обмѣна веществъ. Поэтому разсмотрѣніе значенія питательныхъ веществъ и принадлежитъ собственно къ заключительной главѣ физіологической химіи. Но этого неудобства никакъ нельзя обойти. Каждая глава физіологіи предполагаетъ, что другія уже извѣстны. Мнѣ кажется цѣлесообразнымъ заранѣе возбуждать интересъ къ тѣмъ веществамъ, судьба и постепенныя измѣненія которыхъ въ животномъ тѣлѣ должны составлять предметъ дальнѣйшихъ нашихъ разсужденій, указывая на ихъ значеніе для жизненнаго процесса.

рѣзкой противоположности, какую предполагали раньше. Поэтому-то и можно было допустить a priori возможность, что бѣлокъ образуется синтетически изъ клея и тирозина. Первые опыты [1]), казалось, даже говорили въ пользу этого предположенія. Но тщательная ихъ провѣрка привела къ отрицательному результату. Lehmann [2]) кормилъ двухъ крысъ пищевою смѣсью изъ клея, рисоваго крахмала, топленаго масла, мяснаго экстракта и костяной золы и 6 крысъ тою-же самою пищевою смѣсью, но съ прибавленіемъ тирозина: всѣ онѣ «почти одинаково скоро погибли черезъ 47—70 дней.» И эти опыты, кажется, доказываютъ, *что изъ клея не можетъ образоваться бѣлокъ.* Но мы знаемъ, что *наоборотъ, изъ бѣлка образуются всѣ клейдающія ткани тѣла.* Въ этомъ убѣждаетъ насъ ростъ травоядныхъ и сосуновъ, воспринимающихъ съ пищею только бѣлковыя тѣла, а не клей.

Клей, какъ таковой, находится только въ искусственно приготовленной пищѣ человѣка. Изъ клейдающихъ тканей — соединительная ткань во всякомъ случаѣ легко переваривается и служитъ такимъ образомъ цѣннымъ пищевымъ средствомъ. Мясо, значительная часть котораго состоитъ изъ соединительной ткани, исчезаетъ почти совершенно въ пищеварительномъ каналѣ человѣка. Удобоваримость костей и хрящей оспаривалась долгое время, пока опыты, произведенные въ лабораторіи Voit'a, не показали, что вмѣстѣ съ каломъ выдѣляется у собакъ весьма незначительная часть воспринятыхъ ими хрящей. Точно также и значительная часть клейдающаго вещества костей — до 53 % — исчезала изъ кала. На сколько пищеварительный аппаратъ человѣка способенъ переваривать хрящи и кости, мы не знаемъ по недостатку соотвѣтственныхъ опытовъ.

Съ клейдающими веществами смѣшивали прежде «кератинъ» — главную составную часть кожицы, волосъ, ногтей, костей, копытъ, роговъ, перьевъ. Но кератинъ отличается какъ отъ клеевыхъ веществъ, такъ и отъ бѣлковъ большимъ содержаніемъ сѣры (отъ 4—5%), а отъ первыхъ въ

1) L. Hermann u. Th. Escher, Vierteljahrschrift d. naturforsch. Gesel. in Zürich 1876. S. 36.

2) Karl B. Lehmann, Sitzungsber. d. Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München 1885.

3) J. Etzinger, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 10. S. 84. 1874.

особенности тѣмъ, что между продуктами его разложенія встрѣчается тирозинъ. Благодаря этому послѣднему свойству, кератинъ принадлежитъ къ бѣлковымъ тѣламъ. По всей вѣроятности кератины различныхъ тканей не тождественны и не представляютъ собою химическихъ индивидовъ, а только смѣси различныхъ веществъ. Къ питательнымъ веществамъ кератины не причисляются; по произведеннымъ до сихъ поръ изслѣдованіямъ они оказываются неудобоваримыми для млекопитающихъ. Нѣкоторыя насѣкомыя въ состояніи переваривать кератинъ. Личинка мѣховой моли питается, какъ кажется, исключительно кератиномъ. Слѣдовательно, тамъ, гдѣ кератинъ растворимъ, онъ можетъ замѣнить собою бѣлокъ.

Да и главная составная часть эластической ткани «эластинъ,» который раньше ставили въ одну групну съ клеевыми веществами, занимаетъ теперь отдѣльное мѣсто: при своемъ распаденіи онъ даетъ незначительное количество тирозина и будто-бы не содержитъ сѣры (??). Эластическая ткань переваривается собаками почти всецѣло. По отношенію къ человѣку нѣтъ никакихъ опытовъ.

---

1) Knieriem. Ueber die Verwerthung der Cellulose im thierischen Organismus. Festschr. Riga 1884. S. 6. Напечатано также въ Zeitschr. für Biol. Bd. 21. S. 67. 1885.

2) Etzinger, l. c.

ЛЕКЦІЯ Vая.

Органическія питательныя вещества. Продолженіе: Углеводы и жиры. Различное значеніе трехъ главныхъ группъ органическихъ питательныхъ веществъ.

Обратимся теперь къ двумъ главнымъ группамъ питательныхъ веществъ, которыя составляютъ противоположность двумъ только-что разсмотрѣннымъ въ томъ отношеніи, что онѣ не содержатъ ни азота, ни сѣры: это **жиры** и **углеводы**[1]). Они имѣютъ общій составъ изъ однихъ и тѣхъ-же трехъ элементовъ: углерода, водорода и кислорода. Но количественный составъ ихъ, какъ извѣстно, совершенно различенъ: жиры гораздо бѣднѣе кислородомъ, но за то богаче углеродомъ и водородомъ. Поэтому-то и теплота сгаранія жировъ должна быть гораздо больше.

По извѣстной теплотѣ сгаранія углерода и водорода нельзя точно опредѣлить теплоту сгаранія органическихъ веществъ, такъ какъ часть теплоты, освобождающейся вслѣдствіе соединенія кислорода съ углеродомъ и водородомъ, идетъ на отдѣленіе атомовъ водорода отъ атомовъ углерода, а также на отдѣленіе послѣднихъ другъ отъ друга. Это количество теплоты можетъ быть въ различныхъ соединеніяхъ весьма различно, такъ какъ степень прочности связи атомовъ другъ съ другомъ различна, а при ихъ соединеніи освободилось различное количество теплоты. Метамерныя соединенія доставляютъ, какъ извѣстно, различную теплоту сгаранія. Поэтому-то теплота сгаранія питательныхъ веществъ и была опредѣлена непосредственно черезъ ихъ сгараніе въ калориметрѣ сначала Frankland'омъ[2]), затѣмъ по усовершенствованному

1) Химическія свойства углеводовъ и жировъ предполагаются въ этой и въ послѣдующихъ главахъ уже извѣстными, такъ какъ эти соединенія въ большинствѣ случаевъ довольно подробно и обстоятельно разсмотрѣны въ учебникахъ органической химіи.

2) Frankland, Philos. Mag. XXXII, p. 182. 1866.

методу Stohmann'омъ[1]) и его ученикомъ Rechenberg'омъ[2]) и, наконецъ, Данилевскимъ[3]) и Rubner'омъ[4]). Въ нижеслѣдующей таблицѣ сопоставлены мною числа, найденныя этими авторами. У каждаго числа стоитъ начальная буква фамиліи автора. Кромѣ того, въ таблицѣ приведена теплота сгаранія углерода, водорода и нѣкоторыхъ продуктовъ распада питательныхъ веществъ, что необходимо для дальнѣйшихъ выводовъ. За единицу теплоты (Calorie) принято то количество теплоты, которое необходимо для того, чтобы нагрѣть 1 grm. воды на 1° C.

Теплота сгаранія 1 grm. вещества, выраженная въ калоріяхъ:

Водородъ F. и S.[5]) . .	**34462**	Казеинъ молока (3 препарата St. 5754—5693; среднее число) . . .	5715
Стеариновая кислота $C_{18}H_{36}O_2$ Rch. . . .	9886	Масляная кислота F. и S.	5647
Стеариновая кислота Rub.	9745	Параглобулинъ (изъ сыворотки лошадиной крови)	5634
Стеариновая кислота F. и S.	9717	Кристаллическій бѣлокъ, добытый Grübler'омъ изъ тыквяныхъ сѣмянъ St.	5595
Бычачій жиръ D. . . .	9686	Яичный бѣлокъ (2 препарата St. 5556 и 5597 среднее число) . . .	5577
Оливковое масло St. . .	9455	Фибринъ крови St. (3 препарата 5487 — 5536, среднее число) . . .	5508
Свиной жиръ Rub. . .	9423	Глютинъ (изъ рыбьяго клея) D.	5493
Стеариновая кислота St.	9412	Пептонъ (добытый Drechsel'емъ) D.	4914
Жиръ (человѣка и разныхъ животныхъ; среднее число изъ ряда близко подходящихъ чиселъ 9319—9429) St.	9372	Хондринъ D.	4909
Масло St.	9179	Пептонъ D.	4876
Древесный уголь F. и S.	**8080**	Крахмалъ $C_6H_{10}O_5$ Rch.	4479
Этиловый спиртъ F. и S.	7184	Эритродекстринъ Rch. .	4325
Этиловый спиртъ Berthelot	6980		
Растительный фибринъ D.	6231		
Гемоглобинъ (лошади) D.	5949		
Казеинъ D.	5855		
Фибринъ крови D. . .	5772		

1) Stohmann. Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 19. S. 115—142. 1879 и Landwirthschaftl. Jahrb. S. 513—581.

2) v. Rechenberg. Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 22, 1—45 и 223—250. 1880.

3) Danilewsky. Pflüger's Arch. Bd. 36 S. 237. 1885.

4) Rubner. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 21 S. 250 и 337. 1885.

5) Favre et Silbermann. Ann. d. Chem. et d. phys. (3). T. 34. p. 357, 1852.

Глицеринъ St.	4305
Тростн. сахаръ D. . . .	4176
Тростн. сахаръ . . . C_{12} H_{22} O_{11} Rch. . .	4173
Ангидридъ мальтозы . . C_{12} H_{22} O_{11} Rch. . .	4163
Ангидридъ молочнаго сахара C_{12} H_{22} O_{11} Rch.	4162
Клѣтчатка (изъ шведской пропускной бумаги) St.	4146
Крахмалъ St.	4116
Тростн. сахаръ St. . .	3959
Гидратъ молоч. сах. . C_{12} H_{22} O_{11}, H_2 O Rch.	3945
Ангидридъ декстрозы C_{16} H_{12} O_6 Rch. . .	3939
Гидратъ мальтозы . . C_{12} H_{22} O_{11}, H_2O Rch.	3932
Ангидридъ молоч. сахара St.	3877
Ангидридъ декстрозы St.	3692
Гидратъ молоч. сахара St.	3667
Гидратъ декстрозы . . C_6 H_{12} O_6, H_2O. Rch. .	3567
Уксусная кислота F. u. S.	3505
Аспарагиновая кислота St.	3423
Гликохоль St.	3050
Янтарная кислота . . . C_4 H_6 O_4 Rch. . . .	2996
Янтарная кислота St. . .	2937
Мочевая кислота Frankl.	2645
Мочевая кислота St. . .	2620
Мочевина D.	2537
Мочевина St.	2465
Мочевина Frankl. . .	2121
Виннокаменная кислота St.	1744
Виннокаменная кислота . C_4 H_6 O_6 Rch. . . .	1408
Щавелевая кислота . . C_2 H_2 O_4 Rch. . . .	659
Щавелевая кислота St. .	569

Теплота сгаранія безазотистыхъ питательныхъ веществъ въ нашемъ тѣлѣ такая-же, какъ въ калориметрѣ, такъ какъ конечные продукты одни и тѣ-же. Иначе обстоитъ дѣло съ азотистыми питательными веществами. При сгараніи послѣднихъ въ калориметрѣ азотъ совершенно освобождается, при разложеніи же и окисленіи въ тѣлѣ онъ связанъ съ извѣстною частью углерода и водорода въ видѣ органическаго соединенія, у человѣка главнымъ образомъ въ видѣ мочевины. Количество мочевины, которая можетъ образоваться изъ бѣлка, составляетъ приблизительно $^1/_3$ вѣсовую часть этого послѣдняго. Слѣдовательно, мы должны отъ теплоты сгаранія бѣлка вычесть $^1/_3$ теплоты сгаранія мочевины для того, чтобы получить теплоту сгаранія бѣлка въ нашемъ тѣлѣ. Полученное число, пожалуй, будетъ все-таки еще слишкомъ велико, такъ какъ азотъ оставляетъ наше тѣло не только въ видѣ мочевины, но отчасти еще въ видѣ болѣе богатыхъ углородомъ и водородомъ соединеній. Такимъ образомъ отъ теплоты сгаранія бѣлковъ на вышеприведенной таблицѣ нужно отнять по крайней мѣрѣ 800 единицъ теплоты; тогда получатся числа, которыя только немногимъ превосходятъ числа, выражающія теплоту сгаранія углеводовъ. Изъ этого слѣдуетъ, что углеводы, какъ запасъ силъ для нашего тѣла, въ количественномъ отношеніи почти

одинаково важны, какъ и бѣлки. Теплота же сгараніе жировъ вдвое больше.

Значеніе силъ напряженія, вводимыхъ въ органы вмѣстѣ съ различными питательными веществами для различныхъ отправленій, еще мало извѣстно. Такъ какъ мышца состоитъ преимущественно изъ бѣлковъ, то легко было предположить, что бѣлки служатъ рабочимъ матеріаломъ для мышцы. Поборникомъ такого взгляда явился Liebig, который противопоставлялъ безазотистыя питательныя вещества — жиры и углеводы, какъ «питательныя средства, поддерживающія дыханіе» — бѣлкамъ, какъ «пластическимъ питательнымъ средствамъ». Онъ училъ, что первыя служатъ преимущественно для производства теплоты. Теперь-же мы знаемъ, что при мышечной работѣ выдѣленіе азота увеличивается лишь немного, но что за то значительно увеличивается выдѣленіе углекислоты и воспрининаніе кислорода, что слѣдовательно, *мышца работаетъ преимущественно на счетъ безазотистаго матеріала.* Мы знаемъ, что въ мышцахъ отложенъ запасъ углеводовъ въ видѣ гликогена, и что этотъ запасъ исчезаетъ во время работы. Кажется такимъ образомъ, что *углеводы служатъ преимущественно источникомъ силы для мышцъ*[1]). Могутъ-ли и жиры служить рабочимъ матеріаломъ для мышцы и въ какой степени, еще неизвѣстно. Жиры и углеводы могутъ замѣнять другъ друга, но лишь до извѣстнаго предѣла; роли ихъ, кажется, неодинаковы. Въ пользу этого говоритъ одновременное появленіе тѣхъ и другихъ въ молокѣ всѣхъ мясо-, все- и травоядныхъ животныхъ. Въ пользу этого говоритъ еще и инстинктивная потребность прибавлять жиръ ко всякой пищѣ, даже самой богатой углеводами и, наоборотъ, потребность прибавлять углеводы къ пищѣ, изобилующей жирами.

Въ всякомъ случаѣ жиры служатъ самымъ богатымъ источникомъ теплоты. О значеніи теплоты тѣла для жизненныхъ отправленій мы знаемъ пока только то, что всѣ химическіе процессы, слѣдовательно, и весь связанный съ ними обмѣнъ силъ и зависящія отъ этого отправленія тѣла, интенсивнѣе при повышенной температурѣ. Что въ особенности отправленія нервной системы и мышцъ совер-

1) Вопросъ объ источникѣ силы будетъ обстоятельно разсмотрѣнъ въ 19 лекціи.

шаются гораздо живѣе при повышенной температурѣ — можно, какъ извѣстно, легко доказать на холоднокровныхъ животныхъ.

Какимъ, однако, отправленіямъ нашего тѣла служитъ разложеніе и окисленіе большихъ количествъ бѣлка, которыхъ невозможно замѣнить никакимъ другимъ питательнымъ веществомъ — объ этомъ мы пока еще ровно ничего не знаемъ. Опытъ показываетъ, что каждый человѣкъ доставляетъ себѣ ежедневно въ той или другой формѣ 100—150 grm. бѣлка. Если онъ воспринимаетъ меньше, то даже при самомъ обильномъ потребленіи жира и углеводовъ часть бѣлковъ его тканей разлагается. Жиры и углеводы въ состояніи замѣнять бѣлки лишь до извѣстнаго предѣла.

Мы знаемъ, правда, что богатые бѣлками элементы нашихъ тканей подвержены, какъ и всѣ одноклѣточныя существа, быстрой смѣнѣ поколѣній; что разложеніе, смерть одной части, ростъ и дѣленіе другой чередуются безпрерывно. На ткани, болѣе другихъ доступной непосредственному наблюденію, на эпидермисѣ — мы видимъ постоянно, какъ старыя клѣтки умираютъ и замѣщаются новыми, благодаря размноженію болѣе глубокихъ слоевъ. То же самое доказано для эпителіальныхъ клѣтокъ кишечника и нѣкоторыхъ железъ. Бѣглый взглядъ на отшлифованную костную пластинку указываетъ на безпрестанное новообразованіе концентрическихъ пластинчатыхъ колецъ, вростающихся во всосанныя старыя системы. И относительно лейкоцитовъ мы вскорѣ увидимъ при разсмотрѣніи явленія всасыванія въ кишечникѣ (12 лекція), что они подвержены быстрой смѣнѣ поколѣній. Отчего-же не быть тому-же самому и въ тканяхъ, недоступныхъ нашему наблюденію?

Но матеріалъ отжившихъ уже тканевыхъ элементовъ можетъ, вѣдь, пойти на ростъ переживающихъ. Необходимость потреблять ежедневно 100—150 grm. бѣлка непонятна, пока намъ неизвѣстно ни одно отправленіе тѣла, для совершенія котораго могли бы быть употреблены химическія силы напряженія распадающагося бѣлка.

Но такъ какъ въ дѣйствительности бѣлокъ принадлежитъ къ той изъ $3^{хъ}$ главныхъ группъ питательныхъ веществъ, которая не можетъ быть замѣнена никакою другою, то при выборѣ и комбинаціи пищевыхъ средствъ мы должны прежде всего обратить наше вниманіе на содержаніе въ нихъ бѣлка.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ приведенъ средній составъ [1]) важнѣйшихъ пищевыхъ средствъ, распредѣленныхъ по возрастающему содержанію бѣлка:

I. ТАБЛИЦА.

Въ 100 grm. пищевыхъ веществъ въ ихъ естественномъ, воду содержащемъ, видѣ содержится:

	Бѣлка.	Жировъ.	Углеводовъ.
Яблоки	0,4	—	13
Морковь („желтая рѣпа“ Daucus carota)	1,1	0,2	9
Картофель	2	0,1	20
Женское молоко	**2,4**	**4**	**6**
Капуста (Савойская, Wirsing, Brassica oleracea, var. bullata)	3,3	0,7	7
Коровье молоко	3,4	4	5
Рисъ	8	0,9	77
Кукуруза	10	4,6	71
Пшеница	12	1,7	70
Куриный бѣлокъ	13	0,3	—
Богатая жиромъ рыба (рѣчной угорь)	13	28	—
Жирное свиное мясо	15	37	—
Желтокъ куринаго яйца	16	32	—
Жирная говядина	17	26	—
Нежирная рыба (щука)	18	0,5	—
Нежирная говядина	21	1,5	—
Горохъ	23	1,8	58

II. ТАБЛИЦА.

100 grm. сухаго вещества содержатъ:

	Бѣлка.	Жировъ.	Углеводовъ
Яблоки	2,4	—	79
Картофель	8	0,6	87
Рисъ	9	1	89
Морковь	10	2	82

1) Всѣ числовыя данныя взяты мною изъ сочиненія J. König'a „Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel.“ 2. Aufl. Berlin 1883. Въ этой книгѣ приведены всѣ прежніе анализы.

	Бѣлка.	Жировъ.	Углеводовъ.
Кукуруза	11	5	81
Пшеница	14	2	81
Женское молоко	**18**	**30**	**48**
Капуста	26	5	56
Горохъ	27	2	62
Коровье молоко	27	29	38
Жирное свиное мясо	28	71	—
Богатая жирами рыба	30	67	—
Желтокъ куринаго яйца	33	65	—
Жирная говядина	39	59	—
Нежирная говядина	89	6	—
Куриный бѣлокъ	89	2	—
Нежирная рыба	90	2,5	—

Въ слѣдующей таблицѣ приведены количества пищевыхъ средствъ въ ихъ естественномъ, воду содержащемъ, видѣ, которыя необходимо съѣсть для того, чтобы ввести въ наше тѣло 100 grm. бѣлка.

III. ТАБЛИЦА.

100 grm. бѣлка содержатся въ:

25000	grm.	яблокъ
9000	„	моркови
5000	„	картофеля
4200	„	женскаго молока
3000	„	капусты
3000	„	коровьяго молока
1250	„	риса
1000	„	кукурузы
800	„	пшеницы
750	„	куринаго бѣлка
750	„	богатой жиромъ рыбы (угорь)
650	„	жирнаго свинаго мяса
620	„	желтка куринаго яйца
600	„	жирной говядины
550	„	нежирной рыбы
480	„	нежирной говядины
430	„	гороха

Въ слѣдующей таблицѣ приведены количества сухихъ пищевыхъ средствъ, содержащихъ 100 grm. бѣлка.

IV. ТАБЛИЦА.

100 grm. бѣлка содержатся въ:

4200	grm.	сухихъ	яблокъ
1250	„	„	картофеля
1100	„	„	риса
1000	„	„	моркови
900	„	„	кукурузы
700	„	„	пшеницы
550	„	„	**женскаго молока**
400	„	„	капусты
370	„	„	гороха
370	„	„	коровьяго молока
360	„	„	жирнаго свинаго мяса
330	„	„	жирной рыбы
300	„	„	желтка куринаго яйца
250	„	„	жирной говядины
112	„	„	нежирной говядины
112	„	„	куринаго бѣлка
110	„	„	бѣдной жиромъ рыбы (щука).

Если мы отъ вышеприведенныхъ чиселъ отнимемъ 100, то узнаемъ изъ послѣдней таблицы, сколько другихъ плотныхъ составныхъ частей — преимущественно углеводовъ и жировъ — мы должны съѣсть одновременно, чтобы воспринять 100 grm. бѣлка. Въ слѣдующихъ двухъ таблицахъ приведены отдѣльно эти количества углеводовъ и жировъ: въ таблицѣ V по возрастающимъ количествамъ углеводовъ, а въ таблицѣ VI по возрастающимъ количествамъ жировъ.

V. ТАБЛИЦА.

Одновременно съ 100 grm. бѣлка воспринимается въ:

	Углеводовъ.	Жировъ
Коровьемъ молокѣ	140	107
Капустѣ	220	21
Горохѣ	230	7
Женскомъ молокѣ	**270**	**170**
Пшеницѣ	580	14
Кукурузѣ	740	46
Моркови	820	20
Рисѣ	990	11
Картофелѣ	1090	8
Яблокахъ	3300	0

VI. ТАБЛИЦА.

Одновременно со 100 grm. бѣлка воспринимаются въ:

	Жировъ.	Углеводовъ.
Яблокахъ	—	3300
Куриномъ бѣлкѣ	2	—
Щукѣ	3	—
Нежирной говядинѣ . . .	7	—
Горохѣ	7	230
Картофелѣ	8	1090
Рисѣ	11	990
Пшеницѣ	14	580
Моркови	20	820
Капустѣ	21	220
Рисѣ (?)	30	1300
Кукурузѣ.	46	740
Коровьемъ молокѣ. . . .	107	140
Жирной говядинѣ	150	—
Женскомъ молокѣ	**170**	**270**
Желткѣ куринаго яйца . .	200	—
Угрѣ	220	—
Жирномъ свиномъ мясѣ. .	250	—

Для того чтобы составить себѣ по этимъ таблицамъ ясное понятіе о достоинствѣ различныхъ животныхъ и растительныхъ пищевыхъ средствъ, нужно имѣть въ виду еще слѣдующее.

Содержаніе бѣлка въ большей части пищевыхъ веществъ не опредѣлено точно. Опредѣляли только содержаніе азота и отсюда уже вычисляли содержаніе бѣлка, предположивъ, что въ пищевыхъ веществахъ нѣтъ никакихъ другихъ азотистыхъ соединеній и что во всѣхъ видахъ бѣлковъ содержится 16% азота. Оба эти предположенія невѣрны. Содержаніе азота, какъ мы это видѣли, колеблется въ различныхъ бѣлковыхъ тѣлахъ между 15 и 19%. Другое предположеніе, будто пищевыя вещества не содержатъ никакихъ другихъ азотистыхъ соединеній, вѣрно относительно сѣмянъ хлѣбныхъ и стручковыхъ растеній, въ которыхъ до сихъ поръ не удалось доказать присутствія другихъ азотистыхъ соединеній въ болѣе или менѣе значительномъ количествѣ. Но въ большинствѣ другихъ растеній находятся въ значительномъ количествѣ амміакъ, азотная кислота, амиды, амидовыя кислоты и т. п. Азотъ въ этихъ соединеніяхъ со-

ставляетъ въ нѣкоторыхъ стручковыхъ растеніяхъ болѣе $^1/_3$ всего содержащагося въ нихъ азота.

Грубую ошибку дѣлаютъ также, вычисляя количество содержащагося въ мясѣ бѣлка по количеству содержащагося въ этомъ мясѣ азота. Мясо содержитъ довольно значительное количество клейдающихъ веществъ, имѣющихъ, какъ я уже упомянулъ, для питанія совершенно другое значеніе, чѣмъ бѣлокъ. Клейдающія вещества животной пищи скорѣе, пожалуй, могутъ быть признаны равнокачественными углеводамъ растительныхъ веществъ, чѣмъ бѣлки. Слѣдовательно, если на основаніи вышеприведенной таблицы судить о питательности мяса и растительныхъ средствъ по количеству содержащагося въ нихъ бѣлка, то мясо будетъ слишкомъ высоко оцѣнено, а растительныя средства — слишкомъ низко.

Съ другой стороны слѣдуетъ однако обратить вниманіе на то, что мясная пища всасывается гораздо полнѣе, чѣмъ растительная.

Въ новѣйшее время, благодаря тщательному сравниванію количествъ азота въ воспринятой пищѣ и въ выдѣленномъ калѣ, точно опредѣлена степень всасываемости бѣлка различныхъ пищевыхъ веществъ. Оказалось при этомъ, что бѣлокъ мяса исчезаетъ почти совершенно. Значительная часть бѣлка молока появляется уже въ калѣ. Гораздо больше еще количество невсосаннаго бѣлка послѣ принятія растительной пищи. Въ слѣдующей таблицѣ сопоставлены результаты этихъ такъ называемыхъ »опытовъ извлеченія пользы.« Всѣ эти опыты произведены надъ человѣкомъ.

Пища.	Процентное отношеніе невсосаннаго бѣлка къ воспринятому количеству.	Авторъ
Говядина (опыты надъ однимъ и тѣмъ-же лицомъ)	2,5 2,8	Rubner[1])
Яйца	209	Rubner
Молоко и сыръ	2,9 4,9 3,7 } Опыты надъ однимъ и тѣмъ-же лицомъ	Rubner

1) Max Rubner, Zeitschr. f. Biol. Bd. 15. S. 115. 1879. Bd. 16. S. 119. 1880. Bd. 19. S. 45. 1883.

Пища.	Процентное отношеніе невсосаннаго бѣлка къ воспринятому количеству.	Авторъ.
Молоко (4 опыта надъ четырьмя различными лицами)	6,5 7,0 7,7 12,0	Rubner
„Овощи“ (Мука изъ овощныхъ и хлѣбныхъ растеній) . . .	8,2 10,5	Strümpell[1])
Вермишель изъ клейковины . .	11,2	Rubner
Кукуруза	15,5	Rubner
Горохъ и хлѣбъ	12—20	Ворошиловъ[2])
Макароны	17,1	Rubner
Кудрявая капуста (Brassica oleracea var. bullata)	18,5	Rubner
Пшеничный хлѣбъ	19,9	Meyer[3])
Рисъ	20,4	Rubner
Мюнхенскій ржаной хлѣбъ . . .	22,2	Meyer
Бѣлый хлѣбъ (опыты надъ однимъ и тѣмъ-же лицомъ) . .	18,7 20,7 24,6 25,7	Rubner[4])
Горохъ слущенный и мягко сваренный (опыты надъ однимъ и тѣмъ-же лицомъ)	17,5 27,8	Rubner
Пшеничный хлѣбъ изъ муки цѣльнаго зерна	30,5	Rubner
„Черный хлѣбъ“ (ржаной хлѣбъ)	32,0	Rubner
Картофель	32,2	Rubner
Harsford-Liebig'овскій хлѣбъ . .	32,4	Meyer
Желтая рѣпа (Daucus carota), сваренная	39,0	Rubner
Чечевица	40,0	Strümpell
Хлѣбъ изъ отрубей	42,3	Meyer
Чечевица, картофель и хлѣбъ . .	53,5	Hoffmann[5])

1) A. Strümpell, Deutsch. Archiv f. klin. Med. Bd. XVII. S. 108, 1876.

2) Ворошиловъ, Архивъ Боткина т. 4 стр. 1. 1872. Къ сожалѣнію въ Berl. klin. Wchschr. S 90 1873. находится весьма неточный рефератъ объ этой цѣнной работѣ.

3) G. Meyer, Zeitschr. f. Biol. Bd. 7. S. 1. 1871.

4) Жаль, что тщательные, трудные опыты Rubner'a произведены надъ пьяницами, пьющими пиво, пищеварительный аппаратъ которыхъ не пригоденъ для преодолѣнія растительной пищи. При опытахъ съ бѣлымъ хлѣбомъ лучшаго сорта лицо подверженное опыту потребляло ежедневно $1^1/_2$ литра пива! Слѣдуетъ-ли въ виду этого приписать дѣйствію бѣлаго хлѣба то, что „вѣтры были значительны?“ И Meyer (l. c. S. 18) не могъ при производствѣ своихъ опытовъ отказаться отъ пива и выпивалъ его ежедневно 2 литра. Ворошиловъ, извлекавшій при своихъ опытахъ надъ самимъ собою бѣлокъ исключительно только растительной пищи, совершавшій при этомъ усиленную тѣлесную и умственную работу, сохранилъ равновѣсіе азота въ своемъ тѣлѣ; онъ пилъ во все время этихъ опытовъ одну только воду. (l. c. стр. 28.)

5) Fr. Hoffmann, Die Bedeutung von Fleischnahrung und Fleischconserven. Leipzig 1880. S. 11 und 44.

Если сравнить эту таблицу съ таблицами III и IV, то оказывается, что наврядъ-ли возможно, чтобы человѣкъ былъ въ состояніи воспринимать ежедневно необходимое для удержанія равновѣсія азота количество бѣлка, составляющее по крайней мѣрѣ 100 grm. въ видѣ растительной пищи. Особенно непригоднымъ для этого кажется картофель. Чтобы ввести въ этомъ видѣ 100 grm. бѣлка въ желудокъ, необходимо было-бы съѣсть 5 kgrm. картофеля. Для того-же чтобы всосалось 100 grm. бѣлка, нужно бы съѣсть болѣе 7 kgrm. картофеля. Въ самомъ дѣлѣ, англійскіе статистики сообщаютъ, что ирландскіе рабочіе, питающіеся преимущественно картофелемъ, потребляютъ его среднимъ числомъ по 4—6½ kgrm. каждый день; это кажется мало вѣроятнымъ. «Человѣкъ, взятый Rubner'омъ[1]) для опытовъ, крѣпкаго тѣлосложенія солдатъ, привыкшій дома, въ Баварскомъ Верхнемъ Пфальцѣ, потреблять большія количества картофеля, не могъ съѣдать болѣе 3—3½ grm., хотя эта однообразная пища приготовлялась для него въ самой различной формѣ, съ солью или съ коровьимъ масломъ, или-же въ видѣ ломтиковъ, или наконецъ, поджаренная, и не смотря на то, что этотъ человѣкъ ѣлъ цѣлый день! Съѣденный картофель содержалъ лишь 71,5 grm. бѣлка, изъ которыхъ 23,1 grm. оставались невсосанными, такъ что этотъ человѣкъ не могъ сохранить равновѣсія азота, а выдѣлялъ его черезъ почки больше, чѣмъ всасывалъ его изъ кишечника, и такимъ образомъ потреблялъ запасъ бѣлка своихъ тканей, значитъ, мало по малу шелъ на встрѣчу голодной смерти. Тѣмъ не менѣе скептическій критикъ все-таки долженъ будетъ допустить возможность, что иной ирландскій рабочій и въ состояніи, пожалуй, съѣсть 7 grm. картофеля и поддержать такимъ образомъ равновѣсіе своего азота. Индивидуальныя различія во всякомъ случаѣ очень велики.

Слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что такая пища переносится гораздо лучше взрослыми, чѣмъ дѣтьми. Дѣтямъ предстоитъ создать богатый бѣлками организмъ. Взрослому-же приходится лишь поддерживать имѣющійся запасъ и совершать мышечную работу на счетъ углеводовъ, избытокъ которыхъ вводится вмѣстѣ съ картофельною пищею. Не за-

1) Rubner l. c. Bd 15. S. 146.

виситъ-ли ужасающая смертность дѣтей у пролетаріевъ отъ пищи, недостаточно обильной бѣлками?

Между важнѣйшими растительными пищевыми средствами богаче всѣхъ бѣлками овощи. При надлежащемъ приготовленіи можно ими поддержать равновѣсіе азота. Въ этомъ убѣждаютъ насъ опыты Ворошилова[1]), который питался въ продолженіи 30 дней исключительно горохомъ, хлѣбомъ и сахаромъ, совершалъ при этомъ ежедневно въ теченіи 1—3 часовъ по 8528 kgrmtr. работы въ часъ и все таки не потерялъ бѣлка своего тѣла. И объектъ опытовъ Rubner'a[2]) сохранялъ тоже равновѣсіе азота при питаніи горохомъ.

Если исключительно растительная пища оказывается недостаточною, то это зависитъ, пожалуй, менѣе отъ недостатка бѣлковъ, чѣмъ отъ недостатка жировъ. Взглядъ на таблицу V (стр. 74) показываетъ, что при питаніи овощами и злаками отношеніе углеводовъ къ бѣлкамъ оставалось-бы то-же, что и въ молокѣ. Такая пища будетъ бѣднѣе жиромъ, чѣмъ молоко. На этомъ основаніи можно a priori ожидать, что человѣкъ могъ-бы прекрасно существовать, питаясь овощами и злаками съ прибавленіемъ жировъ, — пожалуй, даже одними только злаками и жирами. Молоко служитъ нормальною пищею для груднаго младенца, но не для взрослаго человѣка. Взрослому необходимо, какъ я только-что доказалъ, относительно меньше бѣлковъ и больше углеводовъ. Поэтому возможно предполагать a priori, что отношеніе бѣлка къ углеводамъ, какъ оно существуетъ въ злакахъ, представляется вполнѣ нормальнымъ для питанія взрослаго, и что къ такой пищѣ слѣдуетъ лишь прибавить жировъ. Нѣкоторыя наблюденія, повидимому, говорятъ въ пользу такого предположенія. Сельскіе рабочіе въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Баваріи питаются будто исключительно пищею, приготовленною изъ муки и топленнаго сала, и при этомъ совершаютъ самую трудную работу.[3]) Еслибы при такомъ способѣ питанія и жиры были взяты изъ растительнаго царства въ видѣ масла, маслинъ, орѣ-

1) Ворошиловъ, l. c.
2) Rubner, l. c. Bd. 16. S. 125. 1880.
3) H. Ranke, Die bayer. Landwirthschaft in den letzten 10 Jahren. Festgabe u. s. w., S. 160. München 1872. Liebig, Sitzungsber. der bayer. Acad., II, S. 463. 1869. Reden und Abhandlungen, S. 121. Ср. также Ohlmüller, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 20, S. 393, 1884.

ховъ, какао, то тогда идеалъ вегетаріанцевъ былъ-бы вполнѣ достигнутъ.[1]) Изслѣдованіями Panum'a и Buntzen'a, кажется, доказано, что даже плотоядное можетъ питаться злаками и жиромъ; собака, которую кормили исключительно ячменною крупою и коровьимъ масломъ, »оставалась въ продолженіи двухъ мѣсяцевъ здоровою и бодрою, причемъ вѣсъ ея тѣла не измѣнился«.[2]) Къ сожалѣнію, время продолженія этого опыта было слишкомъ коротко.

Жиры всѣхъ веществъ всасываются очень полно,[3]) гораздо полнѣе, чѣмъ бѣлки. То же самое можно сказать относительно всѣхъ углеводовъ[4]), за исключеніемъ клѣтчатки. До послѣдняго времени клѣтчатка считалась совершенно неудобоваримой, пока на сельско-хозяйственныхъ опытныхъ станціяхъ не было доказано сначала надъ жвачными[5]), что изъ ихъ пищеварительнаго канала исчезаетъ 60—70 % древесины. На Тарандской опытной станціи[6]) будто-бы даже нашли, что если примѣшать къ сѣну древесныхъ опилокъ и бумаги и кормить такою пищею овецъ, то всасыванію подвергается 30—80 % клѣтчатки. Опыты надъ человѣкомъ впервые производилъ Weiske[7]): надъ самимъ собою и еще надъ однимъ субъектомъ. Онъ на-

---

1) Подробную критику вегетаріанизма я опубликовалъ въ небольшой брошюрѣ: „Der Vegetarianismus" Berlin, Hirschwald 1885. Со стороны вегетаріанцевъ отвѣтилъ на эту брошюру August Leiner въ своемъ возраженіи „Der Vegetarianismus im Kampfe mit der Wissenschaft, eine Antwort an Dr. Ed. v. Hartmann und Dr. G. Bunge. München und Leizig. G. Franz 1886. Каждый, кто сравнилъ возраженіе Leiner'a съ моею статьею, убѣдится, что Leiner ужасно боится, чтобы кто-нибудь изъ его единомышленниковъ не прочелъ моей работы въ оригиналѣ. Поэтому онъ даже не приводитъ ея заглавія, а только тенденціозно выдергиваетъ отѣльныя фразы и слова, не соблюдая связи и послѣдовательности, отъ чего получается совершенно извращенное понятіе о моихъ выводахъ. Поэтому я и прошу каждаго, кто пожелаетъ познакомиться съ моею критикою вегетаріанизма, прочесть ее въ оригиналѣ. Какимъ образомъ Leiner пришелъ къ заключенію, будто мнѣ „служилъ образцомъ мой коллега E. v. Hartmann," я просто не понимаю. Небольшая статья Hartmann'a „Was sollen wir essen" въ октябрской книжкѣ журнала „Vom Fels zum Meer" 1884. S. 82—88 мнѣ еще не была извѣстна, когда я писалъ сочиненіе „Der Vegetarianismus."

2) Jahresber. über die Fortschritte der Thierchemie. Bd. 4 über das Jahr 1874. Wiesbaden 1875. S. 365.

3) Rubner, l. c. Bd. 15, S. 189.

4) Rubner, l. c. S. 192.

5) Haubner, Zeitschrift f. Landwirthschaft. 1885, S. 177. Henneberg und Stohmann, Beiträge zur Begründung einer rationellen Fütterung der Wiederkäuer, 1860 Heft I и 1863 Heft II.

6) „Der chemische Ackersmann" 1860, S. 51 u. 118.

7) H. Weiske. Zeitschr. f. Biol, Bd. 6, S. 456, 1870.

шель, что одно лицо переваривало 62,7 %, а другое 47,3% клѣтчатки пищи, состоявшей изъ рѣпы, капусты и сельдерея. Впослѣдствіи производилъ такіе-же опыты надъ самимъ собою и Knieriem [1]); онъ переваривалъ 25,3 % нѣжной древесины латука и лишь 4,4 % «уже почти отвердѣвшихъ волоконъ козельца». Послѣднее число входитъ уже въ область неизбѣжной при наблюденіи ошибки. Вопросомъ, какъ объяснить себѣ растворимость клѣтчатки въ кишечномъ каналѣ, мы займемся обстоятельнѣе лишь впослѣдствіи при разсматриваніи процесса пищеваренія.

Клѣтчатка, какъ питательное вещество, едва ли имѣетъ значеніе для человѣка. За то она имѣетъ другое важное значеніе: *она служитъ механическимъ раздражителемъ, способствующимъ перистальтикѣ кишекъ.* Поэтому-то клѣтчатка и необходима для жвачныхъ съ длиннымъ пищеварительнымъ каналомъ. Если давать кроликамъ пищу, лишенную клѣтчатки, то передвиженіе содержимаго кишечника у нихъ пріостанавливается, дѣло доходитъ до воспаленія кишекъ, и животныя вскорѣ погибаютъ. Но если прибавить къ этой же пищѣ роговыхъ опилокъ, то питаніе совершается вполнѣ нормально [2]). Knieriem доказалъ особыми опытами, что роговыя опилки абсолютно непереваріваются; слѣдовательно онѣ замѣнили клѣтчатку только благодаря своимъ механическимъ свойствамъ. Изъ трехъ мышей, которыхъ кормили исключительно только молокомъ, одна погибла черезъ 47 дней, какъ обнаружило вскрытіе [3]), отъ ущемленія кишекъ.

При вскрытіи кролика, погибшаго отъ недостатка клѣтчатки, оказалось слѣдующее: «желудокъ содержитъ одну только слизь; на мѣстѣ привратника начало воспаленія; тонкая кишка выполнена слизью, на всемъ протяженіи сильно воспалена; то-же самое со слѣпою кишкою. Послѣдняя была сильно переполнена каломъ, представлявшимъ консистенцію стекольной замазки, плотно прилегавшимъ къ стѣнкамъ и къ складкамъ слѣпой кишки. Если сравнить съ этимъ содержи-

1) V. Knieriem, Ueber die Verwerthung der Cellulose im thierischen Organismus. Festschrift. Riga 1884. Статья эта напечатана также въ Zeitschr. f. Biol., Bd. 21, S. 67, 1885.

2) Knieriem l. c. S. 6 и 17–19.

3) N. Lunin, Ueber die Bedeutung der anorganischen Salze für die Ernährung des Thieres. Dissert. Dorpat 1880. S. 15. Напечатана также въ Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. 5, S. 37. 1881.

мое слѣпой кишки у нормально кормленнаго кролика, то разница оказывается поражающая: содержимое слѣпой кишки довольно рыхло, при отгибаніи кишки назадъ вытекаетъ почти совершенно; и эта рыхлая консистенція обусловливается только волокнами клѣтчатки; вслѣдствіе этого поддерживается свободное сообщеніе между заднепроходомъ и желудкомъ, между тѣмъ какъ у погибшаго въ теченіи опыта животнаго таковое сообщеніе едва-ли могло существовать [1]).

Короткій кишечникъ плотоядныхъ не нуждается въ механическихъ средствахъ для возбужденія перистальтики. Кишечникъ человѣка имѣетъ, какъ извѣстно, среднюю длину, поэтому жизнь человѣка не подвержена прямой опасности при устраненіи клѣтчатки, но во всякомъ случаѣ при этомъ ослабляется нормальное движеніе кишекъ. Мускулатура кишекъ атрофируется, какъ и всѣ другія мышцы, если на нее не будетъ возложена соотвѣтственная работа. Поэтому и при питаніи человѣка мы должны обратить вниманіе на то, чтобы его пища не была слишкомъ бѣдна клѣтчаткою. Господствующій среди зажиточныхъ классовъ, чрезмѣрный страхъ передъ неудобоваримыми блюдами можетъ повести къ общему ослабленію кишечной мускулатуры. Обычный запоръ не былъ-бы, быть можетъ, столь распространнымъ страданіемъ, еслибы мы съ дѣтства привыкали преодолѣвать пищу, богатую древесиною. Въ новѣйшее время съ успѣхомъ примѣняютъ богатый клѣтчаткою хлѣбъ изъ отрубей, какъ средство противъ хроническаго запора. Общеизвѣстно, что исключительно молочная пища можетъ также вести къ запорамъ.

Съ другой стороны указываютъ на то, что быстрое передвиженіе содержимаго кишечника подъ вліяніемъ раздражающаго дѣйствія клѣтчатки влечетъ за собою вредъ, а именно — что пища невполнѣ переваривается. И въ самомъ дѣлѣ, вышеупомянутые опыты Meyer'a показали, что въ матеріальномъ отношеніи выгоднѣе питаться болѣе дорогимъ, лишеннымъ отрубей пшеничнымъ хлѣбомъ, чѣмъ болѣе дешевымъ — изъ отрубей [2]). Fr. Hofmann доказалъ, что отъ прибавленія клѣтчатки питательность мяса умень-

1) Knieriem l. c. p. 17.

2) G. Meyer, Zeitschr. f. Biol. Bd. 7. S. 32 u. 33 1871. Ср. Rubner Zeitschr. f. Biol. Bd. 19. S. 45. 1883.

шается [1]). Но мнѣ кажется, что все таки *польза, приносимая пищею, изобилующею клѣтчаткою, далеко превосходитъ приносимый ею впредъ.*

Въ нижеслѣдующей таблицѣ обозначено *процентное содержаніе клѣтчатки въ самыхъ важныхъ растительныхъ пищевыхъ веществахъ человѣка.* Въ діететическомъ отношеніи небезъинтересно съ нимъ познакомиться.

Процентное содержаніе клѣтчатки въ пищевыхъ веществахъ въ обыкновенномъ ихъ водусодержащемъ видѣ. [2])			Процентное содержаніе клѣтчатки въ сухихъ пищевыхъ веществахъ.	
	Клѣтчатка.	Вода.		Клѣтчатка.
Рисовая мука	0,2	13	Рисовая мука	0,2
Мелкая пшеничная мука	0,3	13	Тонкая пшеничная мука	0,4
Моховикъ	0,6	91	Рисъ	0,7
Огурецъ	0,6	96	Ржаная мука	1,8
Рисъ	0,6	13	Рожь	2,4
Лукъ	0,7	86	Пшеница	2,9
Картофель	0,8	75	Кукуруза	2,9
Цвѣтная капуста	0,9	91	Картоф ль	3,1
Спаржа	1,0	94	Орѣхи	3,4
Морковь	1,0	89	Чечевица	4,1
Дыня	1,1	90	Бобы	4,1
Шампиньонъ	1,4	91	Лукъ	5
Яблоки (съ зернами)	1,5	85	Ячмень	6,2
Ржаная мука	1,6	14	Горохъ	6,4
Рѣдька	1,6	87	Волошскіе орѣхи	6,5
Рѣпа	1,8	82	Моховикъ	6,6
Капуста	1,8	90	Миндали	6,9
Огородный горохъ, зеленый, неспѣлый	1,9	78	Шпинатъ	8,1
Рожь	2,0	15	Огородный горохъ, зеленый, неспѣлый	8,7
Козелецъ (Scorzonera)	2,3	80	Морковь	8,8
Земляника	2,3	88	Яблоки	10
Кукуруза	2,5	13	Рѣпа	10
Пшеница	2,5	14	Козелецъ	12
Горохъ	2,6	15	Рѣдька	12
Хрѣнъ	2,8	77	Хрѣнъ	12
Чечевица	3,0	12	Цвѣтная капуста	13
Орѣхи	3,3	3,8	Огурецъ	14
Бобы	3,6	14	Шампиньонъ	16
Виноградъ (съ зернами)	3 6	78	Спаржа	17
Груши (съ зернами)	4,3	83	Капуста	18
Ячмень	5 3	14	Земляника	19
Волошскій орѣхъ	6,2	4.7	Дыня	22
Миндали	6,6	5,4	Груши	25
Малина	6.7	86	Малина	47

1) Voit, Sitzungsber. der bayer. Akad. 1869 December.

2) Среднія числа, взятыя изъ цитированнаго уже сочиненія König'a.

Относительно того, какое количество углеводовъ и жировъ необходимо намъ принимать ежедневно, нельзя опредѣлить никакой нормы, такъ-какъ они замѣщаются не только другъ другомъ, но и бѣлками. Опытъ обыденной жизни показалъ, что рабочіе люди, которые въ состояніи пріобрѣсти себѣ достаточную пищу, потребляютъ ежедневно 50—200 grm. жира и 300—800 grm. углеводовъ при 110—150 grm. бѣлка. Таблицы V и VI показываютъ, какъ намъ комбинировать самымъ различнымъ образомъ такого рода пищу. Пища должна быть тѣмъ богаче углеводами, чѣмъ усиленнѣе мышечная работа, и тѣмъ богаче жиромъ, чѣмъ ниже окружающая температура. Путешественники изъ дальняго сѣвера сообщаютъ единогласно, что они очень скоро усвоивали себѣ обычай туземцевъ сѣвера съѣдать ежедневно съ удовольствіемъ нѣсколько фунтовъ масла или рыбьяго жира и что прежнее отвращеніе къ большимъ количествамъ жира опять появлялось у нихъ, коль-скоро они возвращались въ болѣе теплыя страны. Негры-же, работающіе на плантаціяхъ въ тропическихъ странахъ, потребляютъ, напротивъ того, при самой усиленной мышечной работѣ пищу, бѣдную жирами, но за то очень богатую углеводами.

ЛЕКЦІЯ VI-ая.

Органическія питательныя вещества. Окончаніе: Органическія соединенія фосфора и желѣза.

Мы успѣли уже познакомиться съ тѣми органическими веществами, которыя по теперешнему ученію физіологіи являются необходимыми для питанія человѣка. Но число этихъ веществъ по всей вѣроятности гораздо больше.

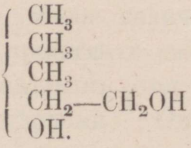
Къ необходимымъ органическимъ питательнымъ веществамъ человѣка принадлежатъ, быть можетъ, еще и нѣкоторыя **соединенія фосфора**. Во всѣхъ животныхъ и растительныхъ тканяхъ, въ каждой клѣткѣ находятся два сложныхъ органическихъ соединенія, весьма богатыя фосфоромъ; я говорю о **лецитинахъ** и **нуклеинахъ**.

Лецитины — это соединенія, которыя, какъ мы можемъ предположить, произошли отъ соединенія одного молекула глицерина съ двумя молекулами какой-нибудь жирной кислоты (стеариновой, пальметиновой или олеиновой), однимъ молекуломъ фосфора и однимъ молекуломъ нейрина, при отдѣленіи четырехъ молекуловъ воды. Составъ этого сложнаго молекула еще не опредѣленъ съ достовѣрностью; возможны многія изомерныя соединенія упомянутыхъ составныхъ частей [1]).

Нейринъ представляетъ собою амміачное основаніе, составъ котораго точно извѣстенъ. При подогрѣваніи онъ распадается на гликоль (этиленовый спиртъ) и триметиламинъ. Распаденію соотвѣтствуетъ синтезъ: Wurtz [2]) получилъ его, дѣйствуя окисью этилена и водою на триметиламинъ. Мы должны по этому дать нейрину слѣдующую формулу:

1) См. Дьяконовъ, Centralblatt f. die med. Wissensch. 1868 Nr. 1, 7, 28. Hoppe-Seyer, Med. chem. Unters. Heft 2. S. 221. 1867. Heft 3. S. 405, 1868. Strecker, Ann. chem. Pharm. Bd. 148. S. 77. 1868. Hundeshagen. „Zur Synthese des Leicithins“ Inaug.-Dissert. Leipzig 1883.

2) Wurtz, Ann. chem. Pharm. Suppl. 6. S. 116 и 197. 1868. Compt. rend. T. 65. p. 101. 1867. и T. 66. p. 772. 1868.



Въ животномъ царствѣ нейринъ найденъ до сихъ поръ только въ видѣ лецитина. Онъ былъ добытъ впервые Strecker'омъ изъ желчи [1]), содержащей лецитинъ, и названъ поэтому холиномъ. Liebreich [2]) нашелъ его между продуктами фосфоръ-содержащихъ соединеній нервнаго вещества (въ мозгу) и назвалъ его поэтому нейриномъ. Дьяконовъ доказалъ, что нейринъ есть продуктъ расщепленія лецитина. Въ тканяхъ растеній нейринъ находится не только, какъ лецитинъ, но и въ другихъ соединеніяхъ. Въ сѣменахъ горчицы находится алкалоидъ — синапинъ, — распадающійся при кипяченіи со щелочами на синапиновую кислоту и нейринъ. Въ мухоморѣ (Amanita muscaria) Schmiedeberg и его ученики [3]) нашли 2 алкалоида: аманитинъ и мускаринъ, изъ которыхъ первый оказался сходнымъ съ нейриномъ. Послѣдній-же, представляющій собою сильный ядъ, отличается отъ перваго только по содержанію кислорода, однимъ лишь атомомъ больше; и въ самомъ дѣлѣ при дѣйствіи дымящейся азотной кислоты на нейринъ — все равно добытый изъ мухомора, или-же изъ лецитина мозга, или яичнаго желтка, или-же наконецъ, составленный синтетическимъ путемъ — удалось получить алкалоидъ, содержащій однимъ атомомъ кислорода больше и проявляющій сходное съ мускариномъ ядовитое дѣйствіе, особенно на сердце. Такое близкое соотношеніе между веществомъ, содержащимся во всякой животной и растительной клѣткѣ, и однимъ изъ сильнѣйшихъ ядовъ представляетъ собою фактъ въ высшей степени достопримѣчательный. Между тѣмъ по новѣйшимъ изслѣдованіямъ Boehm'a [4]) оказывается, что мускаринъ, искусственно добытый вслѣдствіе окисленія нейрина, не тождественъ съ мускариномъ, находящимся въ мухоморѣ, а

1) Strecker, Ann. chem. Pharm. Bd. 123. S. 353. 1862. Bd. 148. S. 76. 1868.

2) Liebreich. Ann. chem. Phar Bd. 134. S. 29. 1865.

3) Schmiedeberg und Koppe, Das Muscarin, das giftige Alkaloid des Fliegenpilzes. Leipzig 1869. E. Harnack, Arch. f. exp. Pathol und Pharmacol. Bd. IV S. 168. 1875. Schmiedeberg und Harnack, Arch. f. exp. u. Pharmacol. Bd. VI. S. 101. 1876.

4) Boehm, Arch. f. exp. Pathol. und Pharmacol. Bd. XIX S. 87, 1885.

только изомеренъ: фармокологическое дѣйствіе обнаруживаетъ разницу. Нейринъ найденъ Boehm'омъ и въ другихъ грибахъ и добытъ также въ значительномъ количествѣ изъ выжимокъ сѣмянъ хлопчатника и буковыхъ желудей.

Лецитины сходны съ жирами, къ которымъ они стоятъ столь близко по составу, тѣмъ, что и они растворимы въ алкоголѣ и эфирѣ; они кромѣ того смѣшиваются съ жирами въ любой пропорціи; но въ тоже время они обладаютъ способностью разбухать въ водѣ и принимать тогда слизистую консистенцію. Вслѣдствіе этого они кажутся особенно способными содѣйствовать вліянію растворенныхъ въ водѣ веществъ на нерастворимыя и принимаютъ участіе въ различныхъ химическихъ процессахъ, происходящихъ въ тканяхъ. Пока мы однако еще ровно ничего не знаемъ о значеніи, какое могутъ имѣть лецитины при какихъ бы то ни было жизненныхъ отправленіяхъ.

Прежде всего насъ долженъ интересовать вопросъ; образуются-ли лецитины нашихъ тканей изъ лецитиновъ пищи, или-же они образуются синтетически изъ другаго матеріала — напр. жировъ, бѣлка и фосфорной кислоты. Опытами, произведенными въ лабораторіи Hoppe-Seyler'a[1]), доказано, что при искусственномъ панкреатическомъ пищевареніи лецитины легко распадаются при воспринятіи воды на глицеринофосфорную кислоту, жирныя кислоты и нейринъ. Бываетъ-ли этотъ распадъ только при нормальномъ пищевареніи или-же всасывается-ли извѣстная часть нераспавшагося лецитина, какъ велика эта часть, можетъ ли то, что всосалось нераспавшимся, пойти на построеніе тканей, или же и всосанные продукты расщепленія опять вступаютъ въ соединеніе, можетъ-ли, наконецъ, лецитинъ образоваться и изъ другаго матеріала — объ этомъ мы еще ничего не знаемъ. Во всякомъ случаѣ всасываемость лецитина или продуктовъ его расщепленія полная: въ калѣ не удается найти ни лецитина, ни глицеринофосфорной кислоты. За необходимость присутствія лецитина въ пищѣ говоритъ, повидимому, присутствіе его въ молокѣ[2]).

Подъ общимъ именемъ «**нуклеиновъ**»[3]) понимаютъ

1) A. Bókay, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. I, S. 157, 1877.

2) Tolmatscheff, Med. chem. Untersuchungen von Hoppe-Seyler, Heft 2. S. 272. 1867.

3) Нуклеины открыты и изслѣдованы Miescher'омъ сначала въ ядрахъ гнойныхъ тѣлецъ, а потомъ въ яичномъ желткѣ и въ спермѣ лосося. См. Med.-Chem. Untersuchungen, herausgegeben von Hoppe-Seyler, Heft 4. S. 441 und 502. 1871. Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel, Bd. 6. S. 138. 1874. Самыми подробными изслѣдованіями въ новѣйшее

большое число весьма различныхъ органическихъ соединеній фосфора, находящихся во всѣхъ животныхъ и растительныхъ тканяхъ и въ особенности обильно въ ядрахъ клѣтокъ. Нуклеины пока еще мало изучены, и нельзя поручиться за то, что добытыя до сего времени чистыя вещества были въ самомъ дѣлѣ химическіе индивиды. Всѣмъ нуклеинамъ общи нерастворимость ихъ въ алкоголѣ, эфирѣ, водѣ и разбавленныхъ минеральныхъ кислотахъ и растворимость въ щелочахъ. Отъ всѣхъ нихъ фосфоръ отщепляется въ видѣ фосфорной кислоты при кипяченіи съ водою, скорѣе же при кипяченіи со щелочами и кислотами.

Но прежнія соединенія органическихъ веществъ съ фосфорною кислотой имѣютъ, кажется, очень различныя свойства и еще мало изслѣдованы. Большая часть нуклеиновъ представляетъ собою бѣлковыя соединенія, но нѣкоторыя изъ нихъ не содержатъ бѣлка. Многіе изъ нихъ даютъ при расщепленіи гипоксантинъ и гуанинъ, богатыя азотомъ кристаллическія соединенія, о которыхъ подробнѣе будетъ сказано въ химіи мочи. Добытые до сихъ поръ препараты нуклеина содержатъ 3,2—9,6 % фосфора.

Отъ бѣлковыхъ тѣлъ, съ которыми нуклеины проявляютъ сходныя условія растворимости и вмѣстѣ съ которыми они часто соединены въ однихъ и тѣхъ-же тканевыхъ элементахъ, легко ихъ отдѣлить при помощи искусственнаго желудочнаго пищеваренія (ср. лекціи 9 и 10): бѣлки обращаются при этомъ въ пептоны, между тѣмъ какъ нуклеины лишь съ трудомъ подвергаются вліянію желудочнаго сока. Кажется, что нуклеины въ большинствѣ случаевъ встрѣчаются въ тканяхъ не въ свободномъ состояніи, а въ соединеніи съ бѣлками, какъ «нуклео-альбумины», пожалуй даже и съ лецитиномъ, и что отъ этихъ соединеній удается отдѣлить ихъ только помощью желудочнаго пищеваренія.

О значеніи нуклеиновъ для какихъ-бы то ни было жизненныхъ отправленій мы ничего не знаемъ.

Важный вопросъ, происходятъ ли нуклеины нашихъ тканей изъ нуклеиновъ пищи и принадлежатъ ли они такимъ

время мы обязаны Kossel'ю, Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 3. S. 284. 1879. Bd. 4. S. 290. 1880. Bd. 5. S. 152 und 267. 1881. „Untersuchungen über die Nucleine" Strassburg 1881. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 6. S. 422. 1882. Bd. 7. S. 7. 1882.

образомъ къ необходимымъ для насъ питательнымъ веществамъ, или же они образуются въ нашемъ тѣлѣ синтетическимъ путемъ, пока настолько же мало разъясненъ, насколько и происхожденіе лецитиновъ. Въ пользу перваго предположенія, кажется, говоритъ присутствіе нуклеиновъ въ молокѣ [1]). Въ пользу-же другаго — малая ихъ растворимость. Изъ опытовъ, произведенныхъ въ лабораторіи Hoppe-Seyler'a [2]), явствуетъ, что нуклеинъ при искусственномъ панкреатическомъ пищевареніи точно такъ-же мало нарушается, какъ и при желудочномъ. Въ калѣ собакъ удается доказать присутствіе нуклеина въ изобиліи. Однако количественныя сравнительныя опредѣленія нуклеина въ пищѣ и калѣ до сихъ поръ еще не сдѣланы. Поэтому то мы еще не знаемъ, абсолютно-ли нуклеины непереваримы или-же часть ихъ всасывается, и какъ велика эта часть.

Въ пользу образованія въ животномъ тѣлѣ какъ нуклеиновъ, такъ и лецитиновъ синтетическимъ путемъ говоритъ слѣдующее наблюденіе, сдѣланное Miescher'омъ [3]) надъ рейнскимъ лососемъ. Лососи отправляются каждый годъ изъ моря вверхъ по Рейну, чтобы тамъ метать икру. Во время этого странствованія яичникъ, составляющій въ началѣ 0,4% вѣса тѣла, значительно растетъ и достигаетъ 19—27%. Странствованіе продолжается 4—14 мѣсяцевъ. Во все это время лососи не воспринимаютъ никакой пищи; ихъ пищеварительный каналъ находятъ постоянно пустымъ. Понятно, такимъ образомъ, что матеріалъ для образованія яичниковъ можетъ быть доставленъ только мускулатурою ихъ тѣла, составляющею главную массу вѣса послѣдняго. Производя сравнительныя опредѣленія на экземплярахъ съ позвоночнымъ столбомъ одинаковой длины, Miescher показалъ, что мышцы исчезаютъ по мѣрѣ развитія яичниковъ, и что одна только большая боковая мышца уменьшается въ достаточной степени и относительно своей массы, и относи-

---

1) Любавинъ доказалъ, что нуклеинъ есть составная часть молока. Hoppe-Seyler's Med. chem. Untersuchungen, Heft 4. S. 463. 1871. Ber. der deutsch chem. Ges. Bd. 10, S. 2237. 1877. и въ Bd. 12, S. 1021. 1879. Hammarsten'омъ доказано, что нуклеинъ содержится въ молокѣ въ видѣ „нуклеоальбумина." Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 7. S. 227. 1887.

2) Bökay, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. I. S. 157. 1877.

3) Miescher, „Statistische und biologische Beiträge zur Kenntniss vom Leben des Rheinlachses". Отдѣльный оттискъ изъ „Schweiz. Literatursammlung zur Internation. Fischerei-Ausstellung in Berlin", 1880, S. 183, и Arch. f. Anat. u. Physiologie, 1881. Anatom. Abth., S. 193.

тельно содержанія бѣлка, чтобы покрыть ростъ яичника. Такимъ образомъ яйца очень богаты нуклеиномъ и лецитиномъ, мышца-же бѣдна этими соединеніями. Но за то мышца содержитъ много фосфорной кислоты въ другой формѣ, можетъ быть въ видѣ соли калія, слабо связанной съ бѣлковыми тѣлами. Изъ этого Miescher заключилъ, что «изъ бѣлка, жира и фосфорнокислыхъ солей мышцъ, благодаря самымъ сложнымъ химическимъ процессамъ, возникаютъ новыя, характерныя для яйца комбинаціи».

Къ самымъ необходимымъ органическимъ питательнымъ веществамъ человѣка принадлежитъ, можетъ быть, и **холестеринъ.** Холестеринъ представляетъ собою, подобно лецитинамъ и нуклеинамъ, нормальную составную часть всѣхъ растительныхъ и животныхъ тканей, равно какъ и молока.[1]) И на счетъ холестерина мы не знаемъ, образуется ли онъ только въ растеніяхъ и оттуда вмѣстѣ съ растительною пищею попадаетъ прямо (у травоядныхъ) или косвенно (у плотоядныхъ) въ тѣло животнаго, или-же онъ образуется и въ животномъ тѣлѣ изъ другаго матеріала. Холестеринъ, какъ и лецитины и жиры, нерастворимъ въ водѣ, но растворяется въ эфирѣ и алкоголѣ; отличается-же онъ отъ нихъ своею нерастворимостью въ кипящемъ ѣдкомъ калiѣ: онъ не можетъ омылиться, такъ какъ онъ представляетъ собою не эфирное соединеніе, а одноатомный спиртъ состава: $C_{25}H_{41}OH + H_2O$. Химическое *строеніе* этого соединенія неизвѣстно. О физіологическомъ значеніи холестерина мы пока еще ничего не знаемъ.

Къ необходимымъ питательнымъ веществамъ человѣка принадлежатъ, наконецъ, и нѣкоторыя **соединенія желѣза.**

Тѣло наше содержитъ довольно значительное количество желѣза. Черезъ озоленіе цѣлыхъ животныхъ я нашелъ[2]), что на одинъ kgrm. вѣса тѣла приходится.

у молодаго кролика	0,044 grm.	Fe.
„ молодой кошки	0,047 „	„
„ „ собаки	0,075 „	„ (*)

1) Tolmatscheff, Med.-chem. Untersuch. von Hoppe-Seyler, Heft 2, S. 272, 1867, и Schmidt-Mülheim, Pflüger's Archiv, Bd. 30, S. 384, 1883.

2) Bunge, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 10. S. 319—323. 1874.

(*) При озоленіи трехъ молодыхъ собакъ вѣсомъ въ 1467, 1631,5 и 1191 grm найдено мною pro Kilo животнаго 0,0890, resp. 0,0850, resp. 0,0810, среднимъ числомъ 0,0850 grm. Fe. Подрабности вскорѣ будутъ сообщены въ работѣ подъ загл.: „Новый методъ опредѣленія общаго количества крови у животныхъ". Прим. ред.

Если такое-же самое содержаніе желѣза принять для человѣческаго организма, то на тѣло индивида вѣсомъ въ 70 kgrm. пришлось-бы отъ 3,1 до 5,2 grm. желѣза. Большая часть этого желѣза находится въ нашемъ тѣлѣ въ крови въ видѣ сложнаго органическаго соединенія — гемоглобина. По Bischoff'y [1]) тѣло наше содержитъ 7,1—7,7% крови, а послѣдняя содержитъ по C. Schmidt'y [2]) 0,049 до 0,051% желѣза почти исключительно въ видѣ гемоглобина. Количество другихъ соединеній желѣза въ крови сравнительно крайне ничтожно. Отсюда получается прямымъ вычисленіемъ, что въ крови человѣка, вѣсящаго 70 kgrm., содержится 2,4—2,7 grm. желѣза.

Спрашивается: изъ чего образуется гемоглобинъ крови? Пища большей части позвоночныхъ животныхъ не содержитъ гемоглобина; онъ отсутствуетъ вполнѣ въ пищѣ всѣхъ травоядныхъ; его нѣтъ также въ пищѣ тѣхъ плотоядныхъ, которыя питаются безпозвоночными животными. Лишь въ очень немногихъ безпозвоночныхъ находятся незначительныя количества гемоглобина [3]). Такимъ образомъ почти исключительно только хищныя животныя, питающіяся позвоночными, вводятъ въ свой пищеварительный каналъ гемоглобинъ. Но у нихъ гемоглобинъ крови по всей вѣроятности не образуется изъ гемоглобина пищи. Гемоглобинъ быстро распадается отъ дѣйствія пищеварительныхъ ферментовъ, желѣзо отщепляется въ видѣ гематина, а всасывается-ли часть послѣдняго, мы не знаемъ; для рѣшенія этого вопроса до сихъ поръ еще не сдѣланы никакія количественныя опредѣленія. Во всякомъ случаѣ послѣ воспринятія богатой гемоглобиномъ пищи въ калѣ появляется много гематина.

Изъ чего-же образуется гемоглобинъ?

Такъ какъ въ золѣ всѣхъ пищевыхъ веществъ находили неорганическія соли желѣза, то предполагали, что желѣзо содержится въ нашей пищѣ въ видѣ соли, и думали, что гемоглобинъ образуется синтетически изъ солей желѣза и бѣлка. Подтвержденіе этого мнѣнія видѣли въ

1) Th. L. W. Bischoff. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. VII, S. 331. 1855. Bd. IX, S. 65. 1857.

2) C. Schmidt. Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig und Mitau. 1850. S. 30—33.

3) E. Ray-Lankester. Pflügers Archiv. Bd. IV, S. 315. 1871 u. Proceedings of Royal Soc. Nr. 21. p. 70. 1872.

результатахъ, полученныхъ будто-бы при леченіи блѣдной немочи (chlorosis) неорганическими препаратами желѣза. Но доказательство, соотвѣтствующее всѣмъ требованіямъ науки, въ пользу дѣйствія желѣза при леченіи блѣдной немочи еще не доставлено. Болѣзнь эта, какъ извѣстно, проходитъ часто сама по себѣ безъ врачебныхъ пособій. Доказательства тому, что при дачѣ внутрь препаратовъ желѣза вскорѣ устраняется недостатокъ гемоглобина, можно добиваться только статистическимъ путемъ [1]). Но пока еще не собранъ достаточный статистическій матеріалъ. Впрочемъ собираніе такого матеріала сопряжено съ непреодолимыми трудностями, такъ какъ съ этою болѣзнью рѣдко приходится имѣть дѣло въ больницахъ.

Въ новѣйшее время пытались найти болѣе точное доказательство существованія причинной связи между восприниманіемъ препаратовъ желѣза и увеличеннымъ образованіемъ гемоглобина въ счисленіи кровяныхъ шариковъ до и послѣ пріема желѣза или-же въ фотометрическомъ опредѣленіи содержанія гемоглобина въ крови. Но при этомъ вѣдь забываютъ, что такимъ путемъ удается доказать одно только post hoc, но не propter hoc [2]). Post hoc можно вѣдь гораздо лучше и проще узнать по увеличивающейся краснотѣ щекъ, ушей и слизистыхъ оболочекъ. Propter hoc-же можно доказать только путемъ статистики, а подобнаго доказательства до сихъ поръ еще нѣтъ.

Между тѣмъ замѣчательно, что мы имѣемъ весьма мало лѣкарственныхъ средствъ, въ дѣйствіе которыхъ почти всѣ

---

1) См. объ этомъ у Liebermeister'a: „Ueber Wahrscheinlichkeitsrechnung in Anwendung auf therapeutische Statistik“ in Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge. Nr. 110. 1877. — Ed. Hagenbach-Bischoff, „Die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die therapeutische Statistik und Statistik überhaupt.“ Verhandl. d. naturforsch. Ges. in Basel. Th. 6, Heft 3. S. 516. 1878. — A. Fick, Medic. Physik. Braunschweig 1885. Anhang: „Ueber Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf medicinische Statistik.“

2) Слѣдуетъ еще имѣть въ виду и то, что изъ опредѣленія содержанія гемоглобина въ извѣстной единицѣ объема крови никогда нельзя выводить заключенія объ увеличеніи или уменьшеніи абсолютнаго количества гемоглобина во всей крови вообще. При одномъ и томъ-же абсолютномъ количествѣ кровяныхъ шариковъ количество ихъ можетъ быть въ единицѣ объема крови весьма различно, ибо содержаніе всей сосудистой системы постоянно подвергается очень значительнымъ колебаніямъ, причемъ часть плазмы вытекаетъ изъ кровеносной системы въ млечные пути и обратно. Относительное содержаніе кровяныхъ тѣлецъ въ плазмѣ можетъ измѣниться, причемъ абсолютное ихъ количество во всей крови вообще не измѣняется. Ср. Andreesen, Ueber die Ursachen der Schwankungen im Verhältniss der rothen Blutkörperchen zum Plasma. Diss. Dorpat. 1883.

врачи такъ непоколебимо вѣрили-бы, какъ именно въ дѣйствіе желѣза при блѣдной немочи. Да кромѣ того желѣзо далеко не изъ тѣхъ средствъ, которыя сегодня рекомендуются, завтра всѣми и повсюду расхваливаются, а чрезъ 2 года уже совершенно забыты. Употребленіе желѣза такъ-же старо, какъ и исторія медицины. Самые скептическіе врачи, сомнѣвающіеся въ цѣлебныхъ свойствахъ всѣхъ другихъ средствъ, все-таки довѣряютъ желѣзу. Они увѣряютъ, что блѣдная немочь, являющаяся часто очень упорною болѣзнью, исчезаетъ почти безъ исключенія при смѣломъ леченіи желѣзомъ въ теченіи нѣсколькихъ недѣль [1]). Если мы и допустимъ существованіе причинной связи между подачею внутрь препаратовъ желѣза и увеличеніемъ количества гемоглобина въ крови при блѣдной немочи, то все же останется открытымъ вопросъ: дѣйствительно ли эта связь до того проста и непосредственна, какъ это обыкновенно полагаютъ? Доставляютъ-ли въ самомъ дѣлѣ препараты желѣза матеріалъ для образованія гемоглобина? Или, можетъ быть, желѣзо способствуетъ какъ-нибудь иначе — только косвенно — образованію гемоглобина или же предотвращаетъ разрушеніе послѣдняго? Противъ того мнѣнія, будто препараты желѣза служатъ матеріаломъ для образованія гемоглобина, можно сдѣлать слѣдующія возраженія.

Во 1-хъ, мы не знаемъ, всасываются-ли вообще неорганическіе препараты желѣза. Самыя тщательныя изслѣдованія для рѣшенія этого вопроса сдѣланы Hamburger'омъ [2]) надъ собакою. До опыта животному былъ наложенъ желчный свищъ. Къ сожалѣнію «пришлось отказаться отъ попытки собирать желчь, такъ какъ послѣдняя вытекала только по временамъ, и калъ не былъ свободенъ отъ желчи.» Собака эта, вѣсившая 8 kgrm., получала ежедневно 300 grm. мяса, содержавшихъ 15 mgrm. желѣза.

1) Необходимо допустить возможность, что человѣкъ безъ предразсудковъ, но съ хорошею памятью, въ состояніи собрать богатый статистическій матеріалъ и вывести изъ него логически правильныя заключенія, не составляя никакого письменнаго статистическаго протокола. Безчисленныя свѣдѣнія изъ областей другихъ практическихъ отраслей знанія, имѣющихъ также дѣло съ сложными жизненными явленіями, какъ напр., сельское хозяйство, скотоводство, садоводство, рыболовство, дѣйствительно добыты такимъ путемъ и только потомъ были подтверждены наукою. Но съ другой стороны мы имѣемъ полнѣйшее право не принимать въ науку никакого вывода, пока намъ не будетъ доставленъ матеріалъ, на основаніи котораго сдѣланъ этотъ выводъ.

2) E. W. Hamburger, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 2, S. 191. 1878.

Такимъ образомъ, въ продолженіи всего опыта, длившагося 13 дней, собака приняла внутрь 180 mgrm. желѣза. Изъ этого количества 38,4 mgrm. появились въ мочѣ, 136,3 — въ калѣ, 1,8 mgrm. въ желчи — всего 176,5 mgrm. желѣза. Вслѣдъ затѣмъ прибавлялось къ той-же самой пищѣ въ теченіе 9 дней 49 mgrm. Fe ежедневно въ видѣ желѣзнаго купороса. За этимъ промежуткомъ времени слѣдовали 4 дня, въ продолженіи которыхъ отпускались только прежнія порціи мяса. Такимъ образомъ, въ продолженіи 13 дней собака приняла внутрь съ мясомъ 195 mgrm. желѣза, съ желѣзнымъ купоросомъ 441, всего 636 mgrm. Выдѣлилось же съ мочею 58,4, съ каломъ 549,2, съ желчью 0,8 — всего 608,4 mgrm.

Увеличеніе выдѣленія съ мочею весьма незначительно. До принятія желѣзнаго купороса *выдѣлялось въ теченіи послѣднихъ 6 дней ежедневно съ мочею среднимъ числомъ 3,6 mgrm. Количество это не измѣнилось въ первые 5 дней послѣ подачи желѣза.* Въ слѣдующіе 6 дней количество это немного возросло, ежедневно среднимъ числомъ на 2 mgrm., всего, значитъ, на 12 mgrm., и потомъ опять уменьшалось до нормы. Второй опытъ, произведенный Hamburger'омъ точно такимъ же образомъ, далъ совершенно сходный результатъ.

Разницы между приходомъ и расходомъ не даютъ намъ права дѣлать какія-либо заключенія, такъ какъ они находятся въ предѣлахъ неизбѣжныхъ при опытахъ ошибокъ. Да кромѣ того, едва-ли можно дѣлать какія-либо вѣрныя заключенія изъ незначительнаго увеличенія выдѣленія желѣза съ мочею. Въ высшей степени достойно вниманія, что въ обоихъ опытахъ незначительное увеличеніе выдѣленія наступило лишь чрезъ нѣсколько дней. Этотъ фактъ слѣдуетъ, можетъ быть, объяснить такимъ-же образомъ, какъ и результаты опытовъ Kobert'а[1]) и Cahn'а[2]) надъ всасываніемъ солей марганца; изъ этихъ опытовъ явствуетъ, что нормальный эпителій кишекъ не пропускаетъ солей марганца, и что послѣднія лишь только тогда проникаютъ въ организмъ, когда эпителій разрушенъ.

---

1) Kobert. Archiv f. exper. Pathologie u. Pharmac. Bd. XVI. S. 378-380. 1883.

2) Cahn. Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmac. Bd. XVIII. S. 141-143. 1884.

Кажется, такимъ образомъ, что неорганическія соединенія желѣза вовсе не всасываются.

Между тѣмъ скептическій критикъ не будетъ удовлетворенъ такимъ заключеніемъ. Онъ возразитъ съ одной стороны, что количества желѣза, въ которыхъ организмъ нуждается для образованія гемоглобина, могутъ быть до того ничтожны, что они находятся въ предѣлахъ ошибокъ, сопровождающихъ количественные опыты надъ обмѣномъ веществъ. Съ другой стороны возможно возраженіе, что изъ отсутствія увеличеннаго выдѣленія желѣза чрезъ почки нельзя выводить заключенія о невсасываемости желѣза вообще; весьма возможно, что желѣзо всасывается, но что оно выдѣляется другимъ путемъ. *Вопросъ о всасываемости соединеній желѣза не можетъ быть рѣшенъ до тѣхъ поръ, пока сперва не будетъ вѣрно рѣшенъ вопросъ о путяхъ выдѣленія желѣза.* (*)

Количество желѣза, появляющееся въ мочѣ при нормальныхъ условіяхъ, всегда весьма незначительно. За то значительныя количества его находятъ въ калѣ. Остается однако нерѣшеннымъ, сколько здѣсь невсосаннаго желѣза и сколько выдѣлившагося въ кишечникъ. Поэтому необходимо опредѣлить количество желѣза въ калѣ голодающихъ животныхъ. Bidder и Schmidt[1]) находили ежедневно въ мочѣ голодающей кошки 0,0014—0,0017 grm. желѣза, въ калѣ въ 6—10 разъ больше. Спрашивается, какимъ путемъ желѣзо попадаетъ въ калъ? Часто высказывалось мнѣніе, будто желѣзо попадаетъ въ кишечникъ вмѣстѣ съ желчью. Въ справедливости этого мнѣ не удалось убѣдиться. Въ желчи быка, свиньи, собаки и человѣка я всегда находилъ послѣ озоленія большихъ количествъ ея лишь невѣсомые слѣды желѣза(**). Hamburger[2]) находилъ въ суточной желчи собакъ, кормленныхъ мясомъ, лишь не поддававшіяся опредѣленію

1) Bidder u. Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig 1852. S. 411.

2) Hamburger, — Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 4. S. 248. 1880.

(*) По этому именно вопросу появилась одновременно съ учебникомъ Bunge статья редактора сего перевода п. загл.: „Къ вопросу о выдѣленіи желѣза изъ животнаго организма и о количествѣ этого металла у голодающихъ животныхъ.“ — Военно-Медиц. Журналъ. 1887; тоже: St. Szcz. Zaleski — Arch. f. exp. Pathолog. u. Pharmacolog. XXIII u. Przeglad lekarski. 1887. Numes jubileuszowy. Прим. перев.

(**) По этому вопросу вскорѣ будетъ мною опубликована работа, въ которой будетъ указано количественное содержаніе желѣза въ желчи животныхъ. Прим. ред.

количества желѣза (*) и не могъ замѣтить, увеличиваются ли они послѣ введенія въ желудокъ желѣзнаго купороса. Изъ остальныхъ секретовъ, изливающихся въ кишечный каналъ, желудочный сокъ, какъ оказывается по произведеннымъ доселѣ опытамъ, содержитъ больше всѣхъ желѣза, больше даже, чѣмъ желчь. Очень возможно, что желѣзо выдѣляется чрезъ стѣнки кишечника, можетъ быть, при содѣйствіи нѣкоторыхъ лейкоцитовъ, играющихъ, какъ кажется, активиную роль какъ при выдѣленіи, такъ и при всасываніи. Всего проще кажется мнѣ предполагать, что желѣзо въ калѣ голодающихъ животныхъ происходитъ изъ отпавшихъ эпителіальныхъ клѣтокъ кишечника. Сухой кишечный эпителій содержитъ по анализу C. Schmidt'a[1]) 0,46% желѣза, слѣдовательно больше, чѣмъ гемоглобинъ (**).

Если впрыскивать растворы солей желѣза въ кровь или подъ кожу, то они опять появляются на поверхности кишекъ (***). Изъ этого однако не слѣдуетъ, чтобы соединенія желѣза, представляющія собою конечные продукты нормальнаго обмѣна веществъ, должны были слѣдовать по тому же самому пути.

Buchheim и Mayer[2]) нашли спустя нѣсколько часовъ послѣ впрыскиванія солей желѣза въ v. jugularis оставленныхъ на тощакъ животныхъ, что слизистая оболочка ихъ кишечника покрыта отдѣленіемъ, богатымъ окисью желѣза. Этому факту, кажется, противорѣчитъ наблюденіе Quincke[3]), который послѣ впрыскиванія молочнокислаго желѣза въ v. jugularis не нашелъ желѣза въ изолированной по методу Thiry части кишечника (ср. 11 лекцію). Но нѣтъ вѣдь надобности, чтобы нормальный кишечникъ сохранялъ всѣ нормальныя отправленія; кромѣ того, выдѣленіе

1) Bidder u. Schmidt. l. c. p. 267.

2) Aug. Mayer. De ratione, qua ferrum mutetur in corpore. Dissert. Dorpat, 1850.

3) H. Quincke, Du Bois's Arch. 1868. S. 150.

(*) Напротивъ — у Hamburger'a въ цитированной работѣ (стр. 250) отмѣчены суточныя количества желѣза въ желчи, давшія автору возможность опредѣлить, что изъ двухъ собакъ одна отдѣляла съ желчью среднимъ числомъ 0,9 mgrm. Fe. въ сутки, а другая — 0,6 mgrm. Fe. Прим. ред.

(**) Относительно содержанія желѣза въ освобожденныхъ отъ крови стѣнкахъ желудочно-кишечнаго канала въ нормальномъ состояніи и послѣ искусственнаго подвоза желѣза, см Ст. Залѣскій — L. l. C. c. Прим. перев.

(***) См. въ этомъ отношеніи упом. работу Залѣскаго, гдѣ весь этотъ вопросъ разобранъ и изслѣдованъ съ совершенно другой точки зрѣнія. Прим. перев.

желѣза можетъ вѣдь совершаться не во всѣхъ отдѣлахъ кишечника.

Съ наблюденіями Mayer'a надъ солями желѣза вполнѣ согласны наблюденія Cahn'a надъ солями марганца. При впрыскиваніи въ кровь кроликамъ солей марганца послѣднія появлялись въ мочѣ, въ содержимомъ желудка и кишекъ; ихъ присутствіе въ обильномъ количествѣ можно даже было доказать въ стѣнкахъ кишечника, освобожденнаго отъ крови черезъ выполаскиваніе кровеносныхъ сосудовъ растворомъ поваренной соли. Если-же соли марганца были вводимы въ теченіи продолжительнаго времени въ желудокъ, то нельзя было найти марганца ни въ выполосканной слизистой оболочкѣ кишекъ, ни вообще въ какомъ бы то ни было органѣ или ткани; онъ не переходилъ также въ мочу.

Найденный такимъ образомъ въ кишечной стѣнкѣ марганецъ находился безъ сомнѣнія на пути къ выдѣленію.

Если принять во вниманіе, на сколько точны методы, которыми мы пользуемся для доказательства присутствія марганца въ золѣ, то врядъ-ли можно будетъ сдѣлать возраженіе противъ того, что соли марганца не всасываются изъ кишечнаго канала.

Къ сожалѣнію, нельзя съ такою увѣренностью прослѣдить пути всасыванія и выдѣленія желѣза, такъ какъ оно составляетъ нормальную составную часть всѣхъ тканей и выдѣленій.

Послѣ впрыскиванія въ кровь солей желѣза наступаютъ симптомы отравленія: пониженіе кровянаго давленія, разстройство кишечника, подобно тому, какъ при отравленіи мышьякомъ и сурьмою, нарушеніе произвольныхъ движеній вслѣдствіе пораженія центральной нервой системы [1]). Часть желѣза выдѣляется черезъ почки и причиняетъ болѣзни послѣднихъ [2]). Послѣ введенія солей желѣза въ желудокъ ни одно изъ этихъ явленій не замѣчается. И это наблюденіе говоритъ также въ пользу невсасываемости желѣза изъ желудка. Тѣмъ не менѣе остается все-таки еще возраженіе, хотя оно можетъ, пожалуй, казаться тому или другому натянутымъ. Можно вѣдь допустить, что желѣзо при всасываніи изъ пищеварительнаго канала, проходя

1) Meyer u. Williams, Arch. f. exper. Path. u. Pharm., Bd. XIII, S. 70. 1880.

2) Kobert l. c.

черезъ печень, переходитъ въ безвредное органическое соединеніе, не выдѣляющееся черезъ почки. Такое превращеніе не остается вѣдь безъ аналогіи.

Если такимъ образомъ и нельзя еще съ полною точностью доказать невсасываемость солей желѣза, то все таки въ виду вышеприведенныхъ соображеній она въ высшей степени вѣроятна. Въ высшей степени вѣроятно, что результаты Hamburger'а относительно желѣза слѣдуетъ толковать въ томъ же смыслѣ, какъ и вовсе не двусмысленные опыты Cahn'а относительно марганца.

Для всасываемости рѣшительно все равно, какая бы соль желѣза ни была введена въ желудокъ. Всѣ онѣ превращаются въ желудочномъ сокѣ въ хлорное и хлористое желѣзо. При соприкосновеніи съ кишечною стѣнкою, которая всегда имѣетъ щелочную реакцію отъ присутствія углекислаго натрія, хлорное соединеніе переходитъ въ окись, которая, благодаря присутствію органическихъ веществъ, остается въ растворѣ; хлористое-же соединеніе превращается въ углекислую закись желѣза, которая также растворима въ угольной кислотѣ и въ органическихъ веществахъ. Слѣдственно, отсутствіе всасываемости нельзя во всякомъ случаѣ объяснить нерастворимостью. Подъ вліяніемъ сѣрнистыхъ соединеній и другихъ возстановляющихъ агентовъ — возрождающагося водорода и другихъ легко окисляющихся продуктовъ расщепленія — соединенія желѣза переходятъ, наконецъ, въ сѣрнистое желѣзо и выдѣляются вмѣстѣ съ каломъ. То-же самое должно сказать и относительно соединеній окиси желѣза съ органическими кислотами. Къ послѣднимъ слѣдуетъ причислить и бѣлковыя тѣла. Альбуминаты желѣза также разлагаются немедленно соляною кислотою желудочнаго сока при образованіи хлористаго или хлорнаго желѣза [1]).

Слѣдовательно, наша пища должна содержать совершенно другія соединенія желѣза, такія соединенія, которыя не разрушаются въ пищевомъ каналѣ, всасы-

1) Если по отношенію къ всасываемости безразлично, какой взять препаратъ желѣза, то все-таки въ медицинской практикѣ слѣдуетъ обращать вниманіе на другія обстоятельства при выборѣ препаратовъ. Въ особенности надо стараться щадить слизистую оболочку желудка. Вотъ почему слѣдуетъ отдавать предпочтеніе по дачѣ желѣза въ пилюляхъ, въ которыхъ оно покрыто камедью, растворяющеюся лишь въ кишечникѣ, гдѣ желѣзо не можетъ болѣе обнаруживать ѣдкаго дѣйствія на кишечную стѣнку, орошенную щелочнымъ кишечнымъ сокомъ.

ваются и доставляютъ матеріалъ для образованія гемоглобина.

Чтобы изучить эти предварительныя степени образованія гемоглобина, я изслѣдовалъ соединенія желѣза въ яичномъ желткѣ и молокѣ[1]). Яичный желтокъ не содержитъ гемоглобина, но въ немъ должны замѣчаться первоначальныя формы послѣдняго, такъ какъ гемоглобинъ образуется изъ его составныхъ частей при высиживаніи яицъ, причемъ извнѣ ничто не проникаетъ. Молоко, какъ исключительная пища младенца, должно также содержать матеріалъ для образованія крови.

При извлеченіи желтка куриныхъ яицъ алкоголемъ и эфиромъ вытяжка вполнѣ свободна отъ желѣза. Все желѣзо находится въ остаткѣ, составляющемъ $^1/_3$ сухаго вещества желтка, и состоящемъ изъ бѣлковъ и нуклеиновъ. Остатокъ этотъ, изобилующій желѣзомъ, не содержитъ его однако въ видѣ какой-либо соли, въ чемъ легко убѣдиться посредствомъ извлеканія алкоголемъ, содержащимъ соляную кислоту, въ которую оно не переходитъ вовсе, между тѣмъ какъ всѣ соединенія желѣза въ видѣ неорганическихъ и органическихъ солей — не исключая даже соединеній съ бѣлками — отдаютъ тотчасъ свое желѣзо алкоголю, содержащему соляную кислоту. Но растворимый въ эфирѣ остатокъ желтка легко растворяется въ очень разведенной соляной кислотѣ (1 р. М.). Если къ этому раствору прибавить дубильной или салициловой кислоты, то получается бѣлый осадокъ. Но если къ тому-же самому раствору прибавить лишь самые ничтожные слѣды полуторахлористаго желѣза, взболтать и прибавить теперь дубильной или салициловой кислоты, то немедленно появится голубое resp. красное окрашиваніе.

Желѣзо содержится въ яичномъ желткѣ въ видѣ нуклео-альбуминознаго соединенія. При перевариваніи яичнаго желтка помощью искусственнаго желудочнаго сока бѣлковыя тѣла превращаются въ пептоны, а желѣзо остается въ непереваренномъ и нерастворенномъ остаткѣ — въ нуклеинѣ[2]). Изъ этого нуклеина нельзя также извлечь же-

1) G. Bunge, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 9. S. 49. 1884.

2) Нуклеинъ яичнаго желтка былъ впервые добытъ Miescher'омъ. Способъ добыванія былъ нѣсколько отличенъ отъ моего, и я предполагаю, что желѣзо въ болѣе значительной части отщепилось изъ его соединенія вслѣдствіе дѣйствія соляной кислоты желудочнаго сока. Иначе не могло-бы ускользнуть

лѣза посредствомъ алкоголя, содержащаго соляную кислоту. Но оно мало по малу переходитъ въ водную соляную кислоту и тѣмъ скорѣе, чѣмъ концентрированнѣе соляная кислота.

Содержащій желѣзо нуклеинъ растворяется въ амміакѣ. Если къ амміачному раствору прибавить немного желѣзисто-синеродистаго калія и насыщать затѣмъ растворъ соляною кислотою, то сначала выдѣляется бѣлый осадокъ, который мало по малу окрашивается въ голубой цвѣтъ и тѣмъ скорѣе, чѣмъ больше излишекъ соляной кислоты и чѣмъ она концентрированнѣе. Если къ тому-же амміачному раствору прибавить вмѣсто желѣзистаго — желѣзо синеродистаго калія, а потомъ соляной кислоты, то осадокъ останется бѣлымъ. Значитъ, желѣзо отщепляется изъ органическаго соединенія въ видѣ окиси, а не въ видѣ закиси.

Если къ амміачному раствору желѣзо-содержащаго нуклеина прибавить каплю сѣрнистаго аммонія, то сначала не наступаетъ никакое измѣненіе въ окрашиваніи: только, спустя извѣстное время, начинаетъ появляться слабое зеленое окрашиваніе, становящееся мало по малу интенсивнѣе, пока, наконецъ, на слѣдующій день жидкость не сдѣлается черною и непрозрачною. Чѣмъ больше количество сѣрнистаго аммонія, тѣмъ быстрѣе наступаетъ измѣненіе окрашиванія. Амміачные растворы искусственныхъ альбуминатовъ желѣза даютъ съ сѣрнистымъ аммоніемъ почти моментально измѣненіе окрашиванія.

Слѣдовательно, желѣзо тѣснѣе связано въ нуклеинѣ яичнаго желтка, чѣмъ въ солеобразныхъ альбуминатахъ, но гораздо слабѣе, чѣмъ въ гематинѣ, въ которомъ нельзя доказать его присутствія обыкновенными реактивами.

Элементарный анализъ желѣзо-содержащаго нуклеина обнаружилъ слѣдующій процентный составъ.

отъ вниманія Miescher'a значительное содержаніе желѣза. При моемъ добываніи пепсинное бродило дѣйствовало лишь короткое время на растворъ нуклеоальбуминатовъ въ сильно разведенной соляной кислотѣ. При добываніи Miescher'a дѣйствовалъ желудочный сокъ, содержавшій 3—4 р. М. соляной кислоты (10 сст. дымящейся соляной кислоты на 1 литръ воды), 18—24 часовъ, при 40° С. на яичный желтокъ, извлеченный посредствомъ алкоголя и эфира, между тѣмъ какъ у меня количество соляной кислоты составляло лишь немногимъ больше 1 р. М., и подогрѣваніе до температуры тѣла было прекращено, коль скоро нуклеиновое соединеніе желѣза стало выдѣляться изъ раствора въ видѣ облачной мути. См. Miescher въ Hoppe-Seyler's. Med. chem. Untersuch. S. 504 и 454.

C	42,11
H	6,08
N	14,73
S	0,55
P	5,19
Fe	0,29
O	31,05

Это соединеніе представляетъ собою безъ сомнѣнія предварительную степень для образованія гемоглобина, потому что другихъ соединеній желѣза нѣтъ въ яичномъ желткѣ въ значительномъ количествѣ. Я и предложилъ поэтому назвать это соединеніе гематогеномъ (кровеобразователемъ[1]). Если вообразить, что фосфоръ отдѣлился отъ гематогена въ видѣ фосфорной кислоты, то остается молекулъ, содержащій столько-же желѣза, какъ и гемоглобинъ. Къ сожалѣнію, гемоглобинъ крови курицъ и вообще птицъ не былъ подвергнутъ точному анализу. Гемоглобинъ лошадиной крови содержитъ 0,34% желѣза[2]).

До сихъ поръ мнѣ не удалось получить отдѣльно соединеній желѣза въ молокѣ. Пока я о нихъ могу сказать только то, что они представляютъ собою также органическія соединенія. То-же самое относится къ важнѣйшимъ нашимъ растительнымъ пищевымъ веществамъ: злакамъ и овощамъ. И въ нихъ желѣзо содержится не въ видѣ солей, а въ видѣ болѣе стойкаго органическаго соединенія. То-же самое относится, по всей вѣроятности, и ко всѣмъ вообще пищевымъ веществамъ животныхъ. *Гемоглобинъ образуется изъ сложныхъ органическихъ соединеній желѣза, производимыхъ жизненнымъ процессомъ растеній.*

Вернемся опять къ вопросу о дѣйствіи желѣза противъ блѣдной немочи. Всѣ наши соображенія приводятъ насъ къ слѣдующимъ тремъ весьма вѣроятныхъ заключеніямъ, которыя должны согласоваться другъ съ другомъ: 1) Неорганическіе препараты желѣза ускоряютъ образованіе гемоглобина у хлоротиковъ; 2) соли желѣза вовсе не всасываются; 3) наша пища содержитъ только органическія соединенія желѣза.

1) Слово „гемоглобиногенъ“ было бы болѣе подходящимъ, но оно слишкомъ длинно. Противъ названія „гематогенъ“ было возражено, что оно уже введено въ медицинскую терминологію для обозначенія „гематогенной желтухи.“ — Но такъ какъ по новѣйшимъ изслѣдованіямъ гематогенной желтухи не существуетъ, то вскорѣ, слѣдовательно, и слово это окажется лишнимъ.

2) Zinoffsky, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9. S. 16. 1885

Мнѣ кажется, что слѣдующая гипотеза согласуется со всѣми тремя предположеніями и не противорѣчитъ никакому факту. Мы должны допустить, что проникающіе внутрь препараты желѣза какимъ-нибудь образомъ защищаютъ органическія соединенія желѣза отъ разложенія въ пищеварительномъ каналѣ. Я уже упомянулъ, что сѣрнистый аммоній отщепляетъ мало по малу желѣзо изъ органическихъ его соединеній. Съ другой стороны сѣрнистыя щелочи образуются также въ кишечникѣ, въ особенности при ненормальномъ пищевареніи, принадлежащемъ къ постояннымъ признакамъ блѣдной немочи. Но если въ то-же время присутствуютъ и неорганическія соединенія желѣза, то эти послѣднія тотчасъ вступаютъ въ соединеніе съ сѣрою сѣрнистыхъ щелочей раньше, чѣмъ она успѣетъ подѣйствовать на органическія соединенія желѣза. Такимъ образомъ органическія соединенія желѣза защищены отъ разложенія и могутъ быть всасываемы. Кажется, что при блѣдной немочи количество отдѣляющагося желудочнаго сока недостаточно — можетъ быть, вслѣдствіе недостатка крови — и что вслѣдствіе этого въ кишечникъ попадаютъ организмы, сопровождающіе броженіе. Главное значеніе желудочнаго сока заключается, по всей вѣроятности, въ антисептическомъ дѣйствіи свободной соляной кислоты (ср. ниже 9 лекцію). Если количество соляной кислоты недостаточно, то въ кишечникъ попадаютъ грибки и бактеріи, въ особенности тѣ изъ нихъ, которые вызываютъ маслянокислое броженіе. Но при послѣднемъ освобождается и водородъ, и вслѣдствіе, возстановляющаго дѣйствія водорода образуются изъ сѣрнистыхъ соединеній пищи сѣрнистыя щелочи, которыя въ свою очередь разрушаютъ органическія соединенія желѣза. Въ этомъ отношеніи заслуживаетъ вниманія высказанное въ послѣднее время мнѣніе, будто при блѣдной немочи соляная кислота гораздо лучше дѣйствуетъ, чѣмъ желѣзо [1]).

Съ моей гипотезой вполнѣ согласно наблюденіе врачей — именно, что желѣзо дѣйствуетъ лишь противъ типичной блѣдной немочи, а не противъ другихъ формъ малокровія. При всѣхъ тѣхъ формахъ малокровія, при которыхъ причины нарушенія образованія крови находятся внѣ стѣнокъ кишечника, невсасывающіе препараты желѣза должны, очевидно, остаться безъ всякаго дѣйствія.

1) Zander, Virchow's Arch. Bd. 84. S. 177. 1881.

Наконецъ, съ моей гипотезой согласно мнѣніе, раздѣляемое большинствомъ врачей, что желѣзо дѣйствуетъ только въ большихъ пріемахъ. Необходимы значительныя количества желѣза, чтобы сдѣлать безвредными образовавшіяся въ кишечникѣ сѣрнистыя щелочи. Какъ матеріалъ для образованія гемоглобина достаточно было бы небольшихъ количествъ.

Однако я долженъ обратить особое вниманіе на то, что моей гипотезой я хочу объяснить способъ дѣйствія желѣза, а не сущность блѣдной немочи. Этіологія хлороза остается по прежнему покрытою мракомъ. Нарушенія пищеваренія могутъ и не составлять перваго момента при этой болѣзни. Virchow[1]) обратилъ вниманіе на то, что у хлоротиковъ, трупы которыхъ подвергаются вскрытію, замѣчается недостаточное развитіе сосудистой системы и въ особенности сердца и большихъ артеріальныхъ стволовъ; онъ того мнѣнія, что это не является слѣдствіемъ недостатка крови, что «мы имѣемъ дѣло не съ атрофіей, а съ аплазіею, или точнѣе съ гипоплазіей.» Предрасположеніе къ этой болѣзни женскаго пола въ періодѣ половаго созрѣванія говоритъ болѣе противъ того предположенія, будто мы здѣсь имѣемъ дѣло съ нарушеніемъ пищеварительнаго аппарата. Нарушеніе пищеваренія препятствуетъ только организму преодолѣвать болѣзнь находящимися въ его распоряженіи средствами для саморегулированія.

Я хотѣлъ бы еще вернуться къ опыту Hamburger'а. Незначительное увеличеніе выдѣленія желѣза почками, наблюдавшееся послѣ принятія сѣрнокислаго желѣза въ желудокъ, можно, пожалуй, объяснить въ смыслѣ моего предположенія. Неорганическія соли желѣза предохранили отъ разложенія въ кишечникѣ органическія соединенія желѣза мясной пищи. Въ самомъ дѣлѣ желѣзо появилось въ мочѣ не какъ неорганическая соль, а какъ органическое соединеніе[2]).

1) Virchow, Ueber die Chlorose und die damit zusammenhängenden Anomalien im Gefässapparate, insbesdonere über Endocarditis puerperalis. Vortrag. Berlin 1872.

2) Что желѣзо содержится въ мочѣ въ видѣ органическаго соединенія, а именно въ видѣ красящаго вещества — впервые доказалъ. G. Harley Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellsch. in Würzburg. Bd. 5. S. 1. 1855.

ЛЕКЦІЯ VII^ая.

Неорганическія питательныя вещества.

Намъ осталось еще, говоря о питательныхъ веществахъ вообще, разсмотрѣть неорганическія питательныя вещества: соли и воду.

При обсужденіи вопроса о необходимости для человѣка неорганическихъ солей, мы должны строго различать растущій организмъ отъ выросшаго. Что первый нуждается въ большемъ количествѣ неорганическихъ солей для построенія своего тѣла, ясно уже a priori. Качество и количество этой потребности мы узнаемъ лучше всего изъ состава молока. Грудной ребенокъ, вѣсящій 6,7 klgrm. воспринимаетъ приблизительно 1 литръ молока въ которомъ содержится [1]).

K_2O	0,78	grm.
Na_2O	0,23	„
CaO	0,33	„
MgO	0,06	„
Fe_2O_3	0,004	„
P_2O_5	0,47	„
Cl	0,44	„

Было-бы чрезвычайно интересно сравнить составъ золы сосуна вообще. Къ сожалѣнію, мы не имѣемъ ни одного анализа золы груднаго младенца. Сравнительный анализъ золы собачьяго молока и всей золы сосущаго щенка далъ слѣдующія числа [2]), которыя я сопоставлю съ анализомъ золы крови. Я прибавлю къ этому еще анализъ всей золы сосущаго молодого кролика и сосущаго котенка.

1) G. Bunge, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 10. S 316. 1874.
2) Bunge, l. c. p. 326 u. Du Bois Arch. 1886. S. 539.

Въ 100 частяхъ золы содержится:	Сосущія животныя			Молоко собаки.	Кровь собаки.	Сыворотка крови собаки.
	Кроликъ.	Собака.	Кошка.			
K_2O	10,8	8,5	10,1	10,7	3,1	2,4
Na_2O	6,0	8,2	8,3	6,1	45,6	52,1
CaO	35,0	35,8	34,1	34,4	0,9	2,1
MgO	2,2	1,6	1,5	1,5	0,4	0,5
Fe_2O_3	0,23	0,34	0,24	0,14	9,4	0,12
P_2O_5	41,9	39,8	40,2	37,5	13,2	5,9
Cl	4,9	7,3	7,1	12,4	35,6	47,6

Сопоставленіе это приводитъ къ поражающему результату, что отношеніе различныхъ неорганическихъ веществъ другъ къ другу въ молокѣ почти такое-же, какъ и во всемъ организмѣ сосуна. Это тѣмъ болѣе поразительно, что количественный составъ золы крови совершенно иной. Но эпителіальныя клѣтки молочныхъ железъ получаютъ свою пищу не прямо изъ крови, а изъ просочившейся промежуточной жидкости, составъ золы которой еще болѣе уклоняется. Что зола молока болѣе богата каліемъ и бѣднѣе натріемъ, чѣмъ зола всего сосуна, объясняется телеологически: растущее животное, какъ я доказалъ рядомъ анализовъ [1]), дѣлается постоянно относительно богаче каліемъ и бѣднѣе натріемъ; это по всей вѣроятности находится въ связи съ относительнымъ увеличеніемъ роста богатыхъ каліемъ мышцъ и относительнымъ уменьшеніемъ роста богатыхъ натріемъ хрящей. Болѣе обильное содержаніе хлора въ молокѣ можно, пожалуй, объяснить тѣмъ, что хлориды служатъ не только для построенія органовъ, но и для приготовленія пищеварительныхъ отдѣленій, и что хлориды, попадающіе въ кишечникъ вмѣстѣ съ пищеварительными отдѣленіями, не всасываются вновь совершенно. Разницамъ въ содержаніи желѣза въ молокѣ и въ золѣ всего сосуна не слѣдуетъ придавать особеннаго значенія, потому что количество озоленнаго молока было въ моемъ анализѣ слишкомъ недостаточно для точнаго опредѣленія содержанія желѣза.

Значитъ, эпителіальная клѣтка молочной железы собираетъ всѣ неорганическія составныя части иначе составленной плазмы крови, какъ разъ въ такомъ вѣсовомъ отношеніи, въ какомъ сосунъ въ нихъ нуждается

1) Bunge, l. c. p. 324.

для того, чтобы расти и сдѣлаться равнымъ родительскому организму.

Одного этого факта достаточно, чтобы уничтожить всякую попытку механическаго объясненія дѣятельности железъ. Нельзя также сдѣлать возраженія, что не отдѣленіе молока примѣняется къ составу сосуна, а наоборотъ сосунъ строитъ свои ткани соотвѣтственно составу молока, потому что озоленнымъ щенкамъ было только четыре дня отъ роду; слѣдовательно, они родились уже съ золою, составленною соотвѣтственно золѣ молока. Подобный же составъ всей золы мы находимъ уже и у низшихъ позвоночныхъ, неимѣющихъ никакихъ молочныхъ железъ.

Мы видимъ такимъ образомъ, что растущее животное нуждается въ очень большомъ количествѣ неорганическихъ солей; кромѣ того мы знаемъ въ точности, какія это соли и въ какомъ количествѣ каждая въ отдѣльности должна быть доставлена. Мы можемъ, поэтому, приступить уже къ вопросу, получаетъ-ли ребенокъ въ достаточномъ количествѣ неорганическія питательныя вещества и въ другихъ пищевыхъ веществахъ, къ которымъ онъ переходитъ послѣ молока. Для рѣшенія этого вопроса я сопоставилъ въ нижеслѣдующей таблицѣ самыя вѣрныя опредѣленія составныхъ частей золы въ важнѣйшихъ пищевыхъ веществахъ съ анализомъ золы молока. Пищевыя вещества распредѣлены по возрастающему содержанію **извести.**

На 100 вѣсовыхъ частей сухаго вещества приходится:

	K_2O.	Na_2O.	**CaO.**	MgO.	Fe_2O_3.	P_2O_5.	Cl[1]).
Для говядины . . .	1,66	0,32	**0,029**	0,152	0,02	1,83	0,28
„ пшеницы	0,62	0,06	**0,065**	0,24	0,026	0,94	?
„ картофеля. . . .	2,28	0,11	**0,100**	0,19	0,042	0,64	0,13
„ куринаго бѣлка	1,44	1,45	**0,130**	0,13	0,026	0,20	1,32
„ гороха	1,13	0,03	**0,137**	0,22	0,024	0,99	?
„ **женскаго молока**	0,58	0,17	**0,243**	0,05	0,003	0,35	0,32
„ яичнаго желтка .	0,27	0,17	**0,380**	0,06	0,040	1,90	0,35
„ коровьяго молока	1,67	1,05	**1,51**	0,20	0,003	1,86	1,60

1) Содержаніе хлора въ злакахъ и овощахъ не было еще до сихъ поръ опредѣлено вѣрно ни разу. Найденныя количества слишкомъ малы. См. объ этомъ Behaghel v. Adlerskron, Zeitschr. f. analyt. Chemie. Bd. 12. Heft 4. 1873.

Изъ этой таблицы видно, что остальныя пищевыя вещества содержатъ всѣ неорганическія составныя части въ такомъ-же обильномъ количествѣ или-же въ еще болѣе обильномъ, чѣмъ молоко. **Известь** *является единственнымъ неорганическимъ пищевымъ веществомъ, о которомъ мы должны заботиться при выборѣ пищи для ребенка.* При питаніи исключительно мясомъ и хлѣбомъ, ребенокъ, по всей вѣроятности, не получитъ необходимаго для роста его скелета количества извести. Овощи уже гораздо богаче ею. Единственнымъ пищевымъ веществомъ, равнымъ молоку по своему содержанію извести, является яичный желтокъ. Поэтому слѣдуетъ давать послѣдній дѣтямъ какъ суррогатъ въ тѣхъ случаяхъ, когда молока нельзя давать или когда оно не переваривается. Значительныя количества извести находятся въ колодезной водѣ; но мы не знаемъ, могутъ ли они быть усвоимы организмомъ; въ пищевыхъ веществахъ известь находится связанною съ органическими веществами. Поэтому нераціонально прописывать дѣтямъ известь въ видѣ неорганическихъ соединеній. Между тѣмъ случается каждый день во врачебной практикѣ, что дѣтямъ, одержимымъ англійскою болѣзнью, прописывается нѣсколько чайныхъ ложечекъ известковой воды. Это неосновательно уже въ виду одного того обстоятельства, что прописываемое количество извести далеко недостаточно. Насыщенный известковый растворъ содержитъ меньше извести, чѣмъ коровье молоко! Въ одномъ литрѣ коровьяго молока я нашелъ 1,7 grm. CaO; литръ-же известковой воды содержитъ лишь 1,3 grm. CaO.

Сущность и причины англійской болѣзни (Rachitis) еще вполнѣ темны. Несомнѣнно только то, что при искусственномъ кормленіи растущихъ молодыхъ животныхъ пищею, содержащею мало извести, можно вызвать у нихъ пониженіе содержанія известковыхъ солей въ костяхъ и ненормальную гибкость и ломкость этихъ послѣднихъ. Нѣкоторые утверждаютъ, будто при нѣкоторыхъ опытахъ этого рода удавалось вызвать настоящую англійскую болѣзнь со всѣми ея характерными признаками. [1]) Но несомнѣнно съ другой стороны и то, что иногда заболѣваютъ англійскою болѣзнью

1) Erwin Voit, Zeitschr. f. Biologie. Bd. 16. S. 55. 1880. Тамъ же сопоставлена прежняя литература. См. далѣе: A. Baginsky, Virchow's Arch. Bd. 87. S. 301. 1882. и Seemann, Zeitschr. f. klinische Med. Bd. 5. S. 1 и 152. 1882.

дѣти, никогда не терпящія недостатка въ обильной известью пищѣ. Здѣсь можно предположить, что известковыя соли вслѣдствіе нарушеннаго перевариванія недостаточно всасываются, или-же что они, не смотря на достаточную всасываемость, не усваиваются вслѣдствіе ненормальныхъ процессовъ въ тканяхъ, образующихъ кости. До тѣхъ поръ, пока у насъ не будетъ тщательныхъ и вѣрныхъ изслѣдованій надъ обмѣномъ веществъ у рахитическихъ дѣтей въ параллель съ обмѣномъ веществъ у здоровыхъ одинаковаго возраста и одинаковаго питанія, всѣ попытки оправдать ту или другую теорію останутся безплодными.

Вышеприведенная таблица показываетъ намъ, что коровье молоко по отношенію къ органическимъ питательнымъ веществамъ гораздо богаче неорганическими солями, чѣмъ молоко женщины. Телеологически это объясняется тѣмъ, что теленокъ растетъ гораздо скорѣе, чѣмъ грудной младенецъ. Слѣдовательно, является вѣроятнымъ, что выросшій организмъ можетъ сохраниться, получая незначительныя количества солей. Что касается взрослыхъ организмовъ, то a priori во обще непонятно, отчего они нуждаются въ постоянномъ подвозѣ солей. Значеніе неорганическихъ солей совершенно другое, чѣмъ значеніе органическихъ питательныхъ веществъ. Послѣднія служатъ намъ источникомъ силы; вмѣстѣ съ ними вводятся въ наши ткани химическія силы напряженія, превращающіяся при ихъ расщепленіи и окисленіи во всѣ тѣ формы живой силы, которыя составляютъ жизнь, постигаемую нашими чувствами. Органическія питательныя вещества полезны, значитъ, для насъ именно вслѣдствіе ихъ разложенія. Необходимость въ постоянномъ ихъ обновленіи не основана на одномъ лишь эмпирическомъ принципѣ: она уже наглядна a priori. Совсѣмъ другое можно сказать о неорганическихъ соляхъ. Онѣ представляютъ собою уже насыщенныя соединенія кислорода или-же хлориды, не обнаруживающіе также никакого сродства къ кислороду. Вслѣдствіе ихъ распада и окисленія въ тѣлѣ не освобождаются никакія силы; онѣ ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть истощены и сдѣлаться негодными для дальнѣйшихъ потребностей. Къ чему такимъ образомъ обновленіе? . . . .

И для воды отношенія другія, чѣмъ для солей. Вода служитъ для выдѣленія конечныхъ продуктовъ обмѣна веществъ. Почки могутъ выдѣлять азотистыя соединенія

только въ водномъ растворѣ. Диффузія газовъ въ легкихъ возможна лишь тогда, когда поверхность послѣднихъ увлажнена. Выдыхаемый воздухъ насыщенъ водяными парами. Испареніе воды на поверхности кожи играетъ важнѣйшую роль при регулированіи теплоты. Необходимость въ постоянномъ подвозѣ воды также, слѣдовательно, a priori ясна. Иначе обстоитъ дѣло съ солями. Вѣдь можно было-бы подумать, что при постоянномъ подвозѣ однихъ только органическихъ питательныхъ веществъ и воды въ достаточномъ количествѣ образующіяся изъ распада тканей неорганическія соли могутъ вновь пойти на образованіе тканей. Если-бы даже небольшія потери и были неизбѣжны — черезъ выдѣленіе вмѣстѣ съ каломъ вслѣдствіе недостаточной всасываемости пищеварительныхъ отдѣленій, черезъ слущиваніе накожицы, волосъ и т. д. — то все-же можно-бы было ожидать, что взрослый организмъ въ состояніи сохранить имѣющійся въ немъ запасъ солей и обойтись самымъ незначительнымъ подвозомъ. *A priori дедуктивнымъ путемъ нельзя доказать необходимости постоянной доставки значительныхъ количествъ солей для взрослаго организма.*

Такимъ образомъ оставалось прибѣгнуть къ опыту. Можно вѣдь кормить взрослое животное продолжительное время исключительно только органическими пищевыми веществами и водой и наблюдать, какъ долго оно при этомъ можетъ существовать, и какія наступятъ въ немъ измѣненія. Этотъ основной опытъ надъ обмѣномъ веществъ сдѣланъ до сихъ поръ только одинъ разъ, а именно Forster'омъ [1]), ассистентомъ Voit'a въ Мюнхенѣ.

При попыткѣ получить свободную отъ золы пищу Forster наткнулся на непреодолимыя трудности. Возможно получить свободные отъ золы углеводы и жиры. Но за то до сихъ поръ не удалось освободить бѣлокъ отъ всѣхъ неорганическихъ веществъ. Даже кристаллическій бѣлокъ содержитъ еще въ незначительномъ количествѣ всѣ составныя части золы. Forster пользовался при своихъ опытахъ мясными остатками, получаемыми при приготовленіи Liebig'овскаго мяснаго экстракта. Послѣ того какъ остатки эти были еще выварены нѣсколько разъ въ перегнанной водѣ, въ нихъ находилось 0,8 золы на 100 частей

1) J. Forster, Zeitschr. f. Biol. Bd. 9. S. 297. 1873.

сухаго вещества. Этимъ бѣднымъ солями бѣлкомъ вмѣстѣ съ жиромъ, сахаромъ и крахмаломъ Forster кормилъ двухъ собакъ; кромѣ того онъ кормилъ трехъ голубей крахмаломъ и казеиномъ, содержащимъ также очень немного солей.

Forster наблюдалъ, что отъ такой пищи животныя чрезвычайно быстро погибали. Три голубя жили 13, 25 и 29 дней. Изъ обѣихъ собакъ одна «по истеченіи 36 дней находилась въ такомъ жалкомъ состояніи, что она вскорѣ пала-бы, если-бы опытъ продолжался далѣе, между тѣмъ какъ вторая уже чрезъ 26 дней была близка къ смерти.» Совершенно голодающія собаки живутъ 40—60 дней. Слѣдовательно, кажется, что при лишеніи ихъ однѣхъ только неорганическихъ солей онѣ гибнутъ скорѣе, чѣмъ при полномъ недостаткѣ всѣхъ пищевыхъ веществъ.

Изъ своихъ опытовъ Forster заключаетъ, что и взрослое животное нуждается для своего питанія въ большихъ количествахъ неорганическихъ солей. Противъ такого заключенія нужно сдѣлать слѣдующее возраженіе. Forster упустилъ изъ виду одно обстоятельство — *образованіе свободной сѣрной кислоты изъ сѣры бѣлка.*

Бѣлокъ содержитъ $^1/_2$—$1^1/_2\,\%$ сѣры, переходящей при расщепленіи и окисленіи бѣлка въ высшую степень окисленія — въ сѣрную кислоту. 80 % этой сѣры пищи появляются въ этой формѣ въ мочѣ. При нормальныхъ условіяхъ эта сѣрная кислота связана съ основными солями, вводимыми съ каждою животною и растительною пищею. Животная пища содержитъ основныя фосфорнокислыя щелочи, углекислыя щелочи и щелочные альбуминаты, растительная-же пища содержитъ еще «растительнокислыя», виннокаменнокислыя, яблочнокислыя и т. п. щелочи, превращающіяся при сгараніи въ животномъ тѣлѣ въ углекислыя. Эти основанія насыщаютъ сѣрную кислоту образующуюся изъ сѣры бѣлковъ. Но если основныя соли были удалены при добываніи свободной отъ золы пищи, то образующаяся изъ распада бѣлка въ тканяхъ сильнѣйшая минеральная кислота не находитъ основаній для насыщенія самой себя, она, слѣдовательно, прибѣгаетъ къ тѣмъ основаніямъ, которыя составляютъ интегральныя составныя части живыхъ тканей, она, такъ сказать, вырываетъ отдѣльные камни изъ строенія

клѣтокъ и ведетъ къ ихъ разрушенію [1]). Вотъ въ чемъ, какъ мнѣ кажется, состояла причина скорой гибели животныхъ, взятыхъ Forster'омъ для опытовъ. Въ этомъ предположеніи я вижу въ особенности объясненіе того поразительнаго явленія, что собаки скорѣе погибали при кормленіи ихъ пищею, лишенною золы, чѣмъ при полномъ голоданіи [2]).

Справедливость такого a priori'стическаго вывода была провѣрена Лунинымъ [3]) путемъ опыта.

Лунинъ кормилъ часть животныхъ, взятыхъ имъ для опыта, свободною отъ золы пищею съ прибавленіемъ углекислаго натрія, котораго было какъ разъ достаточно для того, чтобы связать образующуюся изъ бѣлка пищи сѣрную кислоту.

Суть дѣла заключалась въ томъ, чтобы производить опыты надъ возможно большимъ количествомъ животныхъ, такъ какъ только такимъ образомъ могли быть устранены всякія побочныя и случайныя обстоятельства, и выведено вѣрное заключеніе. Онъ производилъ поэтому свои опыты надъ мышами, такъ какъ невозможно было достать необходимое количество свободной отъ золы пищи для большаго количества болѣе крупныхъ животныхъ.

Свободная отъ золы пища была получаема слѣдующимъ образомъ. Осажденіемъ разведеннаго молока уксусною кислотою и промываніемъ тонкаго хлопчатаго свертка водою, содержащею уксусъ, была добыта смѣсь жира и казеина, содержавшая лишь 0,05—0,08 золы въ 100 частяхъ сухаго вещества, слѣдовательно въ 10 разъ меньше, чѣмъ мясные остатки Forster'a. Къ этой смѣси прибавлялся свободный отъ золы тростниковый сахаръ, какъ представитель 3-ей главной группы пищевыхъ веществъ. При питаніи такою пищею и дестиллированною водою 5 мышей жили 11, 13, 14, 15 и 21 день. При совершенномъ голоданіи 2 мыши жили 4 дня и 2 лишь 3 дня.

---

1) Мы увидимъ впослѣдствіи (см. лекц. 16), что организмъ собаки обладаетъ способностью защищаться отъ разрушающаго дѣйствія свободныхъ кислотъ черезъ отщепленіе амміака изъ азотистыхъ органическихъ соединеній. Но эта способность, какъ и всякая другая, имѣетъ свои предѣлы, и подлежитъ еще большому сомнѣнію, находится-ли защищающій амміакъ въ тѣхъ именно тканяхъ, въ которыхъ освобождающаяся сѣрная кислота проявляетъ свое разрушающее дѣйствіе.

2) G. Bunge, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 10. S. 130. 1874.

3) N. Lunin, Ueber die Bedeutung der anorganischen Salze für die Ernährung des Thieres. Diss. Dorpat 1880. Напечатана также въ Zeitschr. f. physiolog. Chem. Bd. 5. S. 31. 1881.

Вслѣдъ затѣмъ 6 мышей получали ту-же самую лишенную золы пищу, но съ прибавленіемъ углекислаго натрія. Эти мыши жили 16, 23, 24, 26, 27 и 30 дней, слѣдовательно, вдвое больше тѣхъ животныхъ, которыя не получали никакихъ основаній для насыщенія образовавшейся сѣрной кислоты.

Можно было бы возразить, что животныя жили дольше не вслѣдствіе нейтрализаціи сѣрной кислоты, а потому что они получали по крайней мѣрѣ одно неорганическое пищевое вещество. Это возраженіе опровергается слѣдующимъ опытомъ, при которомъ 7 мышей получало — при прочихъ одинаковыхъ условіяхъ — вмѣсто углекислаго натрія совершенно эквивалентное количество поваренной соли, слѣдовательно, нейтральную соль, которая не могла нейтрализовать сѣрной кислоты. Всѣ эти мыши погибли чрезъ 6, 10, 11, 15, 16, 17, 20 дней. Онѣ, значитъ, жили, не смотря на то, что получали 2 неорганическихъ вещества, хлоръ и натрій, лишь вдвое короче, чѣмъ тѣ животныя, которыя получали одно неорганическое пищевое вещество — натрій, и не дольше тѣхъ животныхъ, которыя получали свободную отъ золы пищу.

Эти опыты, слѣдовательно, вполнѣ согласны съ моимъ a priori'стическимъ объясненіемъ. Для контроля были сдѣланы еще два ряда параллельныхъ опытовъ съ хлористымъ каліемъ и углекислымъ каліемъ, давшихъ точно такой-же результатъ.

Такимъ образомъ, вслѣдствіе воспрепятствованія образованію свободной сѣрной кислоты продолжительность жизни животныхъ была вдвое увеличена, но все еще поразительно коротка. Отчего-же погибли тѣ мыши, у которыхъ развитіе кислоты не могло быть причиною смерти? Можетъ быть, составъ органическихъ растительныхъ веществъ не былъ достаточенъ?

Для рѣшенія этого вопроса были прибавлены ceteris paribus къ той-же искусственной смѣси пищевыхъ веществъ всѣ неорганическія соли молока въ томъ вѣсовомъ отношеніи, въ какомъ они находятся въ золѣ молока и въ томъ-же отношеніи къ количеству органическихъ веществъ, какъ и въ молокѣ. Этимъ количествомъ пищи 6 мышей жили 20, 23, 23, 29, 30 и 31 день, значитъ, не долѣе тѣхъ, которыя получали только углекислый натрій. Изъ трехъ мышей, кормленныхъ исключительно коровьимъ молокомъ

одна погибла черезъ 47 дней отъ ущемленія кишекъ, какъ показало вскрытіе (см. стр. 81); обѣ другія прожили въ заключеніи $2^1/_2$ мѣсяца, тѣло ихъ при этомъ увеличилось въ объемѣ, и онѣ вообще представлялись совершенно бодрыми, когда опыты были прекращены.

Этотъ фактъ въ высшей степени заслуживаетъ вниманія. Жизнь животныхъ возможна при питаніи однимъ только молокомъ; но если сопоставить всѣ составныя части молока, необходимыя — по теперешнему ученію физіологіи — для сохраненія организма, то животныя быстро погибаютъ. Слѣдуетъ-ли предположить, что молочный сахаръ не можетъ быть замѣнимъ тростниковымъ сахаромъ? Или, можетъ быть, неорганическія составныя части химически связаны въ молокѣ съ органическими и только въ такомъ состояніи могутъ быть усваиваемы? При осажденіи казеина уксусной кислотой осталось въ растворѣ незначительное количество альбумина молока. Неужели этотъ альбуминъ можетъ быть замѣщенъ казеиномъ? Или, можетъ быть, молоко содержитъ, кромѣ бѣлка, жира и углеводовъ, еще другія органическія вещества, также необходимыя для сохраненія жизни? Стоило бы продолжать эти опыты.

Такимъ образомъ вопросъ о потребности неорганическихъ солей для взрослаго животнаго еще не рѣшенъ. Для рѣшенія его намъ необходимо было бы прежде всего знать всѣ необходимыя органическія питательныя вещества. Далѣе мы должны были бы быть въ состояніи подобрать эти органическія питательныя вещества и сочетать ихъ въ такой общій видъ, который удовлетворялъ-бы вкусу животныхъ, даже въ томъ случаѣ, если бы опыты продолжались долгое время. Наконецъ мы должны были бы быть въ состояніи насыщать образующуюся изъ бѣлка сѣрную кислоту безъ подвоза неорганическихъ основаній — при содѣйствіи какого нибудь органическаго основанія, какъ напр., креатинина или нейрина. Но даже и тогда вопросъ по всей вѣроятности не былъ-бы еще рѣшенъ, потому что мы не въ состояніи ввести основаніе на то именно мѣсто, гдѣ образуется свободная сѣрная кислота, или потому что образовавшіяся съ искусственно введеннымъ основаніемъ сѣрнокислыя соли вытѣсняютъ нормальныя соли изъ тканей (см. ниже стр. 115). И такъ, вопросъ этотъ оказывается пока неразрѣшеннымъ.

Объ одной только изъ неорганическихъ солей я желалъ-

бы побесѣдовать пообстоятельнѣе по тому исключительному положенію, которое она занимаетъ; это именно — поваренная соль.

Поразителенъ фактъ, что изъ всѣхъ неорганическихъ солей нашего тѣла мы одну только воспринимаемъ изъ неорганической природы и прибавляемъ къ нашимъ органическимъ пищевымъ веществамъ — именно поваренную соль. Что касается другихъ солей, то для насъ достаточны тѣ ихъ количества, которыя уже имѣются въ нашихъ органическихъ пищевыхъ веществахъ. Намъ нечего заботиться о нихъ спеціально. Доставъ себѣ органическія пищевыя вещества, мы вмѣстѣ съ ними имѣемъ уже неорганическія соли. Исключеніе составляетъ одна только поваренная соль. Это исключеніе тѣмъ болѣе поразительно, что наша пища далеко не бѣдна этою солью. Во всѣхъ животныхъ и растительныхъ пищевыхъ веществахъ содержатся довольно значительныя количества хлора и натрія. Отчего-же эти количества недостаточны для насъ? Отчего намъ приходится прибѣгать къ каменной соли?

При прежнихъ попыткахъ дать отвѣтъ на этотъ вопросъ упускали изъ виду одно обстоятельство, которое, какъ мнѣ кажется, можетъ намъ способствовать найти вѣрное для него рѣшеніе [1]). Я имѣю въ виду тотъ фактъ, что у животныхъ потребность въ прибавленіи соли къ пищѣ наблюдается только у травоядныхъ, но что она никогда не наблюдается у плотоядныхъ. Наши плотоядныя домашнія животныя, кошка и собака предпочитаютъ несоленую пищу соленой и проявляютъ рѣшительное отвращеніе къ сильно соленой пищѣ, между тѣмъ какъ травоядныя домашнія животныя, какъ извѣстно, весьма жадны до соли. Тоже самое наблюдается и у дикоживущихъ животныхъ. Извѣстно вѣдь, что дикоживущія жвачныя и однокопытныя отыскиваютъ соль-содержащія скалы и утесы, чтобы лизать соль, и что охотники подстерегаютъ ихъ на такихъ мѣстахъ или кладутъ соль въ видѣ приманки. Это единогласно сообщается въ многочисленныхъ описаніяхъ путешественниковъ о травоядныхъ всѣхъ странъ и поясовъ. У хищныхъ животныхъ ничего подобнаго никогда не замѣчалось.

Это различіе тѣмъ болѣе поразительно, что количество

1) G. Bunge, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 9. S. 104. 1873, u. Bd. 10. S. 295. 1874.

поваренной соли, воспринимаемое травояднымъ вмѣстѣ съ его пищею, представляется по отношенію къ единицѣ вѣса его тѣла въ большинствѣ случаевъ немного меньше тѣхъ количествъ, которыя воспринимаетъ плотоядное. За то значительная разница оказывается по отношенію къ другой составной части золы пищи, а именно къ калію. Солей калія травоядныя воспринимаютъ по крайней мѣрѣ въ 3—4 раза больше, чѣмъ плотоядныя. Этотъ фактъ навелъ меня на предположеніе, что обиліе растительной пищи каліемъ составляетъ причину потребности въ поваренной соли у травоядныхъ.

Если какая-нибудь соль калія, напр. K_2CO_3, встрѣчается въ водномъ растворѣ съ поваренной солью, то происходитъ частичное перемѣщеніе, а именно образуется хлористый калій и углекислый натрій. Съ другой стороны извѣстно, что поваренная соль представляетъ собою главную составную часть между неорганическими солями плазмы крови. Слѣдовательно, если соли калія поступаютъ въ кровь вслѣдствіе всасыванія пищи, то и тамъ появляется упомянутое превращеніе. Образуются хлористый калій и натріевая соль той кислоты, которая была связана съ каліемъ. Значитъ, вмѣсто хлористаго натрія кровь содержитъ теперь другую натріевую соль, не принадлежащую къ нормальнымъ составнымъ частямъ крови или — по крайней мѣрѣ — не содержащуюся въ ней въ столь значительномъ количествѣ. Въ крови появилась посторонняя составная часть или избытокъ нормальной составной части, напр., углекислаго натрія. Но почки обладаютъ функціею сохранять постояннымъ составъ крови, слѣдовательно, выдѣлять всякую ненормальную часть или избытокъ нормальной. Поэтому, образовавшаяся соль натрія выдѣляется вмѣстѣ съ хлористымъ каліемъ черезъ почки, и кровь дѣлается бѣднѣе и хлоромъ, и натріемъ. Такимъ образомъ, вслѣдствіе подвоза солей калія организмъ лишился поваренной соли. Эта потеря можетъ быть покрыта на счетъ поступленія извнѣ. Этимъ объясняется, отчего животныя, потребляющія обильную каліемъ пищу, чувствуютъ потребность въ поваренной соли.

Справедливость этого вывода я провѣрилъ путемъ опыта. При совершенно постоянной діэтѣ ceteris paribus въ организмъ были введены соли калія; въ результатѣ оказалось поразительное увеличеніе выдѣленія хлора и на-

трія. Эти опыты я производилъ надъ самимъ собой и притомъ со всѣми солями калія, которыя только могутъ быть принимаемы въ разсчетъ при питаніи человѣка. 18 grm. K_2O въ видѣ фосфорнокислой или лимоннокислой соли, принятой мало по малу въ теченіи дня въ трехъ пріемахъ, отняли у тѣла 6 grm. поваренной соли и кромѣ того 2 grm. натрія, потому что перемѣщеніе солей калія имѣетъ мѣсто не только съ хлористымъ натріемъ, но и съ другими соединеніями натрія, съ альбуминатами его, съ углекислымъ и фосфорнокислымъ натріемъ.

Количество калія, введеннаго при этихъ опытахъ въ тѣло, не было очень велико, оно было гораздо меньше тѣхъ количествъ калія, которыя принимаются съ важнѣйшими растительными пищевыми веществами. А все-таки оно способствовало удаленію изъ организма 6 grm. поваренной соли — количества, составляющаго приблизительно половину поваренной соли, содержащейся въ 5 литрахъ человѣческой крови. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что и остальныя ткани участвовали въ этой потерѣ. Но прежде всего этимъ преимущественно поражается кровь, и я полагаю, что еслибы эта потеря крови была покрыта сравнительно ничтожнымъ поступленіемъ изъ другихъ тканей, то возобновленный подвозъ калія долженъ бы имѣть послѣдствіемъ возобновленную отдачу натрія. Опыты подобнаго рода еще не произведены. Мы еще не знаемъ, до какого предѣла организмъ продолжаетъ отдавать натрій при безпрерывномъ подвозѣ калія. Нѣтъ сомнѣнія, что вскорѣ наступилъ бы предѣлъ, при которомъ тѣло стало бы удерживать стойко остающійся еще натрій.

Но и тѣ количества хлора и натрія, отдачу которыхъ я дѣйствительно наблюдалъ, кажутся мнѣ достаточными для объясненія потребности возобновленія, вызываемой поступленіемъ богатыхъ каліемъ растительныхъ пищевыхъ веществъ. При той важной роли, которую поваренная соль играетъ въ организмѣ, напр., при образованіи пищеварительныхъ отдѣленій, при растворенiи глобулиновъ — уже незначительное уменьшеніе ея содержанія можетъ нарушить извѣстныя отправленія и вызвать потребность въ покрытіи потерь.

Какъ я уже сказалъ, количество калія, которое я принималъ внутрь при моихъ опытахъ, не было слишкомъ велико: всего 18 grm. Человѣкъ, питающійся, главнымъ образомъ, кар-

тофелемъ, воспринимаетъ въ теченіи дня 40 grm. калія. Этимъ объясняется, отчего картофель безъ соли кажется намъ совершенно негоднымъ къ употребленію и вездѣ, во всемъ мірѣ его употребляютъ съ очень солеными приправами. Подобно картофелю и всѣ другія важнѣйшія пищевыя вещества — злаки и овощи — очень богаты каліемъ, и этимъ объясняется тотъ фактъ, что сельское населеніе, питающееся преимущественно растительною пищею, потребляетъ гораздо больше поваренной соли, чѣмъ городское населеніе, употребляющее животную пищу. Для Франціи доказано статистически, что каждый сельскій житель потребляетъ втрое больше поваренной соли, чѣмъ городской житель.

Спрашивается: а какъ же тѣ племена, которыя вовсе не потребляютъ растительной пищи? Вѣдь есть цѣлыя племена, которыя, занимаясь охотою, рыболовствомъ, скотоводствомъ, питаются исключительно животною пищею! Мы должны ожидать, что они питаютъ отвращеніе къ соли подобно плотояднымъ. Оно такъ и есть. Для рѣшенія этого вопроса я перебралъ цѣлую кучу описаній путешествій, а также наводилъ много справокъ словесно и письменно у путешественниковъ новаго времени. При этомъ обнаружился недопускающій возраженія законъ, *что во всѣ времена и во всѣхъ странахъ народы, питающіеся исключительно животною пищею, или вовсе не имѣютъ понятія о соли, или-же, познакомившись съ нею, питаютъ къ ней отвращеніе, между тѣмъ какъ народы, потребляющіе по преимуществу растительную пищу, чувствуютъ непреодолимую потребность въ соли и считаютъ ее необходимою жизненною потребностью.*

Это различіе проявлялось уже при древнихъ обрядахъ жертвоприношеній у Грековъ и Римлянъ, у которыхъ животныя приносились въ жертву богамъ безъ соли, тогда какъ плоды и растенія приносились всегда съ солью. Евреямъ законъ Мойсея прямо повелѣвалъ приносить въ жертву ихъ Богу взятые изъ растительнаго царства дары непремѣнно съ солью [1]).

Индо-германскіе языки не имѣютъ никакого выраженія для соли, равно какъ для земледѣльческихъ работъ, между

1) Источники по вопросу объ употребленіи или неупотребленіи соли различными племенами подробно указаны въ моей статьѣ „Ethnologischer Nachtrag zur Abhandlung über die Bedeutung des Kochsalzes u. s. w.“ Zeitschr. f. Biol. Bd. 10. S. 111. 1874.

тѣмъ какъ выраженія, касающіяся скотоводства, могутъ быть большею частью сведены на общіе корни. Изъ этого слѣдуетъ, что по всей вѣроятности индо-германскіе народы «не имѣли понятія о соли до тѣхъ поръ, пока они составляли недѣлимое цѣлое по вершинамъ и склонамъ Булуръ-Тага, первобытному мѣсту ихъ происхожденія.» Они узнали соль лишь послѣ своего разъединенія, при переходѣ къ земледѣлію и растительной пищѣ. Германовъ мы застаемъ въ то время, которое описано Тацитомъ, какъ разъ въ періодѣ перехода къ осѣдлости и земледѣлію. Соотвѣтственно этому они еще ничего не знаютъ о правильномъ добываніи соли, хотя потребность въ ней уже пробудилась, ибо Тацитъ сообщаетъ намъ о страшныхъ истребительныхъ войнахъ между отдѣльными племенами изъ-за пограничныхъ соляныхъ источниковъ.

Финскіе языки до сихъ поръ еще не имѣютъ выраженія для соли. Западные Финны, занимающіеся теперь земледѣліемъ, потребляютъ соль и обозначаютъ ее Германскимъ словомъ. Восточные-же Финны, занимающіеся еще до сихъ поръ охотой и ведущіе жизнь номадовъ, не употребляютъ соли по настоящее время. То-же самое относится ко всѣмъ племенамъ, обитающимъ на сѣверѣ Россіи и Сибири и занимающимся охотой, рыбною ловлею и скотоводствомъ. Это-же нисколько не зависитъ отъ того, что они не знаюъ соли или не могутъ ея пріобрѣсти. *Нѣтъ, они питаютъ къ ней рѣшительное отвращеніе.* Залежи каменной соли, соляныя озера и соляныя отложенія находятся во всѣхъ частяхъ Сибири. Но эти залежи интересуютъ сибирскихъ охотниковъ лишь потому, что сѣверные олени собираются обыкновенно въ этихъ мѣстахъ стадами для того, чтобы лизать соль. Мясо ихъ охотники ѣдятъ однако безъ соли. Это сообщили мнѣ многіе путешественники по Сибири устно и письменно относительно всѣхъ сибирскихъ племенъ. Минералогъ C. von Ditmar, путешествовавшій въ 1851—56 гг. по всей Сибири и жившій долгое время среди Камчадаловъ, пишетъ мнѣ: «Часто, когда я давалъ во время моихъ путешествій этимъ людямъ (Камчадаламъ, Корякамъ, Чукчамъ, Айносамъ, Тунгузамъ) отвѣдывать моихъ соленыхъ кушаній, я имѣлъ случай читать по ихъ сокращеннымъ лицевымъ мускуламъ величайшее неудовольствіе.» О Камчадалахъ Ditmar разсказываетъ, что они питаются главнымъ

образомъ рыбою, которую они набрасываютъ въ большія ямы, гдѣ весь запасъ превращается въ «отвратительнаго запаха студень.» Это противное всякому Европейцу и несомнѣнно вредное лакомое блюдо Камчадаловъ побудило русское правительство строгими мѣропріятіями сдѣлать обязательнымъ соленіе рыбы. У Петропавловской гавани было устроено помѣщеніе для добыванія соли изъ морской воды; соль эта отпускалась Камчадаламъ по весьма дешевой цѣнѣ. Камчадалы, необычайно послушное племя, повиновались: весь запасъ рыбы былъ, согласно приказанію, добросовѣстно посоленъ; но ѣсть они его не стали; они остались при своей гнилой рыбѣ! И въ то время, когда Ditmar былъ въ Камчаткѣ, русское правительство прекратило всѣ свои мѣры, сознавая невозможность привести ихъ въ исполненіе. «Только старики разсказывали объ этомъ, какъ объ ужасномъ бѣдствіи, постигшемъ страну.» О потомкахъ русскихъ на Камчаткѣ Ditmar разсказываетъ, что они, правда, разводятъ европейскіе овощи, но лишь въ незначительномъ количествѣ, «что тепи камчадаловъ у нихъ считается лучшимъ, и потребленіе соли у нихъ почти исчезло.» Только въ Петропавловскѣ потребляютъ много овощей и злаковъ; на каждомъ столѣ можно тамъ также найти и солонку.

Астрономъ L. Schwarz сообщилъ мнѣ, что во время его путешествія по странѣ Тунгузовъ онъ самъ питался въ теченіи 3-хъ мѣсяцевъ исключительно только оленьимъ мясомъ и дичью: при этой пищѣ онъ чувствовалъ себя вполнѣ хорошо и не ощущалъ никакой потребности въ соли.

Тѣмъ не менѣе можно бы предполагать, что отвращеніе, питаемое сибирскими туземными племенами къ соли, не составляетъ слѣдствія употребленія животной пищи, а находится въ связи съ сѣвернымъ климатомъ. Поэтому для доказательства справедливости моего взгляда я ссылаюсь на слѣдующія сообщенія о народахъ, питающихся въ теплыхъ странахъ животною пищею и не потребляющихъ соли.

Въ Остъ-Индіи, въ гористой мѣстности Nilgherry было открыто лишь въ этомъ столѣтіи пастушеское племя — Тудасы. До того времени англичане не могли туда проникнуть, такъ какъ этому препятствовалъ рядъ губительныхъ болотъ, причиняющихъ лихорадку. Племя это вовсе не знало растительной пищи; оно питалось молокомъ и мясомъ буйволовъ, о соли же не имѣло даже и понятія.

Киргизы также питаются мясомъ и молокомъ и никогда не употребляютъ соли, не смотря на то, что они жители солончаковой степи. Это сообщилъ мнѣ Dr. P. Baron Maydell, путешествовавшій въ 1845 и 47 гг. по Киргизской степи.

То-же самое сообщаетъ уже Саллюстій о Нумидійцахъ: Numidae plerumque lacte et ferina carne vescebantur et neque salem neque alia irritamenta gulae quaerebant. Между тѣмъ сѣверный берегъ Африки также богатъ солью.

При такихъ же условіяхъ, при какихъ жили нумидійцы во время Саллюстія, живутъ теперь нѣкоторыя племена Бедуиновъ на аравійскомъ полуостровѣ. О нихъ мы читаемъ въ описаніи путешествія Wrede: «Бедуины ѣдятъ мясо безъ соли и, повидимому, находятъ смѣшнымъ потребленіе соли.»

Бушмены въ южной Африкѣ живутъ охотой и не потребляютъ соли.

Негрскія племена, напротивъ того, земледѣльцы. Внутренняя Африка бѣдна солью. Въ настоящее время негры получаютъ достаточно соли, благодаря оживленной торговлѣ солью, поддерживаемой европейцами, и солянымъ варницамъ, устроеннымъ у морскихъ береговъ. Изъ путешественниковъ болѣе стараго времени Mungo Park слѣдующимъ образомъ описываетъ потребность соли у негровъ: «Во внутреннихъ странахъ соль считается величайшимъ лакомствомъ. Европейцу показывается довольно страннымъ, когда онъ видитъ, что ребенокъ лижетъ кусокъ каменной соли, какъ будто бы это былъ сахаръ. Это я часто видѣлъ, хотя болѣе бѣдный классъ населенія внутреннихъ частей до того скудно снабженъ этимъ дорогимъ предметомъ, что если тамъ говорятъ о комъ-либо, ««онъ потребляетъ соль къ обѣду»», то это значитъ, что онъ богатъ. Я самъ сильно ощущалъ рѣдкость этого продукта. *Постоянное употребленіе растительной пищи возбуждаетъ до того бользненную тоску по соли, что ея нельзя описать надлежащимъ образомъ.*» На Сіерра-Леонскомъ берегу страсть негровъ къ соли была до того велика, что они отдавали женъ, дѣтей и все, что имъ было дорого, лишь бы только ее получить.

Индѣйскія племена сѣверной Америки были, какъ извѣстно, во время открытія ея охотниками и рыбаками. Соотвѣтственно этому они не потребляли соли, хотя преріи

сѣверной Америки ею богаты. Лишь нѣкоторыя племена, жившія у устья Миссисипи, были во время перваго вторженія испанцевъ усердными земледѣльцами. О нихъ-то и сообщаютъ, что они уже тогда вели войны изъ-за владѣнія соляными источниками.

Мексиканцы были земледѣльцами, и имъ было извѣстно правильное добываніе соли. То-же самое сообщаютъ о туземцахъ, которыхъ Колумбъ засталъ на Вестъ-Индскихъ островахъ.

Пастухи южно-американскихъ пампасовъ, питающіеся исключительно мясомъ и, подобно звѣрямъ, презирающіе растительную пищу, не потребляютъ соли, хотя пампасы покрыты безчисленными соляными озерами и соляными отложеніями. Сосѣдніе-же Араукапцы, которые во время открытія Америки были уже земледѣльцами, потребляютъ какъ морскую поваренную, такъ и горную каменную соль.

Туземцы Новой Голландіи были охотниками и не потребляли соли.

Относительно жителей Пасхальныхъ острововъ (Osterinseln) я нашелъ слѣдующее сообщеніе: «Пищу они, повидимому, берутъ исключительно изъ растительнаго царства.» Но вмѣстѣ съ тѣмъ сказано: «Житель Пасхальныхъ острововъ пьетъ съ удовольствіемъ возбуждающую въ насъ рвоту морскую воду.» То же самое сообщаютъ относительно жителей острововъ Товарищества и Таити.

Большинство племенъ Полинезіи и Остъ-Индскаго Архипелага питается смѣшанною пищею и вмѣстѣ съ морскими животными, которыхъ они пожираютъ, воспринимаютъ достаточныя количества поваренной соли. Относительно одного только племени Тропическихъ острововъ я нашелъ указаніе, что оно занимается земледѣліемъ и питается почти исключительно богатыми каліемъ полевыми плодами. Это — Баттасы на островѣ Суматрѣ. Стало быть, у этого племени должна ощущаться сильная потребность въ соли. Напрасно я искалъ долгое время, не найду-ли на это намековъ въ соотвѣтственныхъ описаніяхъ путешествій, пока, наконецъ, не наткнулся въ отдѣлѣ, гдѣ менѣе всего слѣдовало ожидать этого, а именно въ статьѣ о судопроизводствѣ, на указаніе, что это племя даетъ въ слѣдующей формѣ присягу: «Да пропадетъ моя жатва, да погибнетъ мой скотъ, *а я*

самъ никогда не буду потреблять соли, если я не говорю правды!»

Изъ всего вышеприведеннаго мы видимъ, что всегда, во всѣхъ частяхъ свѣта и во всѣхъ климатахъ встрѣчаются между представителями человѣческихъ племенъ такія, которыя потребляютъ соль, равно какъ и такія, которыя соли не потребляютъ. У народовъ, потребляющихъ соль, будь все прочее у нихъ различно, общею является одна только растительная пища и единственно общею одна только животная пища у тѣхъ, которые не потребляютъ соли. Мы видимъ, что цѣлые народы при переходѣ отъ кочующаго образа жизни къ земледѣлію начинаютъ потреблять соль, и что, наоборотъ, народы, привыкшіе къ соли, переселившись и поселившись между народами, питающимися мясомъ, забываютъ объ употребленіи соли. Мы видимъ, что европейцы, когда у нихъ во время ихъ путешествій по чужимъ странамъ выйдетъ весь запасъ соли, вовсе этого не замѣчаютъ при животной пищѣ, но что они, наоборотъ, «болѣзненно тоскуютъ» по соли при растительной пищѣ. Такимъ образомъ, не подлежитъ сомнѣнію, что между растительной пищею и потребностью въ поваренной соли существуетъ причинная связь. Можно еще только сомнѣваться, служитъ-ли, дѣйствительно, причиною этого обиліе калія въ растеніяхъ. Вѣдь не однимъ только обиліемъ калія растительная пища отличается отъ животной. Поэтому для подтвержденія моего взгляда я ссылаюсь на слѣдующее.

Есть важное растительное пищевое вещество, которое бѣдно солями калія: это рисъ. Рисъ содержитъ въ 6 разъ меньше калія, чѣмъ европейскіе злаки (пшеница, рожь, ячмень), въ 10—20 разъ меньше, чѣмъ овощи, и въ 20—30 разъ меньше, чѣмъ картофель. Если мы воспринимаемъ въ видѣ риса 100 grm. бѣлка, то въ этой пищѣ мы имѣемъ лишь 1 grm. K_2O. Но если-бъ мы захотѣли воспринять 100 grm. бѣлка въ видѣ картофеля, то вмѣстѣ съ этой пищею намъ пришлось бы воспринять 40 grm. K_2O. Мы должны поэтому ожидать, что народы, потребляющіе изъ растительныхъ пищевыхъ веществъ только рисъ при мясной пищѣ, не могутъ вообще ощущать потребности въ поваренной соли. Въ дѣйствительности оно такъ и есть. Это сообщается единогласно относительно нѣкоторыхъ кочующихъ племенъ на Аравійскомъ полуостровѣ и на Остъ-Индскихъ островахъ.

Количественное содержаніе калія и натрія въ различныхъ растительныхъ и животныхъ пищевыхъ веществахъ человѣка и животныхъ приведено въ слѣдующей таблицѣ:

ТАБЛИЦА I.

На 100 вѣсовыхъ частей сухаго вещества приходится:

Распредѣленіе по возрастающему содержанію калія:			Распредѣленіе по возрастающему содержанію натрія:	
	K_2O.	Na_2O.		Na_2O.
Рисъ	1	0,03	Рисъ	0,03
Бычачья кровь	2	19	Яблоки	0,07
Овесъ, Пшеница, Рожь, Ячмень	5—6	0,1—0,4	Бобы	0,13
			Горохъ	0,17
			Клеверъ	0,17
			Овесъ, Пшеница, Ячмень, Рожь	0,1 - 0,4
Собачье молоко	5—6	2—3		
Женское молоко	**5—6**	**1—2**		
Яблоки	11	0,1	Картофель	0,3—0,6
Горохъ	12	0,2	Луговое сѣно	0,3—1,5
Молоко травоядныхъ	9—17	1—10	**Женское молоко**	**1—2**
Луговое сѣно	6—18	0,3—1,5	Собачье молоко	2—3
Говядина	19	3	Молоко травоядныхъ	1—10
Бобы	21	0,1	Говядина	3
Земляника	22	0,2	Бычачья кровь	19
Клеверъ	23	0,1		
Картофель	20—28	0,3—0,6		

ТАБЛИЦА II.

На 1 эквивалентъ Na_2O приходится:

	Эквивалентъ K_2O.		Эквивалентъ K_2O.
Бычачья кровь	0,07	Ячмень	14—21
Куриный бѣлокъ	0,7	Овесъ	15—21
Желтокъ куринаго яйца	1,0	Рисъ	24
Весь организмъ млекопитающаго	0,7 - 1,3	Рожь	9—57
		Луговое сѣно	3—57
Молоко плотоядныхъ	0,8—1,6	Картофель	31—42
Свекловица	2	Горохъ	44—50
Женское молоко	**1—4**	Земляника	71
Молоко травоядныхъ	0,8 - 6	Клеверъ	90
Говядина	4	Яблоки	100
Пшеница	12—23	Бобы	110

ТАБЛИЦА III.

На 100 grm. бѣлка приходится:

	Na_2O.	K_2O.
Бычачья кровь	0,2 grm.	2 grm.
Рисъ	1 „	0,03 „
Говядина	2 „	0,3 „
Пшеница, Рожь, Горохъ	2—5 „	0,05—0,3 „
Женское молоко	**5—6** „	**1—2,4** „
Картофель	42 „	0,7 „

Изъ таблицы II видно, что хищное животное, питающееся цѣлыми животными, воспринимаетъ калій и натрій всегда почти въ равныхъ эквивалентныхъ количествахъ. Это относится не только къ млекопитающимъ, но и ко всѣмъ позвоночнымъ вообще [1]). Въ безкровномъ-же мясѣ убитыхъ животныхъ приходятся на 1 эквивалентъ натрія 4 эквивалента калія. Поэтому достойно вниманія то, что народы, питающіеся животною пищею безъ прибавленія соли, стараются избѣгнуть всякой потери крови при убиваніи животныхъ. Это было мнѣ единогласно сообщено естествоиспытателями, жившими въ различныхъ мѣстахъ сѣверной Россіи и Сибири между племенами, питающимися мясомъ. Самоѣды обмакиваютъ каждый кусокъ оленьяго мяса въ кровь. Гренландскіе эскимосы, убивъ тюленя, тотчасъ будто-бы затыкаютъ рану [2]).

Въ молокѣ плотоядныхъ оба основанія также содержатся въ эквивалентныхъ количествахъ. За то молоко травоядныхъ и человѣка содержитъ гораздо больше калія, что явствуетъ изъ таблицы II. Изъ этого видно, что человѣкъ и травоядное легко переносятъ безъ прибавленія соли такую пищу, въ которой отношеніе калія къ натрію равно 4—6 : 1. Есть кромѣ того много растительныхъ пищевыхъ веществъ, въ которыхъ это отношеніе не больше. Въ луговомъ сѣнѣ, представляющемъ собою смѣсь самыхъ раз-

1) A. v. Bezold, „Das chemische Skelett der Wirbelthiere.“ Zeitschritt f. wissensch. Zoologie, Bd. 9, S. 241. 1858. G. Bunge, Zeitschr. f. Biol. Bd. 10. S. 318. 1874.

2) Болѣе точныя указанія на источники можно найти въ Zeitschr. f. Biolog. Bd. 10. S. 115. Anm. 1874.

нообразныхъ кормовыхъ травъ, отношеніе это иногда равно только 3 : 1, какъ показываетъ вышеприведенная таблица. Въ дѣйствительности многія дикоживущія травоядныя млекопитающія никогда не воспринимаютъ соли, какъ напр., зайцы и кролики. Да и домашнія травоядныя млекопитающія во многихъ странахъ никогда не получаютъ соли. Сильная потребность въ соли можетъ однако пробудиться у этихъ животныхъ, если имъ будутъ давать исключительно весьма богатыя каліемъ и въ то же время весьма бѣдныя натріемъ растительныя пищевыя вещества, какъ напр., клеверъ. Дикоживущія травоядныя, можетъ быть, инстинктивно избѣгаютъ питаться исключительно богатѣйшими каліемъ растительными пищевыми веществами. Но домашнія животныя страдаютъ, если имъ давать богатый каліемъ кормъ безъ прибавленія поваренной соли. Я не хочу утверждать, что они при этомъ не могли бы существовать. Но опытъ сельскихъ хозяевъ учитъ, что животныя больше ѣдятъ и лучше растутъ, если имъ давать соль, и что по временамъ наступаютъ даже ясныя вредныя послѣдствія лишенія животныхъ поваренной соли. [1])

И относительно человѣка я не утверждаю, что онъ не могъ бы существовать, питаясь преимущественно растительною пищею безъ прибавленія соли. Но мы питали-бы отвращеніе къ большому количеству весьма богатыхъ каліемъ пищевыхъ веществъ, напр., къ картофелю, если-бы мы не имѣли соли. Употребленіе соли даетъ намъ возможность расширить кругъ нашихъ пищевыхъ веществъ.

Въ высшей степени достойно вниманія, что какъ разъ тѣ пищевыя вещества, въ которыхъ, какъ показано на таблицѣ II-ой, отношеніе калія къ натрію наибольшее — рожь, картофель, горохъ, бобы — составляютъ главную пищу европейскаго пролетаріата. Несправедливость налога на соль очевидна изъ сказаннаго. Ибо, чѣмъ бѣднѣе человѣкъ, тѣмъ болѣе онъ долженъ питаться по преимуществу самыми богатыми каліемъ растительными пищевыми веществами и тѣмъ больше становится его потребность въ соли. Налогъ

1) Barral, Statique chimique des animaux, appliquée spécialement à la question de l'emploi agricole du sel. Paris 1850. Boussingault, Ann. de Chim. et de Phys. Série III. T. 22. p. 116. 1848. Demesmay, Journal des Economistes. 1849. T. 25. p. 7 et 251. Desaive, О многосторонней пользѣ отъ соли для сельскаго хозяйства. Переведено на нѣмецкій языкъ Protz'омъ. Leipzig 1852.

на соль является косвеннымъ извращеннымъ прогрессивнымъ налогомъ, хуже котораго врядъ-ли можно было что-нибудь выдумать.

Впрочемъ я долженъ замѣтить, *что тѣ количества соли, которыя мы прибавляемъ къ нашей пищѣ, слишкомъ велики.* Поваренная соль является не только питательнымъ веществомъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ и приправою и, какъ таковая, легко ведетъ къ неумѣренности. Взглядъ на таблицу III показываетъ намъ, какъ ничтожно то количество поваренной соли, которое намъ необходимо прибавлять къ большей части пищевыхъ веществъ, чтобы сдѣлать содержаніе въ нихъ щелочей равнымъ содержанію послѣднихъ въ молокѣ. При питаніи злаками и овощами было-бы достаточно принимать ежедневно 1—2 grm. поваренной соли, при питаніи-же рисомъ — нѣсколько дециграммовъ. Вмѣсто этого многіе потребляютъ ежедневно 20—30 grm., а часто и еще больше.

Мы должны задать себѣ вопросъ: предназначены-ли въ самомъ дѣлѣ наши почки для того, чтобы выдѣлять такія большія количества соли? Не навязываемъ-ли мы имъ слишкомъ трудной работы и не можетъ-ли это имѣть вредныхъ послѣдствій? При питаніи мясомъ и хлѣбомъ безъ прибавленія соли мы выдѣляемъ въ теченіи сутокъ не болѣе 6—8 grm. щелочныхъ солей. При питаніи картофелемъ съ соотвѣтственнымъ прибавленіемъ поваренной соли черезъ почки выдѣляется ежедневно болѣе 100 grm. щелочныхъ солей. Не связана-ли съ этимъ какая-нибудь опасность? Потребленіе спиртныхъ напитковъ, которое и безъ того уже причисляется къ причинамъ хроническаго воспаленія почекъ, имѣетъ также послѣдствіемъ чрезмѣрное потребленіе соли, какъ вообще одна изъ неестественностей и вредностей, влекущихъ за собою другую. Вотъ вопросы, на какіе я желалъ-бы обратить вниманіе практическихъ врачей.

Ни съ однимъ органомъ нашего тѣла не поступаютъ такъ жестоко, какъ съ почками. Желудокъ противодѣйствуетъ переобременѣнію. Почки же должны все переносить терпѣливо. Дурное обращеніе съ ними чувствуется лишь тогда, когда уже слишкомъ поздно устранить вредныя послѣдствія.

Я желалъ бы еще обратить вниманіе на то, какъ не-

значительна работа, возлагаемая на почки при питаніи рисомъ. Въ теченіи сутокъ выдѣляется всего лишь 2 grm. щелочныхъ солей. Преимущество риса, которымъ въ теченіе тысячилѣтій питалось, да и теперь питается, большинство человѣческаго рода — Персы, Индѣйцы, Китайцы, Японцы —, передъ картофелемъ очевидно. Не слѣдуетъ-ли рекомендовать рисъ, какъ пищу, при страданіяхъ почекъ? То же самое можно сказать относительно страданій желудка, ибо соли калія сильно раздражаютъ слизистую оболочку его[1]), а рисъ содержитъ этихъ солей меньше, чѣмъ какое-либо другое пищевое вещество.

Я не могу перестать говорить о поваренной соли, не высказавъ въ заключеніе одного предположенія, которое мнѣ все навязывается, для провѣрки котораго я уже совершилъ рядъ весьма трудныхъ изслѣдованій, не осмѣлившись однако еще до сихъ поръ опубликовать ихъ, такъ какъ я отлично сознаю, что это предположеніе можно назвать фантастическимъ, пока матеріалъ для доказательства его вѣрности останется такимъ скуднымъ и недостаточнымъ, какъ теперь. Я убѣжденъ, что поразительно большое содержаніе поваренной соли въ тѣлѣ позвоночныхъ и наша потребность въ прибавленіи поваренной соли къ пищѣ находятъ себѣ удовлетворительное объясненіе только въ ученіи о происхожденіи видовъ.

Бросимъ взглядъ на распространеніе обѣихъ щелочей — калія и натрія — на всей поверхности нашей земли. Говоря о круговращеніи элементовъ, я упомянулъ о борьбѣ углекислоты съ кремневой кислотой изъ-за обладанія основаніями (смотри выше стр. 18). Въ этой борьбѣ углекислота проявляетъ большее сродство къ натрію, а кремневая кислота къ калію. При вывѣтриваніи силикатовъ вслѣдствіе процесса разложенія натрій освобождается въ видѣ растворенной въ водѣ углекислой соли и просачивается съ водою въ глубину. Калій-же остается на земной поверхности, связанный вмѣстѣ съ другими основаніями, а именно, съ глиноземомъ, съ кремневой кислотой въ видѣ нерастворимой двойной соли. Какъ только углекислый натрій вмѣстѣ съ источниками, ручьями и рѣками достигнетъ моря, онъ тотчасъ-же обмѣнивается съ хлоридами щелочныхъ земель: образуются

1) G. Bunge, Zeitschr. f. Biol. Bd. 9. S. 130. 1873 u. Pflüger's Arch. Bd. 4. S. 277 u 280. 1871.

поваренная соль и нерастворимыя углекислыя щелочныя земли, осѣдающія на дно и образующія постепенно цѣлыя горныя породы въ видѣ известняка, мѣла и доломита. Поэтому морская вода богата поваренною солью и бѣдна солями калія, поверхность-же материковъ богата солями калія и бѣдна поваренною солью.

Но къ содержанію поваренной соли окружащей природы примѣняется содержаніе поваренной соли въ организмахъ. Для натрія существуютъ при этомъ другія отношенія, чѣмъ для калія. Калій есть необходимая, интегральная, составная часть всякой растительной и животной клѣтки. Каждая клѣтка обладаетъ способностью отнимать даже у самой бѣдной каліемъ окружащей среды необходимое для нея количество этого основанія и обращать его на свои потребности. Поэтому-то всѣ морскія и материковыя растенія богаты каліемъ. Натрій-же, напротивъ, не играетъ, повидимому, такой важной роли. Многія материковыя растенія содержатъ только слѣды натрія. Натріемъ богаты только морскія растенія и вообще тѣ растенія, которыя растутъ на морскомъ берегу и на высохшемъ морскомъ днѣ, на солончаковыхъ степяхъ. Правило это допускаетъ лишь немногія исключенія. Такъ напр., виды Chenopodium и Atriplex содержатъ много поваренной соли. Но они представляютъ собою сорныя растенія. Они растутъ хорошо только на богатой солью почвѣ, имѣютъ своихъ ближайшихъ родственниковъ между обитателями солончаковой степи, откуда они по всей вѣроятности и появились. Изъ нашихъ культурныхъ растеній богата натріемъ только свекловица, принадлежащая впрочемъ также къ сем. Chenopodiaceae; первоначально она росла только на морскомъ берегу.

То-же самое относится къ безпозвоночнымъ животнымъ. И между ними только обитатели моря и ихъ ближайшіе родственники на материкѣ содержатъ много поваренной соли. Типическіе-же представители обитателей материка — насѣкомыя — содержатъ очень мало поваренной соли. Изъ произведенныхъ мною анализовъ я убѣдился въ томъ, что насѣкомыя содержатъ не болѣе натрія, чѣмъ тѣ растенія, которыми они питаются.

Позвоночныя животныя материка всѣ поразительно богаты поваренною солью, не смотря на то, что окружающая ихъ среда бѣдна ею. Но и это исключеніе изъ об-

щаго правила лишь кажущееся. Стоитъ намъ только вспомнить, что первыя позвоночныя животныя нашей планеты были всѣ обитателями моря. Не служитъ-ли большое содержаніе поваренной соли въ теперешнихъ обитателяхъ материка однимъ доказательствомъ больше въ пользу существованія генеалогической связи, какую мы принуждены допустить на основаніи морфологическихъ явленій!? Въ самомъ дѣлѣ, вѣдь всякій изъ насъ прошелъ въ своемъ индивидуальномъ развитіи ту стадію, когда онъ имѣлъ еще chorda dorsalis и жаберныя щели морскихъ прародителей. Отчего-же не быть и высокому содержанію въ нашихъ тканяхъ поваренной соли наслѣдственнымъ пріобрѣтеніемъ тѣхъ временъ?

Если это предположеніе вѣрно, то мы должны ожидать, что позвоночныя животныя въ ихъ индивидуальномъ развитіи тѣмъ богаче поваренною солью, чѣмъ они моложе. Въ дѣйствительности оно такъ и есть. Многочисленными анализами я убѣдился, что зародышъ млекопитающаго содержитъ больше поваренной соли, чѣмъ новорожденное животное, и что послѣднее послѣ рожденія дѣлается все бѣднѣе и бѣднѣе хлоромъ и натріемъ по мѣрѣ того, какъ развитіе подвигается впередъ. Изъ тканей нашего тѣла болѣе всего изобилующимъ натріемъ является хрящъ. Онъ вмѣстѣ съ тѣмъ представляетъ собою и самую старшую ткань. Гистіологически ткань эта вполнѣ идентична съ тканью, которая и понынѣ еще существуетъ въ скелетѣ живущихъ въ морѣ Selachia въ продолженіи всей ихъ жизни. Скелетъ человѣка, какъ извѣстно, вначалѣ хрящевой, но вытѣсняется еще до рожденія въ значительной части костнымъ. Телеологически нельзя объяснить этого явленія. Оно объясняется только ученіемъ о происхожденіи видовъ. Конечно, вовсе не слѣдуетъ предполагать, что обязательно нужно пройти хрящевую стадію для того, чтобы изъ хряща образовалась кость. Этого на дѣлѣ нѣтъ. Костная ткань не образуется изъ хрящевой. Хрящъ совершенно всасывается, и изъ хрящевой оболочки выростаетъ костная ткань и выполняетъ то мѣсто, которое было занято хрящемъ. Къ этому слѣдуетъ еще прибавить, что старшая изъ тканей, хрящъ, въ то же время и самая богатая натріемъ.

Всѣ эти факты находятъ себѣ непринужденное объясненіе только въ предположеніи, что позвоночныя животныя

материка происходятъ изъ моря и все еще стараются постепенно приспособиться къ окружающей природѣ, бѣдной поваренной солью. Этотъ процессъ приспособленія мы искусственно задерживаемъ тѣмъ, что прибѣгаемъ къ остаткамъ, отложеннымъ первоначальною нашею стихіею, солянымъ потопомъ, на материкѣ, — къ залежамъ поваренной соли.

ЛЕКЦІЯ VIII-ая.

Приправы.

Кромѣ пищевыхъ веществъ всякій человѣкъ и каждое животное воспринимаетъ еще другія вещества, которыя не служатъ ни источникомъ силы, ни средствомъ для замѣщенія потерянныхъ частей тѣла. Мы воспринимаемъ ихъ только вслѣдствіе того пріятнаго дѣйствія, какое они производятъ на вкусовые и обонятельные нервы, равно какъ и на другія части нервной системы. Эти вещества называются пряностями и приправами. Они намъ такъ-же необходимы, какъ и пищевыя вещества.

Слѣдуетъ обратить особое вниманіе на то, что *важнѣйшія наши органическія пищевыя вещества абсолютно безъ запаха и вкуса.* Запахъ обнаруживаютъ только летучія вещества, вкусъ — только то, что растворяется въ водѣ. Наши органическія пищевыя вещества не обладаютъ ни однимъ изъ этихъ свойствъ. Они вовсе не летучи и почти всѣ нерастворимы въ водѣ. Жиры, какъ извѣстно, вовсе не смѣшиваются съ водой, а бѣлки только разбухаютъ, но не переходятъ въ растворъ. Изъ углеводовъ растворимы только виды сахара; вкусъ ихъ сладкій. Значитъ, если мы пробуемъ пищу вообще, то вкусъ ея кажется намъ сладкимъ, пріятнымъ. Но такъ какъ большинство пищевыхъ веществъ остается безъ вліянія на наши чувства, то органы вкуса и обонянія такъ устроены, что летучія и растворимыя вещества, встрѣчающіяся въ природѣ въ соединеніи съ пищевыми веществами, производятъ при своемъ дѣйствіи на концевые нервные аппараты пріятныя ощущенія.

Эти ощущенія не только побуждаютъ насъ принимать пищу, но они вмѣстѣ съ тѣмъ ускоряютъ пищевареніе. Изъ ежедневнаго опыта мы знаемъ, что одно только воображеніе

пріятныхъ на вкусъ и запахъ кушаній увеличиваетъ отдѣленіе слюны. Что и отдѣленіе желудочнаго сока отъ этого увеличивается, можно наблюдать на собакахъ съ желудочными фистулами. Достаточно показать имъ издали кусокъ мяса, чтобы вызвать у нихъ увеличеніе отдѣленія желудочнаго сока. Это заставляетъ насъ предполагать, что и дѣятельность всѣхъ другихъ железъ пищеварительнаго канала рефлекторно возбуждается отъ пріятныхъ вкусовыхъ и обонятельныхъ ощущеній, и что всѣ вообще проявленія движеній, играющія извѣстную роль при всасываніи и пищевареніи, отъ этого усиливаются. Пріятное чувственное возбужденіе ободряетъ духъ и уже этимъ косвенно благотворно вліяетъ на органы тѣла. Наоборотъ, считается общеизвѣстнымъ фактомъ, что непріятныя вкусовыя и обонятельныя ощущенія вызываютъ нарушеніе пищеваренія, за которымъ можетъ послѣдовать рвота.

Такимъ образомъ необходимость потребленія пряностей и приправъ не подлежитъ ни малѣйшему сомнѣнію. Восприниманіе пищевыхъ веществъ, неимѣющихъ ни запаха, ни вкуса, сдѣлалось бы для насъ очень скоро невозможнымъ при всемъ нашемъ добромъ желаніи.

Но человѣкъ не довольствуется, какъ животное, тѣмъ, чтобы потреблять приправы лишь въ томъ количествѣ, въ какомъ онѣ находятся въ природѣ въ соединеніи съ пищевыми веществами; онъ отдѣляетъ ихъ искусственно отъ пищевыхъ веществъ и употребляетъ ихъ отдѣльно, или-же вмѣстѣ съ относительно небольшимъ количествомъ пищевыхъ веществъ. Отсюда является для человѣка опасность вслѣдствіе невоздержанности. Этимъ устраняется регуляторъ, ставящій у животнаго — вслѣдствіе наступающаго чувства насыщенія — предѣлъ дальнѣйшему восприниманію приправъ и пряностей. Пока дѣло касается лишь такихъ приправъ, которыя вліяютъ только на чувства вкуса и обонянія, опасность отъ невоздержанности незначительна. Ибо чѣмъ интенсивнѣе ощущеніе обонянія и вкуса, тѣмъ легче наши нервы притупляются; они дѣлаются намъ опостылыми. Но человѣкъ изолируетъ и тѣ приправы, которыя заманчивы своимъ дѣйствіемъ не только на чувства, но и на функціи мозга, — именно наркотическія вещества. Онъ умѣетъ ихъ находить даже тогда, когда они не проявляютъ этихъ свойствъ ни запахомъ, ни вкусомъ и находятся только въ такихъ ра-

стеніяхъ, или ихъ частяхъ, которыя, какъ пища, не имѣютъ для насъ рѣшительно никакого значенія, напр. опій, чай, кофе, гашишъ и т. п. Да, если природа и не даетъ ему прямо готоваго яда, онъ добываетъ этотъ ядъ искусственно изъ безвредныхъ веществъ и даже изъ пищевыхъ, какъ напр., алкоголь изъ сахара. Сознательная воля вторгается въ гармонію безсознательныхъ побужденій и дѣлается источникомъ безпредѣльныхъ бѣдствій.

До тѣхъ поръ, пока намъ останутся неизвѣстными соотвѣтственные химическіе процессы, совершающіеся при дѣйствіи приправъ на нервную систему, разсматриваніе этихъ послѣднихъ не можетъ входить въ область физіолог. химіи, а только частной нервной физіологіи и токсикологіи. Лишь на нѣкоторыя изъ нихъ я пообстоятельнѣе обращу вниманіе, потому что ихъ все еще часто считаютъ пищевыми веществами. Сюда принадлежатъ прежде всего спиртные напитки.

Мы знаемъ, что **алкоголь** большею частью сгораетъ въ нашемъ тѣлѣ. Только небольшая часть его выдѣляется въ неизмѣненномъ видѣ черезъ почки и легкія [1]). Значитъ, алкоголь несомнѣнно служитъ источникомъ живой силы въ нашемъ тѣлѣ, но изъ этого вовсе не слѣдуетъ еще, чтобы онъ былъ въ то же время и питательнымъ веществомъ. Чтобы доказать послѣднее, необходимо было-бы доставить прежде всего доказательство, что освобождающаяся при его сгораніи живая сила потребляется на совершеніе какого-нибудь нормальнаго отправленія. То, что химическія силы напряженія превращаются въ живую силу, еще не достаточно. Превращеніе это должно совершаться своевременно и своемѣстно, въ точно опредѣленныхъ тканевыхъ элементахъ. Эти тканевые элементы вовсе не такъ устроены, чтобы ихъ можно было кормить какимъ угодно горючимъ матеріаломъ. Мы не знаемъ, можетъ-ли алкоголь служить источникомъ силы напр. для мышцъ или нервовъ при совершеніи ихъ отправленій.

---

1) В. Субботинъ, Zeitschr. f. Biol. Bd. 7. S. 361. 1871. Dupré' Proceedings of royal Soc. VI. 20. p. 268. 1872 и The Practitioner VI. 9. p. 28. 1872. Anstie, Practitioner VI. 13. p. 15. 1874. Aug. Schmidt, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1875. Nr. 23. H. Heubach, Ueber die Ausscheidung des Weingeistes durch den Harn Fiebernder. Diss. Bonn 1875. C. Binz, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm. Bd. 6. Hft. 5–6. 1877. H. Heubach, Quantitative Bestimmung des Alkohols im Harn. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm. Bd. 8. S. 446. 1878. G. Bodländer, Pflüger's Archiv. Bd. 32. S. 398. 1883.

Мнѣ возразятъ, что развивающаяся отъ сгоранія алкоголя живая сила должна во всякомъ случаѣ, какъ теплота, остаться полезною для нашего тѣла, если-бы даже ни одинъ органъ не потреблялъ этой силы для совершенія своихъ отправленій; вслѣдствіе сгоранія алкоголя должны сберегаться другія пищевыя вещества.

Но и съ этимъ нельзя согласиться, потому что если алкоголь съ одной стороны увеличиваетъ источники теплоты, то съ другой стороны онъ увеличиваетъ и отдачу теплоты. Вслѣдствіе парализующаго дѣйствія алкоголя на центры сосудистыхъ нервовъ, сосуды расширяются, главнымъ образомъ кожные сосуды, что влечетъ за собою увеличеніе потери теплоты. Въ общемъ результатѣ получается окончательное пониженіе температуры тѣла, что въ самомъ дѣлѣ и доказано

Вообще алкоголь имѣетъ только парализующія свойства. Всѣ явленія, которыя при поверхностномъ наблюденіи приписываются возбуждающему дѣйствію алкоголя, въ сущности могутъ быть сведены на явленія паралича [1]).

Несвѣдущіе люди утверждаютъ, будто алкоголь согрѣваетъ въ холодную погоду. Это ощущеніе тепла происходитъ, во первыхъ, оттого, что — какъ уже упомянуто, — вслѣдствіе паралича сосудистыхъ нервныхъ центровъ усиливается притокъ крови къ поверхности тѣла; во вторыхъ, можетъ быть, оттого, что центральные органы, передающіе ощущеніе холода, парализуются, притупляются.

Кажущееся возбуждающее дѣйствіе, которое алкоголь оказываетъ на психическое состояніе, есть также только проявленіе паралича. Именно при начинающемся параличѣ изъ отправленій мозга прежде всего ослабляется ясное сужденіе — критика. Вслѣдствіе этого получаетъ перевѣсъ веселое расположеніе духа, освобожденное отъ оковъ критики. Человѣкъ дѣлается чистосердечнымъ, сообщительнымъ; онъ дѣлается беззаботнымъ и смѣлымъ. Онъ именно не можетъ уже ясно видѣть опасностей. Но прежде всего парализующее дѣйствіе алкоголя проявляется въ томъ, что онъ заглушаетъ всякаго рода непріятность, всякое болѣзненое ощущеніе, преимущественно-же самыя сильныя боли, психическія сотрясенія, печаль, заботы. Это и служитъ причиною веселаго

1) Кратко и ясно это изложено у Schmiedeberg'a въ его „Grundriss der Arzeneimittellehre. Leipzig. Vogel. 1883. S. 38—41.

настроенія духа пьющей компаніи. Никогда однако человѣкъ не дѣлается умнѣе подъ вліяніемъ спиртныхъ напитковъ. Это предубѣжденіе основано на самообманѣ; оно служитъ также только симптомомъ упомянутаго уже проявленія паралича: по мѣрѣ того, какъ самосознаніе падаетъ, увеличивается самодовольство. Явленіями паралича слѣдуетъ также считать оживленныя жестикуляціи и безполезныя и нецѣлесообразныя напряженія силъ опьянѣвшихъ. Устранена преграда, которая даетъ толчокъ трезвому къ воздержанію отъ всякихъ неумѣстныхъ движеній и къ сбереганію собственныхъ силъ. Въ связи съ этимъ находится учащенный пульсъ, который обыкновенно считается доказательствомъ «возбуждающаго» и «оживляющаго» дѣйствія алкоголя; учащенный пульсъ «вовсе не зависитъ отъ дѣйствія алкоголя, а вызывается тою ситуаціею, въ которой обыкновенно воспринимаются спиртные напитки. Онъ является слѣдствіемъ оживленныхъ тѣлодвиженій и, какъ показали произведенныя до сихъ поръ изслѣдованія, исчезаетъ при полномъ покоѣ тѣла [1]).»

Явленіемъ паралича служитъ далѣе притупленіе чувства усталости, ошибочно принимаемое за возбужденіе. Укоренилось мнѣніе, будто алкоголь подкрѣпляетъ уставшаго и побуждаетъ его къ новой работѣ, къ новому напряженію силъ. Чувство усталости составляетъ, такъ сказать, предохранительный клапанъ въ нашей машинѣ. Того, кто заглушаетъ въ себѣ чувство усталости, можно сравнить съ тѣмъ, кто насильно закрываетъ клапанъ для того, чтобы онъ могъ болѣе топить машину.

Заблужденіе, будто алкоголь подкрѣпляетъ уставшаго, является особенно роковымъ какъ разъ для самаго многочисленнаго класса населенія. Бѣдныхъ людей, заработокъ которыхъ и безъ того недостаточенъ для того, чтобы жить по-человѣчески, это заблужденіе доводитъ до того, что они тратятъ значительную часть своихъ доходовъ на спиртные напитки, вмѣсто обильной и здоровой пищи, которая одна только можетъ укрѣпить ихъ въ ихъ тяжелой работѣ.

Что предубѣжденіе объ «укрѣпляющемъ» дѣйствіи алкоголя неустранимо, объясняется опытомъ обыденной жизни привычныхъ пьяницъ. Кто привыкъ правильно потреблять

1) Schmiedeberg, l. c. S. 40. Zimmerberg. Unters. über den Einfluss des Alkohols auf die Thätigkeit des Herzens. Diss. Dorpat. 1869.

алкоголь, тотъ подъ вліяніемъ его въ самомъ дѣлѣ становится болѣе способнымъ къ работѣ, чѣмъ при внезапномъ устраненіи спиртныхъ напитковъ. Фактъ этотъ пока не поддается объясненію, но онъ вполнѣ аналогиченъ дѣйствію другихъ возбуждающихъ средствъ на привыкшихъ къ нимъ. Морфіофагъ не въ состояніи ни работать, ни ѣсть, ни пить, если у него отнять морфій; морфій его «подкрѣпляетъ.» Но, кто не привыкъ ни къ какому наркотическому средству, никакъ не сдѣлается способнѣе къ работѣ отъ употребленія такого средства.

Полнѣйшую безполезность, даже вредность самыхъ умѣренныхъ пріемовъ алкоголя обнаруживаютъ лучше всѣхъ научныхъ выводовъ и опытовъ міріады опытовъ en masse, сдѣланныхъ при продовольствованіи войскъ и доказавшихъ, что *солдаты, какъ въ военное, такъ и въ мирное время, въ жаръ, холодъ и дождь лучше переносятъ всѣ тягости самыхъ утомительныхъ походовъ, если имъ вовсе не давать спиртныхъ напитковъ*[1]). Къ тому-же результату пришли и во флотѣ, равно какъ и на купеческихъ судахъ, изъ коихъ тысячи въ Англіи и Америкѣ отправляются въ море, не взявъ съ собою капли спиртныхъ напитковъ. Большинство китолововъ принадлежитъ къ т. н. „Abstainers“ въ полномъ смыслѣ слова.

Что и умственныя усилія всякаго рода лучше переносятся, если вовсе не потреблять никакихъ спиртныхъ напитковъ, — съ этимъ согласится всякій, кто продѣлалъ этотъ опытъ на самомъ себѣ. Такимъ образомъ, алкоголь никого не подкрѣпляетъ; онъ лишь притупляетъ чувство усталости.

Къ мучительнымъ чувствамъ, которыя заглушаются алкоголемъ, принадлежитъ также чувство скуки. Но скука, равно какъ и чувство усталости, составляетъ въ нашемъ организмѣ одно изъ устройствъ къ саморегулированію. Подобно тому, какъ чувство усталости принуждаетъ къ покою, мучительная скука заставляетъ человѣка взяться за работу, безъ которой мышцы и нервы атрофируются, и невозможно оставляться здоровымъ. Интересно наблюдать, къ какимъ сомнительнымъ средствамъ прибѣгаютъ лѣнивые люди для

1) См. A. Baer. Der Alkoholismus Berlin 1878. S. 103—108. Тамъ-же подробно указаны источники.

того, чтобы безъ всякихъ усилій и напряженій ускользнуть отъ демона скуки. Неутомимо гонитъ онъ ихъ съ одного мѣста на другое, отъ одного развлеченія къ другому; но все это напрасно. Многіе наконецъ увидѣли-бы, что необходимо напрягать кое-какъ свой мозгъ и свои мышцы лишьбы только опять добиться удовлетворенія, какое даетъ покой, и выполнить собственную пустоту, если-бъ у нихъ не было алкоголя. Алкоголь избавляетъ ихъ легко и спокойно отъ этого демона. Пьющіе никогда не сознаютъ ихъ собственной пустоты. У нихъ нѣтъ никакихъ интересовъ, никакихъ идеаловъ. У нихъ вѣдь есть отрада, наслажденіе наркозомъ. Нѣтъ ничего гибельнѣе для развитія человѣка, ничто не подкапываетъ и не разрушаетъ въ равной мѣрѣ всего лучшаго, что онъ имѣетъ; ничто такъ вѣрно не убиваетъ всякій остатокъ энергіи, какъ продолжительное заглушеніе скуки алкоголемъ.

Въ этомъ отношеніи нужно обратить вниманіе на то, что изъ всѣхъ спиртныхъ напитковъ пиво самый вредный, потому что ни однимъ изъ нихъ нельзя такъ злоупотреблять при заглушеніи скуки, какъ именно пивомъ. Обыкновенно возмущаются, если человѣкъ «подъ вліяніемъ водки» становится воромъ или убійцей, а между тѣмъ остаются совершенно равнодушны къ тому, что цѣлыя тысячи глупѣютъ и дѣлаются извергами общества вслѣдствіе потребленія пива. Уже по одному тому пиво гораздо опаснѣе водки, что оно гораздо соблазнительнѣе. Пить водку всюду считается позоромъ. Но неумѣреннымъ потребленіемъ пива хвастаетъ цвѣтъ нашего народа. Какъ часто однако человѣкъ оттого лишь предается водкѣ, что онъ прежде пилъ много пива. Principiis obsta!

Защитники пива приводятъ въ пользу его то, что оно служитъ въ то-же время питательнымъ веществомъ. Въ самомъ дѣлѣ, въ пивѣ содержится довольно значительное количество углеводовъ: декстрина и сахара. Но именно въ углеводахъ пища большей части людей не терпитъ недостатка; наоборотъ, она ими изобилуетъ. Нѣтъ, слѣдовательно, никакого основанія прибавлять къ пищѣ еще углеводы въ такомъ дорогомъ видѣ.

Въ пользу потребленія спиртныхъ напитковъ приводится еще и то обстоятельство, что они «замедляютъ обмѣнъ веществъ.» Незначительное уменьшеніе выдѣ-

ленія азота и вмѣстѣ съ тѣмъ распаденія бѣлка дѣйствительно наблюдалось послѣ введенія умѣренныхъ количествъ алкоголя [1]). Однако непонятно, какъ, основываясь на этомъ, желаютъ рекомендовать потребленіе спиртныхъ напитковъ. Къ чему-же «замедлять обмѣнъ веществъ?!» Развѣ не обмѣнъ веществъ, не распадъ органическихъ соединеній служитъ источникомъ силы въ нашемъ тѣлѣ? Интенсивность этого обмѣна веществъ, этого превращенія силы напряженія въ живую силу, постоянно регулируется сложнымъ нервнымъ аппаратомъ, который дѣйствуетъ то тормозящимъ, то возбуждающимъ образомъ, смотря по потребностямъ отдѣльныхъ органовъ. Дѣйствовать разрушающими ядами на этотъ саморегулирующій нервный механизмъ тѣмъ болѣе безумно, что мы о его дѣятельности еще почти ничего не знаемъ. Какъ намъ судить о томъ, совершается-ли обмѣнъ слишкомъ быстро или слишкомъ медленно!?

Во всякомъ случаѣ въ большихъ пріемахъ алкоголь не уменьшаетъ, а, наоборотъ, увеличиваетъ выдѣленіе азота [2]). Въ этомъ отношеніи алкоголь, кажется, дѣйствуетъ подобно сильнымъ ядамъ, а именно — фосфору и мышьяку, которые влекутъ за собою увеличеніе выдѣленія азота при одновременномъ уменьшеніи поступленія кислорода и выдѣленія уголекислоты и такимъ образомъ ведутъ къ ожирѣнію органовъ. Кажется, что подъ вліяніемъ этихъ ядовъ изъ бѣлка образуется жиръ. Отъ бѣлковаго молекула отщепляется азотъ съ небольшею частью углерода, а безъазотистый остатокъ отлагается въ тканяхъ въ видѣ жира. Этотъ процессъ будетъ нами впослѣдствіи разсмотрѣнъ подробнѣе (см. лек. 20). Можетъ быть, подобному-же дѣйствію слѣдуетъ приписать ожирѣніе органовъ у пьяницъ. Къ сожалѣнію, произведенные до сихъ поръ изслѣдованія относительно вліянія алкоголя на поступленіе кислорода и выдѣленіе углекислоты не дали еще удовлетворительныхъ и вѣрныхъ результатовъ [3]).

1) A. P. Fokker, Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde 1871, p. 125. Imm. Munk, Verh. d. physiol. Gesellsch. zu Berlin, 3. Jan. 1879. L. Riess, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 2. S. 1. 1880. Другіе авторы, между которыми Parkes (Proceedings of the royal Soc. VI. 20. p. 402. 1872) сдѣлалъ наиболѣе точные и надежные опыты, не нашли никакого дѣйствія алкоголя на выдѣленіе азота.

2) Imm. Munk, l. c.

3) Цитированные уже опыты Boeck'a и Bauer'a (Zeitschr. f. Biol. Bd. 10, S. 361. 1874) не позволяютъ дѣлать вѣрный выводъ, потому что время

Весьма распространено предубѣжденіе, будто спиртные напитки улучшаютъ пищевареніе. Въ дѣйствительности-же мы видимъ какъ разъ противоположное. Каждый можетъ легко наблюдать на самомъ себѣ, что время, протекающее отъ обѣда до новаго ощущенія голода, не одинаково продолжительно, смотря по тому, потреблялись-ли во время обѣда спиртные напитки или нѣтъ; при одинаковой пищѣ это время значительно продолжительнѣе, если при этомъ потреблялось вино или пиво. Тормозящее дѣйствіе спиртныхъ напитковъ — даже умѣренныхъ количествъ пива или вина — на пищевареніе доказано, между прочимъ, на одной больной, страдавшей желудочной фистулой [1]), на многихъ другихъ лицахъ при помощи желудочнаго насоса [2]) и многочисленными другими опытами [3]).

Отъ потребленія спиртныхъ напитковъ измѣняется совершенно вкусъ. Аппетитъ пьяницы направленъ почти исключительно на мясную пищу. Слѣдствіемъ этого является ломота, страданія почекъ, нарушеніе кровообращенія, геморрой и т. д. Пища, доставляющая большое удовольствіе здоровому человѣку съ неиспорченнымъ вкусомъ, а именно: богатые сахаромъ плоды и вообще всѣ сладкія блюда, противна пьяницѣ. У человѣка, совершенно отказавшагося отъ алкоголя, вновь появляется аппетитъ ребенка.

До сихъ поръ я имѣлъ въ виду преимущественно дѣйствіе алкоголя при т. н. умѣренномъ его потребленіи. Описывать послѣдствія неумѣреннаго потребленія алкоголя — здѣсь не мѣсто. [4]) Извѣстно вѣдь, что злоупотребленіе спиртными напитками влечетъ за собою цѣлый сонмъ бо-

---

продолженія опытовъ было слишкомъ короткое. Это тѣмъ болѣе относится и къ работѣ Wolfers'a (Arch. f. d. ges, Physiol. Bd. 32, S. 222, 1883). Н. Симановскій и С. Шумовъ (Pflüger's Arch. Bd. 33, S. 251, 1884) доказали, что вслѣдствіе потребленія алкоголя уменьшается окисленіе бензола въ фенолъ въ организмѣ.

1) F. Kretschy, Deutsches Archiv für klinische Medicin Bd. XVIII. S. 527. 1876.

2) Wilh. Buchner, ibid. Bd. 29. S. 537. 1881.

3) Emil Schütz, Prager med. Wochenschr. 1885. Nr. 20. Bikfalvi, Maly's Jahresbericht f. Thierchemie. 1885. S. 273. Massanori Ogata, Arch. f. Hygiene Bd. 3. S. 204. 1885. Кликовичъ, Virchow's Arch. Bd. 102. S. 360. 1885.

4) См. по этому вопросу обширную поучительную работу A. Baer'a: „Der Alkoholismus, seine Verbreitung und seine Wirkung auf den individuellen und socialen Organismus, sowie die Mittel ihn zu bekämpfen.“ Berlin 1878. См. далѣе издающіеся въ Лондонѣ журналы: „The Medical Temperance Journal“, „The Temperance Record.“ Срав. также G. Bunge, „Die Alkoholfrage.“ Leipzig. Vogel. 1887.

лѣзней, что его губительное дѣйствіе не щадитъ ни одного органа нашего тѣла. Извѣстно также, что 70—80% преступленій, 80—90% всѣхъ обѣднѣній и 10—40% самоубійствъ въ большей части цивилизованныхъ странъ приписываются потребленію алкоголя. Если принять во вниманіе, что пьянство еще никогда не было излѣчено намѣреніемъ умѣренно потреблять спиртные напитки, а только уклоненіемъ отъ перваго стакана; если принять далѣе во вниманіе, какое громадное значеніе играетъ здѣсь примѣръ, то каждый добросовѣстный человѣкъ долженъ чувствовать себя обязаннымъ ратовать за совершенное устраненіе всѣхъ спиртныхъ напитковъ и дѣйствовать прежде всего собственнымъ своимъ примѣромъ [1]).

Отъ вопроса о дѣйствіи алкоголя какъ напитка, слѣдуетъ строго отличить вопросъ о его значеніи какъ врачебнаго средства. Отъ алкоголя, какъ отъ врачебнаго средства, пока еще по мнѣнію многихъ врачей нельзя отказаться. Именно, его угнетающія свойства дѣлаютъ его столь цѣннымъ средствомъ. Онъ служитъ нѣжнымъ анэстезирующимъ средствомъ и дѣйствуетъ поэтому смягчающимъ образомъ, понижая болѣзненно увеличенную рефлекторную возбудимость («нервность»). Алкоголь примѣняется далѣе какъ жаропонижающее средство, но до сихъ поръ мы не имѣемъ доказательствъ благопріятныхъ исходовъ. Мы не должны забывать, что повышенная температура, да и вся масса симптомовъ, которую обозначаютъ словомъ «лихорадка», составляетъ, можетъ быть, лишь только противодѣйствіе организма противъ проникшихъ извнѣ возбудителей болѣзни. Мы не можемъ знать, не вредимъли мы паціенту, лишая его этого средства самозащиты. Какимъ образомъ спиртные напитки усиливаютъ ослабѣвшую дѣятельность сердца при угрожающемъ коллапсѣ, пока еще нельзя объяснить. По всей вѣроятности мы и здѣсь имѣемъ дѣло съ парализующимъ дѣйствіемъ [2]).

---

1) Исторія борьбы противъ алкоголя учитъ, что общества умѣренности ничего не достигли, между тѣмъ какъ тѣ общества, которыя придерживаются принципа совершеннаго воздержанія, достигли блестящихъ результатовъ. Эти общества достигли въ 4-хъ штатахъ Сѣверной Америки: Майнъ, Іова, Канзасъ и Георгія — того, что тамъ окончательно воспрещено продуцировать и продавать спиртные напитки. Въ остальныхъ штатахъ громадная партія требуетъ того-же.

2) См. Schmiedeberg, l. c. p. 41.

Само собою понятно всякому здравомыслящему человѣку, что спиртные напитки можно рекомендовать лишь противъ острыхъ болѣзней для облегченія временнаго страданія, но никогда противъ хроническихъ болѣзней на томъ-же основаніи, на какомъ нельзя давать морфій и хлоралъ-гидратъ при хроническихъ страданіяхъ, развѣ если желаемъ облегчить кончину (Euthanasia). Многіе врачи страшно злоупотребляютъ прописываніемъ спиртныхъ напитковъ, и врядъ-ли найдется пьяница, который, оправдывая свой порокъ, не ссылался-бы на авторитетъ врачей.

Весьма желательно, чтобы алкоголь даже въ тѣхъ случаяхъ, когда его потребленіе оправдывается врачебнымъ примѣненіемъ, замѣнялся другими средствами, потому что до тѣхъ поръ, пока будутъ продолжать примѣнять его какъ врачебное средство, врядъ-ли удастся искоренить у суевѣрной толпы вѣру въ его «укрѣпляющее,» оживляющее» и «возбуждающее» дѣйствіе. Будемъ надѣяться, что устроенныя въ Англіи и Америкѣ больницы, въ которыхъ принципіально совершенно устранено леченіе алкоголемъ, мало по малу поведутъ, благодаря богатому статистическому матеріалу, къ рѣшенію вопроса объ излишности алкоголя какъ врачебнаго средства.

Гораздо болѣе безвредными напитками, чѣмъ спиритные, являются **чай** и **кофе.** Они дѣйствуютъ не парализующимъ, а возбуждающимъ образомъ при всякаго рода умственномъ и физическомъ напряженіи. Неумѣренное ихъ потребленіе не влечетъ за собою почти никакой опасности. Отдѣльныя лица могутъ, правда, по временамъ замѣчать на себѣ вредныя послѣдствія неумѣреннаго потребленія кофе и чая. Кромѣ того продолжительное злоупотребленіе этими напитками можетъ иной разъ повести къ заболѣванію. Но въ случаяхъ такого рода больнымъ всегда легко отказаться совершенно отъ потребленія этихъ напитковъ. Врачъ знаетъ изъ опыта, что запрещеніе потребленія чая и кофе обыкновенно исполняется, запрещеніе-же потребленія алкоголя почти безъ исключенія никогда не соблюдается. Человѣкъ никогда не дѣлается рабомъ чая и кофе, и отъ употребленія этихъ напитковъ никто еще никогда не дошелъ до состоянія невмѣняемости и не совершилъ преступленія.

Чай и кофе содержатъ въ себѣ, какъ извѣстно, одну общую дѣйствующую составную часть — коффеинъ или

теинъ, стоящую близко къ ксантину, обильному азотомъ, удобокристаллизуемому соединенію, входящему въ незначительномъ количествѣ въ составъ постоянныхъ составныхъ частей всѣхъ тканей нашего тѣла. О ксантинѣ мы скажемъ подробнѣе въ химіи мочи (см. лек. 16). Коффеинъ представляетъ собою триметилксантинъ (трижды метилированный ксантинъ) и можетъ быть добытъ изъ послѣдняго искусственно[1]).

Весьма замѣчательно, что различные народы всѣхъ частей свѣта открыли совершенно независимо другъ отъ друга коффеинъ въ самыхъ различныхъ растеніяхъ и ихъ частяхъ. Арабы нашли его въ зернахъ кофе, китайцы въ чаѣ, туземцы центральной Африки въ орѣхахъ Cola (Cola acuminata), жители южной Африки въ Бушменскомъ чаѣ, въ листьяхъ одного изъ видовъ Cyclopia, туземцы южной Америки въ Парагвайскомъ чаѣ (Ilex paraguayensis) и въ сѣменахъ Paullinia sorbilis, бразильскаго вьющагося растенія, индійцы сѣверной Америки въ апалахенскомъ чаѣ, представляющемъ собою листья многихъ видовъ Ilex! Это явленіе тѣмъ болѣе поразительно, что о присутствіи коффеина нельзя судить ни по запаху, ни по вкусу. Да кромѣ того это вождѣленное и вездѣ потребляемое вещество стоитъ въ столь близкой связи къ одной изъ составныхъ частей нашихъ тканей. Считать-ли это простой случайностью? Или-же мы должны предполагать, что молекулъ коффеина, благодаря сходству своего строенія, способенъ проникать въ тѣ же тканевые элементы, въ которыхъ встрѣчается ксантинъ, и играть тамъ подобную-же, хотя и, вслѣдствіе его болѣе сложнаго строенія, видоизмѣненную роль и производить такимъ образомъ возбуждающее дѣйствіе?

Коффеинъ большею частью разрушается въ тканяхъ нашего тѣла. Произведенныя въ лабораторіи Dragendorff'a въ Дерптѣ изслѣдованія показали[2]), что количество коффеина,

1) Emil Fischer, Liebig's Annalen. Bd. 215. S. 253. 1882.

2) Rich. Schneider, Ueber das Schicksal des Caffeïns und Theobromins im Thierkörper, nebst Untersuchungen über den Nachweis des Morphins im Harn. Diss. Dorpat 1884. Schutzkwer. (Das Caffeïn und sein Verhalten im Thierkörper. Diss. Königsberg. 1883) нашелъ, что изъ 0,2 grm. коффеина, который онъ впрыснулъ собакѣ подъ кожу, появилось въ мочѣ только 0,012. Maly и Andreasch (Studien über Caffeïn und Theobromin. V. Abhandlung. Monatshefte der Chemie. 1883. Maiheft) нашли, что изъ 0,1 grm, введеннаго маленькой собакѣ въ желудокъ, появилось въ мочѣ 0,066 grm.

принимаемое при обыкновенномъ потребленіи кофе и чая, не переходитъ въ мочу (чашка кофе содержитъ приблиз. 0,1 grm. коффеина; столько-же его содержится въ 2—10 grm. высушенныхъ чайныхъ листьевъ). Лишь послѣ введенія 0,5 grm. коффеина послѣдній можно доказать въ мочѣ.

На распаденіе бѣлковъ въ нашемъ тѣлѣ коффеинъ не производитъ никакого вліянія. Тщательными опытами Voit'a[1]) доказано, что коффеинъ не увеличиваетъ и не уменьшаетъ выдѣленія азота.

Здѣсь не мѣсто говорить о всѣхъ изслѣдованіяхъ относительно дѣйствія коффеина. Объ этомъ подробно говорится въ учебникахъ фармакологіи. Коффеинъ не единственная дѣйствующая составная часть кофе и чая. Кромѣ него въ чаѣ содержатся эфирныя масла, а въ кофе извѣстныя вещества ароматическаго запаха, образующіяся при поджариваніи зеренъ. Этимъ объясняются различія въ дѣйствіи обоихъ напитковъ.

Близко стоящую въ химическомъ отношеніи къ коффеину и одинаково дѣйствующую составную часть содержатъ **зерна какао** — это теоброминъ, или двуметилксантинъ. Въ сѣменахъ Paulinia sorbilis, служащихъ для приготовленія любимой въ южной Америкѣ гварановой пасты, содержится какъ теоброминъ, такъ и коффеинъ. Въ новѣйшее время Filehne[2]) изучилъ дѣйствіе теобромина на мышцы и центральную нервную систему и сравнилъ это дѣйствіе съ дѣйствіемъ ксантина и коффеина. Онъ приходитъ къ достойному вниманія результату, „что химическому ряду: коффеинъ (триметилксантинъ), теоброминъ (двуметилксантинъ), ксантинъ — соотвѣтствуетъ также фармакологическій рядъ дѣйствій". Соединеніе, соотвѣтствующее одному метилксантину, до сихъ поръ еще неизвѣстно.

Зерна какао служатъ не только вкусовымъ но вмѣстѣ съ тѣмъ и цѣннымъ пищевымъ веществомъ: они состоятъ на половину своего вѣса изъ жировъ и содержатъ еще кромѣ того около 12% бѣлка. Шоколадъ долженъ-бы найти себѣ примѣненіе при продовольствованіи войскъ въ военное время. Едва-ли возможно

1) C. Voit, Unt. über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. München 1860. S. 67—147.

2) Wilhelm Filehne. Du Bois. Arch. 1866. S. 72. Тамъ же указана прежняя литература по этому вопросу. См. также Kobert. Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmakol. Bd. XV. S. 22. 1882.

возить съ собою въ какой-либо другой формѣ столько питательныхъ веществъ при одинаково ничтожномъ вѣсѣ и объемѣ.

Самыми безвредными между всѣми приправами и средствами потребленія слѣдуетъ во всякомъ случаѣ считать **говяжій бульонъ** или **мясной экстрактъ.** Послѣдній представляетъ собою ничто иное, какъ сгущенный мясной бульонъ. Наркотическое дѣйствіе экстрактивныхъ веществъ мяса не могло до сихъ поръ быть доказано. Кажется, что они дѣйствуютъ только на вкусовые и обонятельные нервы. Это благотворное дѣйствіе никогда не можетъ быть преувеличено. Не слѣдуетъ только приписывать бульону какихъ-нибудь «питательныхъ», «укрѣпляющихъ» свойствъ. Въ этомъ отношеніи господствуетъ замѣчательная запутанность понятій не только въ публикѣ, но и между врачами. Поэтому я позволю себѣ поговорить объ этомъ предметѣ нѣсколько подробнѣе.

До послѣдняго времени было сильно распространено мнѣніе, будто-бы бульонъ содержитъ драгоцѣннѣйшія питательныя вещества мяса. Поэтому и называли мясной бульонъ «укрѣпляющимъ бульономъ.» Съ этимъ связано и мистическое представленіе, будто весьма незначительное количество вещества (количество мяснаго экстракта на кончикѣ ножа достаточно для приготовленія тарелки бульона) можетъ служить обильнымъ источникомъ силы, будто экстрактивныя вещества мяса могутъ также служить «концентрированной силой.»

Поставимъ вопросъ такъ: какія вещества придаютъ бульону питательныя свойства? Единственное питательное вещество, отдаваемое мясомъ кипящей водѣ, есть клей. Бѣлокъ, какъ извѣстно, свертывается при кипяченіи, гликогенъ расщепляется въ несовсѣмъ свѣжемъ мясѣ въ сахаръ, а изъ послѣдняго отщепляется молочная кислота. Но и количество клея весьма незначительно. Это явствуетъ уже изъ того, что водный растворъ, содержащій только 1% клея, свертывается при охлажденіи. Такое-же свертываніе можно, правда, иной разъ наблюдать въ соусѣ, но не въ бульонѣ. Бульонъ, слѣдовательно, содержитъ гораздо менѣе 1% клея. При добываніи мяснаго экстракта избѣгаютъ по возможности перехода большихъ количествъ клея въ растворъ, потому что клей, какъ вещество въ высшей степени способствующее гніенію,

могло-бы повліять на непрочность препарата. Остальныя составныя части бульона представляютъ собою продукты разложенія пищевыхъ веществъ, продукты расщепленія и окисленія въ животномъ тѣлѣ. На нихъ нельзя смотрѣть какъ на питательныя вещества, потому что они или вовсе не могутъ производить живой силы, или производятъ ее въ столь незначительныхъ количествахъ, что она даже не можетъ идти въ разсчетъ.

Тѣмъ не менѣе до послѣдняго времени утверждали, что креатинъ и креатининъ [1]), принадлежащіе къ главнымъ составнымъ частямъ мяснаго экстракта, будто-бы представляютъ собою «рабочій матеріалъ мышцы.» Это мнѣніе считается теперь опровергнутымъ, благодаря опытамъ Meissner'a[2]) и Voit'a[3]), которые показали, что креатинъ и креатининъ появляются, спустя 24 часа послѣ своего поступленія въ организмъ, въ мочѣ безъ измѣненія и безъ потери. Такое вещество, которое не подвергается ни расщепленію, ни окисленію, не можетъ служить источникомъ силы, не говоря уже о томъ, что количество креатина и креатинина, принимаемое вмѣстѣ съ бульономъ, до того незначительно, что его нельзя даже считать рабочимъ матеріаломъ мышцъ.

Далѣе утверждали, что отъ прибавленія мяснаго экстракта увеличивается питательность раствора пищевыхъ веществъ, что послѣднія «будто вполнѣ пріобрѣтаютъ питательность свѣжаго мяса.» И это мнѣніе было также опровергнуто Voit'омъ и его учениками[4]), доказавшими опытами надъ животными и человѣкомъ, что неособенно полезныя для организма растительныя пищевыя вещества нисколько не улучшаются отъ прибавленія къ нимъ мяснаго экстракта, и что отъ этого распаденіе бѣлковъ въ тѣлѣ не уменьшается.

Желая, наконецъ, признать за мяснымъ экстрактомъ значеніе питательнаго вещества, указывали на значительное въ немъ содержаніе «питательныхъ солей.» Но, какъ я уже указалъ (стр. 104), наша пища никогда не терпитъ въ этихъ

1) Относительно химическаго состава и физіологическаго значенія этихъ соединеній см. ниже лекцію 16.

2) G. Meissner, Zeitschr. f. rationelle Medicin. Bd. XXIV. S. 97. 1865. Bd. XXVI. S. 225. 1866 u. Bd. XXXI. S. 283. 1868.

3) C. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. IV. S. 111. 1868.

4) Ernst Bischoff, Zeitschr. f. Biol. Bd. V. S. 454. 1869. и C. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. IV. S. 359 и 360. 1870.

соляхъ недостатка, а всегда лишь избытокъ. Даже для растущаго организма могъ-бы наступить въ крайнемъ случаѣ недостатокъ развѣ въ одномъ неорганическомъ питательномъ веществѣ — въ извести. Но именно известью весьма бѣденъ мясной экстрактъ. Зола его содержитъ лишь 0,23% CaO [1]). Врядъ-ли кто-нибудь въ состояніи потребить болѣе 30 grm. мяснаго экстракта. Между тѣмъ такое количество добывается изъ одного килограмма мяса и содержитъ всего лишь 0,015 grm. извести — столько, сколько ея содержится въ 10 Ccm. коровьяго молока!

Слѣдовательно, намъ не осталось ничего больше, какъ только признать мясной экстрактъ средствомъ потребленія. До сихъ поръ все еще утверждаютъ, что мясная вытяжка дѣйствуетъ возбуждающимъ и освѣжающимъ образомъ, подобно излюбленнымъ напиткамъ — чаю и кофе; но пока не удалось еще доказать дѣйствія мяснаго экстракта на мышцы или нервы. Единственный опытъ этого рода сдѣланъ Kemmerich'омъ [2]), который ссылается на содержаніе калія въ мясной вытяжкѣ и утверждаетъ на основаніи своихъ опытовъ, что соли калія дѣйствуютъ въ малыхъ пріемахъ возбуждающимъ образомъ на дѣятельность сердца, а въ большихъ, напротивъ, парализуютъ этотъ органъ. Онъ поэтому предостерегаетъ отъ неумѣреннаго потребленія мяснаго экстракта.

Относительно солей калія можно сказать слѣдующее [3]). Возбуждающее дѣйствіе на сердечную дѣятельность, которое наблюдалъ Kemmerich, слѣдуетъ приписать не калію, а прямо тому обстоятельству, что Kemmerich производилъ свои опыты надъ кроликами. Кролики, какъ извѣстно, пугливыя животныя: можно имъ впрыскивать, что угодно, самыя безвредныя вещества — растворъ сахара или поваренной соли: у нихъ всегда наступаетъ учащеніе пульса. Достаточно даже просто ввести желудочный зондъ, чтобы вызвать у нихъ это дѣйствіе. Многочисленными опытами надъ собаками и человѣкомъ я убѣдился, что *послѣ введенія солей калія въ желудокъ никогда не наступаетъ даже малѣйшее ускореніе пульса.*

1) G. Bunge, Pflüger's Arch. Bd. IV. S. 238. 1871.
2) E. Kemmerich, Pflüger's Arch. Bd. II S. 49. 1869.
3) G. Bunge, ibid. Bd. IV. S. 235. 1871 u. Zeitschr. f. Biol. Bd. IX. S. 130. Anmerkung. 1873. Результаты моихъ опытовъ подтвердилъ въ новѣйшее время K. B. Lehmann, Arch. f. Hygiene. Bd. III. S. 249. 1885.

Парализующее дѣйствіе на сердце Kemmerich вызывалъ тѣмъ, что онъ вводилъ въ желудокъ кролика неимовѣрно большія количества солей калія по отношенію къ незначительному вѣсу его тѣла. Впрыснуть въ желудокъ кролика, вѣсящаго 1000 grm., 5 grm. соли калія — это все равно, что дать проглотить человѣку 300 grm. солей калія! Да, кромѣ того, у кроликовъ не бываетъ рвоты. Вызвать у собакъ ослабленіе сердца, вводя въ ихъ желудокъ соли калія, никакъ невозможно, потому что эти животныя извергаютъ большія количества введенныхъ солей рвотою. То-же самое относится и къ человѣку. Многочисленными опытами надъ самимъ собою я убѣдился въ томъ, что *пріемы (около 12 grm.), которые могутъ быть переносимы, не вызывая рвоты, не обнаруживаютъ никакого вліянія на дѣятельность сердца.* Въ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ люди были отравлены оттого, что въ желудокъ ихъ попали соли калія, смерть наступала не отъ паралича сердца, а отъ воспаленія желудочно-кишечнаго канала. Соли калія обнаруживаютъ мѣстное ѣдкое дѣйствіе. У животныхъ, которымъ были впрыснуты соли калія, находятъ слизистую оболочку желудка всегда гиперемированною, иногда даже покрытою экхимозами. Если соли калія вводятся въ очень концентрированномъ растворѣ или даже въ формѣ порошка, что наблюдалось при всѣхъ случаяхъ отравленія, то дѣло можетъ дойти до гастрита со смертнымъ исходомъ.

Пораженіе сердца отъ дѣйствія солей калія можетъ быть легко вызвано у всѣхъ животныхъ, *если растворъ соли впрыснуть непосредственно въ кровь.* Собственными опытами я убѣдился въ томъ, что если впрыснуть въ v. Jugularis собаки средней величины 0,1 grm. KCl., то сердце почти мгновенно пріостанавливается. Подкожнымъ впрыскиваніемъ можно также вызвать остановку дѣятельности сердца. *Но никогда параличу не предшествуетъ ускореніе пульса; наоборотъ, всегда замедленіе.*

Чтобы доказать полнѣйшую безвредность солей калія при воспринимании ихъ изъ желудка, нѣтъ надобности ни въ какихъ опытахъ: нужно только вспомнить, какъ велики тѣ количества калія, которыя мы принимаемъ вмѣстѣ съ большею частью растительныхъ пищевыхъ веществъ. Я уже упомянулъ о томъ, что человѣкъ, питающійся преимуще-

ственно картофелемъ въ теченіи дня, принимаетъ болѣе 50 grm. солей калія!

Соли калія, находящіяся въ бульонѣ, не могутъ, слѣдовательно, въ большихъ количествахъ дѣйствовать парализующимъ, а въ малыхъ возбуждающимъ образомъ на сердце. Если-бы мы даже и были въ состояніи допустить возбуждающее дѣйствіе солей калія, то все-же не было-бы понятно, зачѣмъ намъ ради солей калія принимать бульонъ, когда во всякой другой пищѣ содержится ихъ болѣе, чѣмъ въ бульонѣ. 5 grm. мяснаго экстракта даютъ одну тарелку бульона и содержатъ всего лишь 0,5 grm. калія, ровно, значитъ, столько-же, сколько въ одной маленькой картофелинѣ.

Такимъ образомъ мы видимъ, что единственная, доселѣ сдѣланная попытка съ цѣлью доказать возбуждающее дѣйствіе мяснаго экстракта экспериментальнымъ путемъ, не увѣнчалась успѣхомъ.

Часто утверждаютъ, что органическія составныя части мяснаго экстракта дѣйствуютъ на мускулатуру и на нервную систему, но до сихъ поръ этого еще никто не доказалъ. Что касается въ частности креатина и креатинина, то Voit утверждаетъ, что 6,3 grm. креатина и 8,6 grm. креатинина, данныя собакѣ внутрь, не оказываютъ, повидимому, никакого дѣйствія [1]). Въ новѣйшее время Kobert [2]) будто-бы доказалъ дѣйствіе креатина на мышцу, но при этихъ опытахъ, сдѣланныхъ надъ лягушками, употреблены чрезвычайно большіе пріемы, такъ что полученные результаты по меньшей мѣрѣ двусмысленны. На мускулатуру человѣка малыя количества креатина, поступающія въ организмъ вмѣстѣ съ бульономъ (около 0,2 grm. въ одной тарелкѣ супа), не могутъ оказать никакого дѣйствія. Это можно доказать уже a priori, совершенно независимо отъ наблюденія Voit'a надъ собаками. Наши мышцы содержатъ около 3 p. M. креатина [3]). Вся мускулатура взрослаго человѣка, вѣсящая около 30 kgrm., содержитъ, такимъ обра-

1) C. Voit, Ueber die Entwickelung der Lehre von der Quelle der Muskelkraft u. s. w. S. 39. 1870 или Zeitschr. f. Biol. Bd. VI. S. 343. 1870.

2) Kobert, Archiv für exp. Pathologie und Pharmakol. Bd. XV. S. 56. 1882.

3) Fr. Hofmann. Zeitschr. f. Biol. Bd. IV. S. 82 1868. M. Perls, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. VI. S. 243. 1869.

зомъ, около 90 grm. креатина. Кромѣ того, креатинъ находится также въ нервной системѣ и въ крови. Относительно незначительнаго количества креатина, которое мы воспринимаемъ вмѣстѣ съ бульономъ и которое въ дѣйствительности выдѣляется чрезъ почки, по мѣрѣ того какъ оно всасывается, мы не знаемъ, попадаетъ-ли оно въ мускулатуру вообще. Мы должны ожидать, что конечные азотсодержащіе продукты обмѣна веществъ переходятъ постоянно изъ мышцъ въ кровь, но не обратно, изъ крови въ мышцы. И если даже незначительное количество и попадаетъ въ мускулатуру, то оно вовсе не принимается съ разсчетъ въ сравненіи съ тѣми 90 grm., которые уже въ ней содержатся.

Скептическій критикъ долженъ безусловно допустить возможность, что какая-нибудь другая органическая часть мяснаго экстракта (а всѣхъ ихъ мы еще не знаемъ) обнаруживаетъ дѣйствіе на мышцы или на нервы, но такое дѣйствіе до сихъ поръ еще не доказано. *О дѣйствіи бульона мы рѣшительно ничего больше не знаемъ, какъ только то, что для большинства онъ пріятенъ и по запаху, и по вкусу.*

Этого факта однако вполнѣ достаточно для того, чтобы объяснить всѣ „опыты“, которые будто-бы сдѣланы съ цѣлью объяснить „освѣжающее“, „укрѣпляющее“ и „оживляющее“ дѣйствіе бульона; этого-же вполнѣ достаточно для того, чтобы рекомендовать мясной экстрактъ какъ драгоцѣнное средство потребленія.

ЛЕКЦІЯ IX[ая].

Слюна и желудочный сокъ.

До сихъ поръ мы разсматривали пищевыя вещества. Прослѣдимъ теперь ихъ судьбу въ нашемъ тѣлѣ, постепенныя измѣненія, претерпѣваемыя ими послѣ ихъ поступленія въ тѣло.

Первая жидкость, съ которою пища приходитъ въ соприкосновеніе въ пищеварительномъ каналѣ — есть **слюна** [1]), которая, какъ извѣстно, представляетъ собою отдѣленіе трехъ большихъ парныхъ железъ и многочисленныхъ малыхъ железокъ въ слизистой оболочкѣ полости рта. Количество слюны, отдѣляющейся въ теченіе сутокъ, весьма значительно и по приблизительному опредѣленію Bidder'a и Schmidt'a[2]) составляетъ около 1500 Ccm. Можно было-бы слѣдовательно ожидать, что эти отдѣленія играютъ важную роль въ процессѣ пищеваренія; но до сихъ поръ это еще не доказано. На большую часть пищевыхъ веществъ слюна не дѣйствуетъ вовсе; только крахмалъ расщепляется отъ дѣйствія ея на декстринъ и сахаръ. Но и это дѣйствіе весьма незначительно; оно ничтожно въ сравненіи съ энергическимъ дѣйствіемъ панкреатическаго сока на крахмалъ. Продолжительность дѣйствія слюны довольно незначительна. Слюнный ферментъ дѣйствуетъ на крахмалъ только при слабо щелочной реакціи, свойственной нормальной слюнѣ. Кислый желудочный

---

1) Явленія отдѣленій всего лучше изучены на слюнныхъ железахъ, благодаря работамъ Bernard'a, Ludwig'a и Heidenhain'a; результаты этихъ изслѣдованій составляютъ весьма цѣнное достояніе новѣйшей физіологіи. Но относительно химическихъ явленій при дѣятельности железъ мы въ этихъ работахъ ничего не находимъ Я считаю поэтому удобнымъ обойти эти работы молчаніемъ, тѣмъ болѣе, что онѣ подробно реферированы во всѣхъ учебникахъ физіологіи.

2) Bidder und Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig 1852. S. 14.

сокъ ослабляетъ, или-же совершенно уничтожаетъ это дѣйствіе.[1]) Такимъ образомъ, лишь незначительная часть крахмала расщепляется отъ дѣйствія слюннаго фермента; но и это ничтожное дѣйствіе не свойственно слюнѣ всѣхъ млекопитающихъ; плотоядныя его не проявляютъ, чего и можно было ожидать a priori телеологически.

Однако, такъ какъ и у плотоядныхъ количество отдѣляющейся слюны весьма обильно, то изъ этого слѣдуетъ, что главное значеніе слюны не заключается въ расщепленіи крахмала.

Съ цѣлью рѣшить вопросъ о значеніи слюны экстирпировали у собакъ всѣ слюнныя железы[2]) и наблюдали, какія это влечетъ за собою послѣдствія. Но никакихъ дурныхъ послѣдствій не удалось констатировать. Было только замѣчено, что собаки, принимая обыкновенную, но строго контролируемую пищу, потребляли больше воды, чѣмъ обыкновенно.

Кажется, что значеніе слюны главнымъ образомъ механическое. Отъ дѣйствія ея пищевой комъ дѣлается влажнымъ, скользкимъ и такимъ образомъ пригоднымъ для глотанія. Въ то-же время отъ постояннаго отдѣленія слюны полость рта выполаскивается. При оставаніи пищевыхъ остатковъ въ полости рта они могли бы разлагаться, а образовавшіяся отъ этого разложенія кислоты — вредно дѣйствовать на зубы. Всему этому препятствуетъ промываніе щелочною слюною. Если это предположеніе вѣрно, то слѣдовало-бы ожидать, что у живущихъ въ водѣ млекопитающихъ, пища которыхъ всегда скользка и полость рта которыхъ промывается водою, вовсе нѣтъ слюнныхъ железъ. Въ дѣйствительности оно такъ и есть. У китовъ ихъ вовсе нѣтъ, а у ластоногихъ онѣ рудиментарны.

Въ желудкѣ дѣйствуетъ на пищу другой секретъ, **желудочный сокъ**, отличающійся отъ всѣхъ другихъ секретовъ своею кислою реакціею. Эта кислая реакція зависитъ отъ свободной соляной кислоты, что доказано Carl'омъ Schmidt'омъ[3]). Онъ точно опредѣлилъ количества хлора и всѣхъ основаній: калія, натрія, извести, магнезіи, окиси же-

1) O. Hammarsten, рефератъ Panum'a въ Jahresbericht über die Leistungen der gesammten Medicin. Jahrgang VI. Bd. I. 1871.

2) C. Fehr, Ueber die Exstirpation sämmtlicher Speicheldrüsen beim Hunde. Diss. Giessen. 1862.

3) Bidder und Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig 1852. S. 44 u. 45.

лѣза и амміака. Оказалось, что, послѣ насыщенія всѣхъ основаній соляною кислотою, осталось еще значительное количество ея, составляющее 2,5—4 grm. въ литрѣ желудочнаго сока. Carl Schmidt опредѣлилъ кромѣ того количество свободной кислоты титрованіемъ и нашелъ то-же самое число, какъ и при вѣсовомъ анализѣ.

Что касается вопроса о значеніи свободной соляной кислоты, то большая часть авторовъ того мнѣнія, что она служитъ для перевариванія бѣлковъ. Бѣлковыя тѣла и близко стоящія къ нимъ клеевыя вещества представляютъ собою единственныя пищевыя вещества, которыя измѣняются отъ дѣйствія желудочнаго сока. Они превращаются въ пептоны [1]), которые отличаются отъ бѣлковыхъ и клеевыхъ веществъ тѣмъ, что коллоидныя ихъ свойства значительно меньше, что они не свертываются, легче просачиваются черезъ животныя перепонки и дѣлаются такимъ образомъ особенно пригодными для всасыванія въ кровь. Это пептонизирующее дѣйствіе приписывается особому ферменту, «пепсину» [2]). Но пепсинъ дѣйствуетъ только въ присутствіи свободныхъ кислотъ. Поэтому до послѣдняго времени полагали, что значеніе свободной соляной кислоты заключается въ доставленіи возможности пепсину проявлять его дѣйствіе.

Такимъ объясненіемъ мы однако не можемъ удовлетвориться. Мы знаемъ, что панкреатическій ферментъ пептонизируетъ бѣлковыя тѣла еще гораздо энергичнѣе, чѣмъ желудочный сокъ, и что онъ дѣйствуетъ всего энергичнѣе при слабощелочной реакціи. Къ чему-же приписывать железамъ сычуга столь громадную работу, какъ отдѣленіе изъ щелочной крови свободной минеральной кислоты, въ то время какъ организмъ достигаетъ своей цѣли болѣе про-

---

1) О сущности и значеніи пептоновъ будетъ сказано впослѣдствіи (см. лекціи 10 и 12).

2) Объ опытахъ изолированія пепсина см. ниже 10 лекцію. На ряду съ пепсиномъ въ желудочномъ сокѣ предполагается еще другой ферментъ — т. н. „сычуговый ферментъ,“ вызывающій будто бы свертываніе молока въ желудкѣ. О физіологическомъ значеніи сычуговаго фермента намъ ничего не извѣстно. Поэтому я о немъ здѣсь говорить не стану и укажу на работы Hammarsten'a, Upsala Läkareförenings Förhandlingar. 8. p. 63. 1872. 9. p. 363 и 452. 1874. (Подробный рефератъ объ этихъ работахъ находится въ Maly's Jahresbericht für Thierchemie). „Zur Kenntniss des Caseïns und der Wirkung des Labfermentes“ Upsala 1877. Alex. Schmidt, Beitrag zur Kenntniss der Milch. Dorpat 1874. О ферментахъ вообще см. ниже 10 лекцію.

стыми средствами — отдѣленіемъ щелочнаго секрета?! Свободная минеральная кислота должна имѣть другое значеніе.

Въ настоящее время, когда наше знаніе процессовъ гніенія и средствъ къ борьбѣ съ ними значительно подвинулось впередъ и когда мы узнали, что къ сильнѣйшимъ антисептическимъ средствамъ принадлежатъ минеральныя кислоты, можно предположить, что и свободная соляная кислота желудочнаго сока обладаетъ антисептическими свойствами. Ея задача состоитъ въ томъ, что она убиваетъ попадающіе въ желудокъ вмѣстѣ съ пищею микроорганизмы, которые, благодаря процессамъ разложенія въ пищеварительномъ каналѣ, разрушаютъ часть пищи еще до всасыванія ея, вызываютъ вслѣдствіе образовавшихся продуктовъ разложенія тягостные симптомы или даже могутъ угрожать жизни, какъ возбудители болѣзни.

N. Sieber[1]) опредѣлила въ лабораторіи Nenck'аго въ Бернѣ ту концентрацію соляной кислоты, которой достаточно для того, чтобы воспрепятствовать развитію гнилостныхъ организмовъ въ способныхъ къ гніенію веществахъ и получила слѣдующіе результаты:

Въ открытую колбу вмѣстимостью въ $^1/_2$ литра вводили 50 grm. мелкоразрубленнаго мяса вмѣстѣ съ 300 Ccm. 0,1% соляной кислоты; черезъ 24 ч. появилось немного кокковъ и палочекъ; черезъ 48 часовъ число микроорганизмовъ нѣсколько увеличилось, а на 3-ій день жидкость издавала непріятный запахъ и имѣла слабую щелочную реакцію.

При производствѣ опыта при тѣхъ-же самыхъ условіяхъ съ 0,25% HCl, появились «лишь на 7-ой день отдѣльные неподвижные организмы, а на 9-ый день началось сильное образованіе плѣсени.»

Въ 3-емъ опытѣ, произведенномъ ceteris paribus съ 0,5% HCl, не видно было до 7 дня «никакихъ слѣдовъ гніенія.»

Къ тому же результату пришелъ Miquel[2]), который нашелъ, что достаточно 0,2—0,3 grm. минеральной кислоты, чтобы сдѣлать 100 Ccm. бульона неспособными къ гніенію.

---

1) N. Sieber, Journal f. praktische Chemie. Bd. 19. S. 433. 1879.

2) Miquel, Centralblatt für allgemeine Gesundheitspflege. Bd. 2. S. 403. 1884.

Въ свободномъ отъ слюны желудочномъ сокѣ собаки получено C. Schmidt'омъ [1]) изъ желудочнаго свища послѣ перевязки всѣхъ слюнныхъ железъ въ 8-ми анализахъ отъ 0,25% до 0,42% HCl, среднимъ числомъ, значитъ, 0,33%. Въ 36 случахъ Heidenhain [2]) нашелъ посредствомъ титрованія въ отдѣленіи железъ, находящихся на днѣ желудка собаки [3]), 0,46—0,58, среднимъ числомъ 0,52% HCl. Въ лабораторіи Hoppe-Seyler'a [4]) было опредѣлено количество свободной соляной кислоты въ желудочномъ сокѣ, добытомъ у человѣка посредствомъ желудочнаго насоса безъ прибавленія воды: въ результатѣ получилось 0,3% HCl.

Мы приходимъ такимъ образомъ къ неожиданному результату, *что количество содержащейся въ желудочномъ сокѣ соляной кислоты какъ разъ соотвѣтствуетъ тому количеству, которое необходимо для воспрепятствованія развитію ферментныхъ организмовъ.* Это совпаденіе не можетъ быть случайное!

Можно бы было возразить противъ этого, что желудочный сокъ разжижжается отъ дѣйствія слюны и отъ принятой пищи; но съ другой стороны не слѣдуетъ упускать изъ-виду, что вслѣдствіе постояннаго перистальтическаго движенія желудка все новыя и новыя части его содержимаго приходятъ въ соприкосновеніе съ отдѣляющею стѣнкою и такимъ образомъ подвергаются дѣйствію соляной кислоты, имѣющей необходимую для умерщвленія бактерій концентрацію. И въ самомъ дѣлѣ при нормальныхъ обстоятельствахъ въ желудкѣ никогда не бываетъ значительныхъ разложеній; если-же, напротивъ того, при патологическихъ условіяхъ отдѣленіе подавлено, то тогда процессы броженія и гніенія могутъ достигнуть высокой степени.

Антисептическое дѣйствіе желудочнаго сока было уже замѣчено Spallanzani [5]) болѣе ста лѣтъ тому назадъ. При обливаніи кусочковъ мяса желудочнымъ сокомъ, онъ

1) Bidder u. Schmidt, l. c. S. 61.
2) Heidenhain. Pflüger's Arch. Bd. XIX. S. 153. 1879.
3) О методѣ добыванія отдѣленія железъ дна желудка будетъ сказано впослѣдствіи. См. ниже стр. 162.
4) Dionys Szabó, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. I. S. 155. 1877.
5) Spallanzani. Experiences sur la digestion. Trad. par Senebier. Nouvelle édition. Genève 1784 p. 95, 97, 145, 320—330. Работа эта переведена также на нѣмецкій языкъ. „Versuche über den Verdauungssaft u. s. w." Leipzig 1875.

никогда не замѣчалъ наступленія гніенія даже по прошествіи нѣсколькихъ дней. Если-же при тѣхъ-же самыхъ условіяхъ онъ обливалъ кусочки мяса водою, то вскорѣ появлялся невыносимый гнилостный запахъ. Одна змѣя проглотила ящерицу. Черезъ 16 дней послѣ этого Spallanzani вскрылъ желудокъ змѣи и нашелъ, что ящерица на половину была переварена, но не издавала никакого гнилостнаго запаха. Spallanzani замѣтилъ даже, что желудочный сокъ не только препятствуетъ гніенію, но что онъ даже уничтожаетъ наступившее уже гніеніе. При введеніи различнымъ животнымъ гнилаго мяса въ желудокъ онъ убѣдился, что, спустя нѣкоторое время, мясо потеряло свои гнилостныя свойства, и что гнилостный запахъ совершенно исчезъ.

Въ пользу того предположенія, будто главное значеніе желудочнаго сока заключается въ его антисептическомъ дѣйствіи, говоритъ тотъ фактъ, что существуетъ цѣлый рядъ нисшихъ животныхъ, у которыхъ въ начало пищеварительнаго канала изливается железистое отдѣленіе, весьма богатое свободными минеральными кислотами, но не содержащее пищеварительныхъ ферментовъ и не измѣняющее химически ни одного изъ органическихъ пищевыхъ веществъ. Этотъ важный фактъ былъ замѣченъ впервые зоологомъ Troschel'емъ.[1]) Во время одного зоологическаго путешествія Troschel находился вмѣстѣ со своимъ учителемъ Johannes'омъ Müller'омъ въ Мессинѣ и изслѣдовалъ живущій тамъ видъ улитокъ, Dolium galea. Случилось, что во время изслѣдованія одно изъ этихъ животныхъ пустило внезапно изъ ротоваго отверстія струю прозрачной, какъ стекло, жидкости на полъ комнаты; полъ былъ покрытъ известнякомъ, и жидкость тотчасъ-же вызвала оживленное шипѣніе углекислоты. Troschel собралъ болѣе значительное количество этого секрета, взявъ для этого большое число улитокъ. Вѣсъ одной улитки равняется 1—2 kgrm., а двѣ большія железы, изливающія кислый секретъ въ полость рта и называемыя поэтому зоологами «слюнными железами,» вѣсятъ вмѣстѣ 80—150 grm. При дотрогиваніи до «хоботка» животныхъ «у его расширеннаго на подобіе трубы конца» они выбрасываютъ секретъ, который можно собрать въ стаканъ. Добытое Troschel'емъ количество было вообще незначительно, все-

1) Troschel, Poggendorff's Annalen. Bd. 93, S. 614, 1854 или Journ. f. prakt. Chem. Bd. 63, S. 170, 1854 (изъ Monatsbericht d. Berlin. Akad. August 1854.)

таки въ одномъ случаѣ «оно составляло 6 прусскихъ лотовъ.» Такимъ образомъ легко было получить необходимое для изслѣдованія количество.

Возвратившись въ Боннъ, Troschel передалъ собранный имъ секретъ химику Boedeker'у для анализа. Boedeker сразу замѣтилъ, что «жидкость не проявляла ни малѣйшихъ слѣдовъ разложенія, броженія, гніенія, образованія плѣсени и. т. п., хотя она полгода находилась въ закрытой стклянкѣ;» и что она «не издавала никакого запаха.» При производствѣ анализа получилось такое большое количество сѣрной кислоты, что послѣ насыщенія всѣхъ имѣвшихся основаній — калія, натрія магнезіи, незначительныхъ количествъ амміака и еще меньшихъ извести — оставалось еще 2,7% H_2SO_4! Кромѣ того секретъ содержалъ 0,4% *соляной кислоты!*

Полученные Troschel'емъ и Boedeker'омъ результаты были подтверждены Panceri и de Luca[1]). Въ трехъ анализахъ слюны Dolium galea они нашли 3,3, 3,4 и 4,1% свободной сѣрной кислоты. Кромѣ того, они доказали у ряда другихъ улитокъ существованіе такихъ отдѣленій со свободною сѣрною кислотою.

Въ новѣйшее время Maly[2]) изслѣдовалъ „слюну" Dolium galea. Онъ опредѣлилъ свободную кислоту при помощи титрованія и нашелъ въ двухъ случаяхъ 0,8 и 0,98% сѣрной кислоты. На перевариваніе какихъ-бы то ни было пищевыхъ веществъ этотъ секретъ не оказывалъ никакого дѣйствія. Бѣлокъ и крахмалъ оставались совершенно неизмѣненными.

Frédéricq[3]) нашелъ, что и у Octopus „слюнныя железы" кислой реакціи. Вытяжка этихъ железъ не обнаруживала перевариваюшаго дѣйствія.

Теперь является вопросъ, какъ объяснить это странное явленіе — выдѣленіе самыхъ сильныхъ свободныхъ минеральныхъ кислотъ изъ щелочныхъ тканей?

Что ткань слизистой оболочки желудка имѣетъ въ дѣйствительности щелочную реакцію, доказано Brücke[4]) слѣ-

---

1) S. de Luca et A. P. Panceri, Compt. rend. T. 65, p. 577 et 712. 1867.

2) Maly, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Mathem. naturw. Classe. Wien. 1880. Bd. 81. Abth. 2. Sitzung vom 11. März. S. 376.

3) Léon Frédéricq, Bulletins de l'acad. roy. de Belgique. 2 Sér. T. 46. No. 11. 1878.

4) Brücke, Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 37. S. 131. 1859.

дующимъ опытомъ. Онъ отдѣлялъ у только что убитаго кролика мышечный слой желудка на извѣстномъ разстояніи и вырѣзывалъ кривыми ножницами кусокъ паренхимы железъ, не доходя до внутренней поверхности слизистой оболочки. Этотъ кусокъ могъ быть раздавленъ между двумя кусками синей лакмусовой бумаги безъ появленія краснаго пятна, между тѣмъ какъ оно тотчасъ-же выступало при соприкосновеніи съ внутренней поверхностью слизистой оболочки.

Матеріалъ для образованія соляной кислоты въ железахъ желудка доставляется несомнѣнно кровью въ формѣ хлористаго натрія, составляющаго главную составную часть золы плазмы крови и лимфы. На ряду съ этимъ въ крови и лимфѣ содержится углекислый натрій, отчего и происходитъ щелочная реакція. Но какимъ образомъ освобождается соляная кислота изъ хлористаго натрія щелочной плазмы?

Здѣсь возможны вообще только два предположенія: или соляная кислота отдѣляется отъ натрія вслѣдствіе потребленія живой силы, или-же она вытѣсняется изъ соединенія съ натріемъ другою кислотою.

Относительно первой возможности замѣтимъ, что намъ извѣстенъ только одинъ родъ живой силы, способной отщеплять соляную кислоту внѣ организма изъ воднаго раствора хлористаго натрія — это электрическій токъ. Въ развитіи физіологіи былъ періодъ, когда готовы были приписывать электричеству все то, чего не возможно было объяснить. Тогда-то и объясняли даже существованіе свободной соляной кислоты въ желудочномъ сокѣ электрическимъ токомъ въ пепсинныхъ железахъ. Теперь мы этого уже не дѣлаемъ. Нѣтъ никакого основанія для подобныхъ предположеній.

Что касается втораго предположенія, будто соляная кислота вытѣсняется другою кислотою, то противъ него указывали на то, что одна кислота можетъ быть вытѣснена только *болѣе сильною* кислотою. Спрашивается, основательно-ли такое предубѣжденіе? Что значитъ вообще болѣе сильная и болѣе слабая кислота? Самое вѣрное опредѣленіе будетъ слѣдующее: изъ двухъ кислотъ та сильнѣйшая, для отдѣленія которой отъ одного и того-же основанія потребляется больше живой силы, а при соединеніи вновь съ основаніемъ освобождается этой силы больше. Въ этомъ смыслѣ, какъ показали калориметрическіе опыты, сѣрная кислота сильнѣе

соляной, соляная сильнѣе молочной и молочная сильнѣе угольной. Но вполнѣ ошибоченъ выводъ, будто болѣе слабая кислота никогда не въ состояніи вытѣснить болѣе сильную. Работы Julius'a Thomsen'a[1]) ясно показали, *что каждая кислота вытѣсняетъ часть другой кислоты изъ ея соединеній съ основаніями.* Да, болѣе слабая кислота можетъ даже связать большую часть имѣющихся основаній. Если къ раствору сѣрнокислаго натрія прибавить разведенной соляной кислоты, то поглощается теплота, температура раствора понижается, потому что болѣе слабая соляная кислота вытѣснила болѣе сильную — сѣрную. При отдѣленіи сѣрной кислоты отъ натрія потреблено больше теплоты, чѣмъ сколько ея освободилось при соединеніи съ соляною кислотою. Съ помощью калориметра можно точно прослѣдить эти явленія количественно. По извѣстной теплотѣ, образующейся отъ соединенія соляной и сѣрной кислоты съ натріемъ, и замѣченному уменьшенію температуры при дѣйствіи соляной кислоты на сѣрнокислый натрій, можно точно вычислить, сколько сѣрной кислоты вытѣснено соляною. Thomsen нашелъ, что когда эквивалентныя количества соляной кислоты и сѣрнокислаго натрія дѣйствуютъ другъ на друга, соляная кислота связываетъ $^2/_3$ имѣющагося натрія, оставляя сѣрной кислотѣ только $^1/_3$. Болѣе слабая кислота связываетъ вдвое больше, чѣмъ болѣе сильная. Стало быть, выше приведенное опредѣленіе понятія силы недостаточно. Мы принуждены подыскать новое понятіе о различной силѣ химическаго притяженія; для этого-то понятія и введено Thomsen'омъ названіе „жадность“ (Aviditas, Avidität) отъ латинскаго слова „avidus“ жадный. Такимъ образомъ жадность соляной кислоты вдвое больше жадности сѣрной.

Thomsen нашелъ, что жадность органическихъ кислотъ гораздо меньше. Жадность щавелевой кислоты въ 4 раза меньше жадности соляной, жадность виннокаменнокислой — въ 20 разъ, а жадность уксусной въ 33 раза меньше. Если, такимъ образомъ, эквивалентныя количества соляной и уксусной кислотъ и воднаго раствора натрія дѣйствуютъ другъ на друга, то уксусная кислота связываетъ только $^1/_{34}$

1) Julius Thomsen, Thermochemische Untersuchungen. Poggendorff's Ann. Bd. 138—143. 1869—1871.

часть имѣющагося натрія, а соляная — $^{33}/_{34}$. Но если на одинъ эквивалентъ соляной кислоты и натрія дѣйствуетъ не одинъ эквивалентъ уксусной кислоты, а болѣе, то она свяжетъ болѣе чѣмъ $^{1}/_{34}$ натрія и тѣмъ болѣе, чѣмъ больше ея здѣсь находится. Это явленіе называютъ «массовымъ дѣйствіемъ» или «дѣйствіемъ массъ.» Благодаря дѣйствію массъ, даже та кислота, которая обладаетъ самоюнезначительною степенью жадности, можетъ связывать основанія и вытѣснять кислоты съ самою большою степенью жадности. Жадность некислотъ равняется нулю. Даже слабая угольная кислота вслѣдствіе массоваго дѣйствія должна вытѣснить незначительную часть всякой другой кислоты.

Мы должны, наконецъ, допустить, что и самая слабая изъ всѣхъ кислотъ — вода, вытѣсняетъ изъ солей извѣстную часть самыхъ сильныхъ кислотъ. Если растворить въ водѣ нейтральный хлористый натрій, то вмѣстѣ съ нимъ въ водѣ содержатся въ растворѣ слѣды HCl и NaOH. На нѣкоторыхъ соляхъ металловъ, образующихъ трудно растворимыя основныя соли, можно демонстрировать вытѣсненіе самыхъ сильныхъ минеральныхъ кислотъ, благодаря массовому дѣйствію воды. Если разбавить растворъ азотнокислаго висмута большимъ количествомъ воды, то выдѣляется основная соль, и въ растворѣ остается свободная азотная кислота. Массовое дѣйствіе слабой кислоты поддерживается еще сродствомъ сильной кислоты къ водѣ.

Вытѣсненіе сильныхъ минеральныхъ кислотъ слабыми органическими кислотами можно доказать еще и другимъ путемъ, не термохимическимъ. Maly[1]) вводилъ въ нижнюю часть высокаго цилиндра растворъ поваренной соли и молочной кислоты и на этотъ растворъ осторожно наливалъ воду. Послѣ болѣе продолжительнаго времени верхній слой былъ снятъ и подвергнутъ анализу. Оказалось, что въ немъ содержится больше хлора, чѣмъ бы слѣдовало ожидать по эквивалентному отношенію къ натрію. Значитъ, въ воду просочилась и свободная соляная кислота.

Если мы обратимъ вниманіе на эти факты, то мы не увидимъ ничего страннаго въ выдѣленіи свободной соляной кислоты изъ щелочной крови. Мы знаемъ, что кровь содержитъ всегда свободную углекислоту. Послѣдняя можетъ

1) Maly, Liebig's Annalen. Bd. 173. S. 250—257. 1874.

вытѣснить собою вслѣдствіе массоваго дѣйствія небольшое количество соляной кислоты изъ хлористаго натрія. Количество это можетъ быть ничтожно мало, но, какъ только это небольшое количество свободной соляной кислоты, удерживающей въ равновѣсіи свободную углекислоту, успѣетъ просочиться дальше, вслѣдствіе массоваго движенія углекислоты должно опять освободиться небольшое количество соляной кислоты и. т. д.

Въ появленіи свободной соляной кислоты нѣтъ, значитъ, ничего загадочнаго. Загадочною является лишь способность эпителіальной клѣтки передавать освободившуюся изъ хлористаго натрія соляную кислоту, по одному направленію — въ выводные протоки пепсиновыхъ железъ а по другому — обратно въ лимфатическіе и кровеносные пути образовавшійся углекислый натрій. — Но съ этою загадкою мы встрѣчаемся повсюду въ живыхъ тканяхъ. Каждая клѣтка обладаетъ способностью притягивать или отталкивать цѣлесообразно тѣ или другія вещества и распредѣлять ихъ по различнымъ направленіямъ.[1]) Стало быть, попытка объяснить появленіе свободной соляной кислоты въ пепсиновыхъ железахъ не представляетъ собою новой загадки, да, наконецъ, «каждое объясненіе природы состоитъ въ томъ, чтобы свести новую повидимому загадку на извѣстныя уже.»

Кажется, что и въ «слюнныхъ железахъ» Dolium galea вслѣдствіе массоваго дѣйствія углекислоты особождаются минеральныя кислоты. De Luca и Panceri видѣли, что изъ железъ при разрѣзываніи ихъ подъ водою живо поднимались газовые пузырьки. Газъ этотъ вполнѣ поглощался калійнымъ щелокомъ, значитъ, онъ представалялъ собою чистую углекислоту. Изъ железы, вѣсомъ въ 75 grm. развилось — при помѣщеніи ея въ воду — 200 Ccm. углекислоты, значитъ, почти втрое больше объема самой железы. При этомъ нужно принять во вниманіе, что вода поглощаетъ значительное количество углекислоты и что сама железа также насыщена ею. Такимъ образомъ въ железѣ былъ поглощенъ по крайней мѣрѣ четверной объемъ углекислоты. Такъ-какъ при обыкновенной температурѣ вода поглощаетъ изъ атмосферы чистой угольной кислоты прибли-

1) Ср. выше стр. 6 и 105, а также конецъ этой лекціи и лекцію 17.

зительно равный объемъ послѣдней, то мы должны заключить, что угольная кислота находилась въ железѣ подъ давленіемъ, превышавшимъ четыре атмосферы! Или-же мы должны допустить, что угольная кислота была отчасти нестойко связана. Точное опредѣленіе давленія, при которомъ выдѣленіе газа изъ железы встрѣтило бы препятствіе, могло-бы дать надлежащія указанія.

Весьма возможно, что и въ эпителіальныхъ клѣткакъ пепсиновыхъ железъ освобождается много угольной кислоты, можетъ быть вслѣдствіе дѣйствія ферментовъ или вслѣдствіе окисленія органическихъ соединеній.

Однако насъ ничто не заставляетъ приписывать слабѣйшей кислотѣ — угольной — вытѣсненіе сильныхъ минеральныхъ кислотъ. Возможно, пожалуй, что въ эпителіальныхъ клѣткахъ железъ изъ нейтральныхъ органическихъ соединеній освобождаются подъ вліяніемъ ферментовъ органическія кислоты, какъ напр., молочная изъ нейтральнаго сахара, представляющаго собою постоянную составную часть плазмы крови и лимфы. Возможно даже, пожалуй, что сильнѣйшая минеральная кислота — сѣрная — могла-бы освободиться — благодаря бродильному дѣйствію — прямо изъ нейтральнаго сѣрнистаго соединенія, напр., изъ бѣлка. Что это возможно, съ этимъ должно будетъ согласиться, если вспомнить только одинъ примѣръ изъ органической химіи. Я имѣю въ виду расщепленіе извѣстнаго глюкозида, *мироновой кислоты*. Мироновокислый калій, представляющій собою нейтральное соединеніе, расщепляется отъ дѣйствія бродила на сахаръ, горчичное масло и кислый сѣрнокислый калій. Послѣдній, какъ показалъ *Graham*[1]), распадается въ водномъ растворѣ тотчасъ на *свободную сѣрную кислоту* и нейтральный сѣрнокислый калій. Кромѣ того, свободная сѣрная кислота могла-бы образоваться изъ нейтральныхъ органическихъ сѣрнистыхъ соединеній вслѣдствіе *окисленія*.

Какой изъ всѣхъ этихъ воображаемыхъ процессовъ въ *дѣйствительности* служитъ причиною освобожденія сильныхъ минеральныхъ кислотъ въ железистой ткани, мы пока еще не знаемъ. Я обратилъ вниманіе на всѣ эти

1) Graham, Liebig's Ann. Bd. 77. S. 80. 1881. При опытѣ диффузіи съ кислымъ сѣрнокислымъ каліемъ просочилось, сравнительно съ каліемъ, больше сѣрной кислоты, чѣмъ это соотвѣтствовало кислой соли, и въ диффузіонной камерѣ оказалось немного кристаллическаго нейтральнаго сѣрнокислаго калія.

возможности лишь для того, чтобы показать, что намъ незачѣмъ прибѣгать къ электричеству.

Отдѣленіе свободной соляной кислоты совершается не во всѣхъ железахъ слизистой оболочки желудка. Слизистая оболочка области привратника, отличающаяся отъ остальной слизистой оболочки уже своимъ блѣднымъ цвѣтомъ, доставляетъ щелочный секретъ, содержащій только пепсинъ. Железы остальной слизистой оболочки доставляютъ кислый секретъ, содержащій какъ пепсинъ, такъ и свободную кислоту. Это было доказано Klemensiewicz'емъ[1]) и Heidenhain'омъ[2]) слѣдующимъ образомъ.

Черезъ разрѣзъ по linea alba голодавшей втеченіе 36—48 часовъ собаки вытаскиваютъ изъ брюшной полости желудокъ. Затѣмъ двумя параллельными разрѣзами вырѣзываютъ привратниковую часть, причемъ стараются не повредить большихъ кровеносныхъ сосудовъ, оба края раны соединяютъ швомъ по всѣмъ правиламъ хирургіи и вкладываютъ обратно уменьшенный желудокъ. Послѣ этого вырѣзанный привратникъ сшивается съ одного конца на подобіе слѣпаго мѣшка, другимъ-же концомъ онъ вшивается въ брюшную рану. Примѣняя тщательно антисептическій методъ леченія ранъ и оставляя нѣсколько дней животныхъ безъ пищи, удается сохранить ихъ жизнь послѣ этой тяжелой операціи. Изъ собакъ, взятыхъ Heidenhain'омъ для опытовъ, одна была наблюдаема въ теченіи болѣе 10 недѣль. Выдѣлившійся въ изолированномъ привратникѣ прозрачный, вязкій, слизистый секретъ имѣлъ постоянно щелочную реакцію и, смѣшанный съ 0,1% растворомъ соляной кислоты, обнаруживалъ пептонизирующее дѣйствіе на бѣлковыя тѣла. Такъ какъ слабая соляная кислота сама по себѣ не въ состояніи превращать при температурѣ тѣла бѣлки въ пептоны, то нужно допустить, что въ секретѣ привратника находится ферментъ.

Точно такимъ-же образомъ Heidenhain изолировалъ часть остальной слизистой оболочки. Онъ вырѣзалъ ромбическій кусокъ изъ дна желудка, сшилъ порѣзанные края послѣдняго, сдѣлалъ изъ изолированнаго куска слѣпой мѣ-

1) Rudolf Klemensiewicz, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Math.-nat. Classe. Bd. 71. Abth. III. S. 249. 1875.

2) Heidenhain, Pflüger's Arch. Bd. 18. S. 169. 1878 и Bd. 19. S. 148. 1879.

шокъ и вшилъ его въ брюшную рану. Одна изъ оперированныхъ такимъ образомъ собакъ подвергалась наблюденію въ теченіи 5 недѣль. Отдѣлявшійся въ брюшную рану секретъ, содержалъ, какъ уже сказано, много свободной соляной кислоты и дѣйствовалъ энергически пептонизирующимъ образомъ, слѣдовательно, онъ также содержалъ ферментъ.

Въ стремленіи къ рѣшенію вопроса о мѣстѣ появленія свободной соляной кислоты пошли еще дальше и нашли будто-бы вполнѣ опредѣленныя клѣтки въ железахъ дна желудка, именно обволакивающія клѣтки (Belegzellen) въ которыхъ образуется соляная кислота. Приведенные однако въ пользу этого предположенія мотивы нисколько не убѣдительны. Обстоятельное разсмотрѣніе обширной литературы по этому вопросу повело бы меня слишкомъ далеко [1]).

Мы должны теперь предложить себѣ слѣдующій вопросъ: если возможно сохранить въ живыхъ взятыхъ для опыта животныхъ послѣ вырѣзанія привратника или большей части дна желудка, то не возможно-ли, чтобы они остались также въ живыхъ послѣ резекціи всего желудка? Не можемъ-ли мы разсчитывать, что именно такимъ образомъ мы скорѣе всего добьемся указаній относительно значенія функцій желудка?

Хирургъ Czerny и его ассистенты Kaiser и Scriba произвели въ самомъ дѣлѣ эту смѣлую вивисекцію на собакахъ. Въ 1878 году Kaiser [2]) опубликовалъ результаты сдѣланнныхъ ими сообща операцій и сообщилъ, что изъ тѣхъ собакъ, у которыхъ желудокъ былъ почти совершенно вырѣзанъ, одна прожила 21 день, а другая, оперированная 22 Декабря 1876 года, находится еще въ живыхъ. Вначалѣ животнымъ можно было давать лишь небольшія количества молока и рубленнаго мяса, потому что большія количества извергались рвотою. Вторая собака уже черезъ мѣсяцъ послѣ операціи не нуждалась болѣе въ особенномъ уходѣ; она «ѣла наравнѣ съ другими собаками смѣшанную пищу безъ появленія рвоты.» Вѣсъ ея тѣла,

1) Сопоставленіе этой литературы находится въ работѣ Heidenhain'a „Physiologie der Absonderungsvorgänge“ въ Hermann's Handbuch der Physiologie. Bd. V. Th. I. Leipzig. Vogel. 1883.

2) F. F. Kaiser, въ „Czerny's Beiträge zur operativen Chirurgie.“ Stuttgart 1878. S. 141.

составлявшій до операціи 5850 grm., палъ до 23 Января до 4490 grm., а къ 10 Сентября повысился до 7000 grm.

Въ 1882 году Ludwig и его ученикъ Ogata[1]) занимались въ Лейпцигѣ изслѣдованіемъ функцій желудка. Имъ желательно было узнать, что произошло съ собакою, взятою Czerny для опыта. Ludwig написалъ Czerny въ Гейдельбергъ, и тотъ отвѣтилъ въ высшей степени предупредительно, пославъ въ Лейпцигъ живую и хорошо упитанную собаку. Это было вполнѣ здоровое, «веселое» животное, принимавшее всевозможный кормъ съ прекраснымъ аппетитомъ. Калъ былъ нормальной консистенціи. Вѣсъ тѣла увеличивался вслѣдствіе обильнаго корма, и пищевареніе совершалось вполнѣ какъ у обыкновенной собаки. Съ согласія Czerny собака эта была убита весною 1882 года. «При вскрытіи оказалось, что на кардіальной сторонѣ сохранилась еще небольшая часть желудочной стѣнки, окружавшая наполненную пищею шарообразную полость.» Такимъ образомъ собака прожила болѣе 5 лѣтъ почти совершенно безъ желудка!

Ludwig и Ogata[2]) проложили другой путь для того, чтобы совершенно устранить отправленія желудка изъ пищеварительнаго процесса и наблюдать наступающія при этомъ уклоненія отъ нормы: они вводили пищу черезъ свищъ, наложенный у собаки вблизи привратника, прямо въ двѣнадцатиперстную кишку и тотчасъ закрывали привратникъ тонкостѣннымъ резиновымъ шаромъ съ рукояткою, которая выдавалась изъ желудочной фистулы. Черезъ эту рукоятку шаръ наполнялся водою подъ извѣстнымъ давленіемъ, котораго было достаточно для того, чтобы достигнуть полнаго прилеганія эластичнаго шара къ стѣнкѣ двѣнадцатиперстной кишки со всѣми ея изгибами и перемѣнами въ формѣ, такъ-что при полномъ закрытіи привратника не могло быть и рѣчи о проникновеніи желудочнаго сока въ кишки.

Такимъ путемъ можно было вводить очень большія количества пищевыхъ веществъ — яйца въ смятку, мелкоразрубленное мясо — за одинъ разъ въ двѣнадцатиперстную кишку безъ возникновенія какихъ-бы то ни было препятствій. Достаточно было двухъ инъекцій въ день для

1) M. Ogata, Du Boi's Arch. 1883. S. 89.
2) M. Ogata, l. c. p. 91.

того, чтобы сохранить вѣсъ тѣла собаки. Пища большею частью совершенно переваривалась, а калъ былъ нормаленъ, какъ и при питаніи изъ желудка. По временамъ только при микроскопическомъ изслѣдованіи кала удавалось замѣтить, что соединительная ткань мяса не переварилась вполнѣ нормально. При этомъ однако не было безразлично, въ какой формѣ вводилась пища. Такъ напр. разрубленное мясо только тогда совершенно переваривалось, когда оно было введено сырымъ. Если же его раньше варили, то «уже черезъ нѣсколько часовъ оно выдѣлялось черезъ заднепроходъ, мало или вовсе не переварившись.» Совсѣмъ не то было съ изрубленною свиною кожею. Вываренная, она лучше переваривалась, чѣмъ сырая.

Ludwig и Ogata заключаютъ изъ своихъ опытовъ, что «для удовлетворенія потребностей, предстоящихъ пищеваренію, желудокъ вовсе не необходимъ ни какъ кладовая, ни какъ производитель желудочнаго сока.»

Опытъ, состоящій въ томъ, чтобы собакамъ, у которыхъ экстирпированъ желудокъ, вводить въ кишечникъ гнилое мясо, легко перевариваемое нормальными собаками, еще не сдѣланъ. А между тѣмъ такой опытъ могъ бы намъ выяснить главное значеніе функцій желудка.

Антисептическія свойства желудочнаго сока имѣютъ, къ сожалѣнію, какъ и всякая способность, свои предѣлы. Нѣкоторыя бактеріи, и даже патогенныя, проявляютъ такое противодѣйствіе химическимъ реактивамъ, въ особенности какъ споры, что ихъ не убиваетъ соляная кислота въ той концентраціи, въ какой она находится въ желудкѣ. Такъ напр. Falk[1]) наблюдалъ, что ядъ бугорчатки не нарушается при дѣйствіи желудочнаго сока. Контагій сибирской язвы — селезенка животныхъ, больныхъ сибирскою язвой — разрушается какъ желудочнымъ сокомъ, такъ и 0,11% соляною кислотою. Но споръ бактерій сибирской язвы большею частью не удавалось обезвредить слабою соляною кислотою или желудочнымъ сокомъ; достигуть этого можно было лишь въ нѣкоторыхъ случаяхъ. Эти данныя подтверждены Frank'омъ[2]).

«Запятовидная палочка,» вызывающая будто бы холеру, убивается очень легко слабою кислотою. Поэтому-

1) Falk, Virchow's Arch. Bd. 93. S. 117. 1883.
2) Edmund Frank, Deutsche med. Wochenschr. 1884. Nr. 24.

то и не удается заразить животныхъ введеніемъ этихъ палочекъ въ желудокъ. Но за то удается вызвать припадки, подобные холернымъ, впрыскиваніемъ чистыхъ культуръ этой палочки въ тонкія кишки или-же въ желудокъ послѣ предварительнаго впрыскиванія раствора соды[1]).

Бактеріи, вызывающія молочнокислое броженіе, повидимому оказываютъ гораздо большее сопротивленіе соляной кислотѣ. Во всякомъ случаѣ они встрѣчаются, пожалуй даже постоянно, въ кишечникѣ человѣка[2]), и послѣ принятія углеводовъ уже въ желудкѣ начинается незначительное молочнокислое и маслянокислое броженіе. Что подобное разложеніе можетъ быть вызвано и неорганизованными, «несформированными» ферментами, — часто было утверждаемо, но до сихъ поръ еще не доказано[3]). Въ нормальномъ калѣ человѣка находятся постоянно еще многіе другіе виды бактерій[4]). Между тѣмъ пока еще не рѣшено, попадаютъ-ли онѣ въ кишечникъ черезъ желудокъ или другимъ путемъ.

Если при патологическихъ условіяхъ, при т. н. катаррѣ желудка, отдѣленіе свободной соляной кислоты затруднено, количество доставляемой щелочной слизи увеличено, а въ исключительныхъ случаяхъ отдѣляется въ желудокъ пожалуй, даже, щелочный серозный транссудатъ, то кислотность содержимаго желудка значительно уменьшается; реакція можетъ сдѣлаться даже щелочною, и тогда всѣ ферментные организмы безпрепятственно размножаются[5]). Особенно много здѣсь образуется молочной и масляной кислоты. И уксусная кислота была также доказана. Послѣдняя по всей вѣроятности образовалась изъ алкоголя вслѣдствіе окисляющаго дѣйствія кислорода проглатываемаго воздуха. Алкоголь образуется при броженіи изъ углеводовъ. Бродиломъ-же пови-

1) Nicati et Rietsch, Rev. scientif. 1884. II. p. 658 или Semaine médicale. 18. Sept. 1884. R. Koch, Deutsche med. Wochenschr. 1884. Nr. 45.

2) H. Nothnagel, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1881. Nr. 2 и Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 3. S. 275. 1881.

3) См. Ferdinand Hueppe, Mittheilung. aus dem kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 2. S. 309. Berlin 1884. Nencki und Sieber, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 26. S. 40. 1882.

4) См. Berthold Bienstock, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 8. S. 1. 1884. L. Brieger, Zeitschr f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 306. 1884.

5) Въ работѣ W. de Bary, „Beitr. z. Kenntniss der niederen Organismen im Mageninhalte.“ (Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XX. S. 243. 1885) описаны микроорганизмы, появляющіеся въ содержимомъ желудка при патологическихъ условіяхъ; тамъ-же приведена прежняя литература по этому вопросу.

димому являются не только дрожжевые грибки, дѣйствительно встрѣчающіеся въ содержимомъ желудка, но и нѣкоторыя бактеріи [1]).

Когда образовавшіяся органическія кислоты достигнутъ пищевода, то онѣ вызываютъ вслѣдствіе раздраженія катаррально-пораженныхъ слизистыхъ оболочекъ пищевода и глотки ощущеніе т. н. ижоги. Этотъ симптомъ стараются обыкновенно устранить дачею углекислаго натрія или магнезіи и при этомъ забываютъ, что этимъ причина симптома не устраняется, а скорѣе усиливается. Свободныя кислоты нейтрализуются медикаментомъ, а размноженіе грибковъ и броженіе совершается тѣмъ интенсивнѣе. Единственное вѣрное леченіе ижоги должно, пожалуй, состоять въ томъ, чтобы заставить пацієнта голодать до тѣхъ поръ, пока желудокъ, сдѣлавшись пустымъ, не будетъ дезинфицированъ нормальною соляною кислотою.

Въ новѣйшее время часто производились изслѣдованія содержимаго желудка при различныхъ болѣзняхъ помощью желудочнаго насоса. Оказалось при этомъ, что въ желудочномъ сокѣ пацієнта часто недостаетъ свободной соляной кислоты [2]), но никогда нѣтъ недостатка въ пепсинѣ. Поэтому-то часто давали *слабую соляную кислоту противъ диспепсіи.* Многіе врачи будто-бы даже достигли при этомъ благопріятныхъ результатовъ. Но я тѣмъ не менѣе совѣтую не прибѣгать къ черезъ-чуръ смѣлому прописыванію à la longue свободной соляной кислоты, въ особенности при хроническихъ страданіяхъ желудка. Соляная кислота выдѣляется черезъ почки отчасти въ свободномъ состояніи. Кто знаетъ, не возлагаемъ-ли мы на этотъ органъ чрезмѣрную

---

1) L. Brieger, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 308. 1884.

2) Часто высказывали мнѣніе, будто свободная соляная кислота замѣняется иногда частью или совершенно молочною — и въ нормальномъ кишечномъ сокѣ, особенно часто при извѣстныхъ болѣзняхъ. На это даже ставили діагнозы; въ особенности полагали, что отсутствіе свободной соляной кислоты характеристично для рака привратника. Былъ также предложенъ рядъ удобныхъ реакцій для доказательства присутствія свободной соляной кислоты. Но эти реакціи не оказались дѣйствительными; не оправдалось также и то, будто при извѣстныхъ болѣзняхъ нѣтъ никогда соляной кислоты. Точно также не доказано, чтобы нормальный желудочный сокъ содержалъ когда-либо молочную кислоту. Кажется, что та молочная кислота, которую находятъ въ желудкѣ, никогда не образуется изъ железъ сычуга, а всегда изъ углеводовъ пищи. Критика обширной литературы по этому вопросу находится у A. Cahn'a и J. v. Mering'a. „Die Säuren des gesunden und kranken Magens." Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. XXXIX. S. 233. 1886.

работу и не ведетъ-ли это къ измѣненіямъ въ почечной ткани? Намъ не извѣстно также, въ какія еще ткани проникаетъ соляная кислота на пути отъ желудка къ почкамъ и какія она тамъ вызываетъ уклоненія отъ нормальнаго химизма. Уменьшеніе щелочности никогда не можетъ считаться индифферентнымъ факторомъ, потому что отъ степени щелочности зависитъ интенсивность окислительныхъ процессовъ, равно какъ и процессовъ разложенія, какъ это мы въ правѣ допустить по аналогіи химическихъ процессовъ внѣ тѣла. До тѣхъ поръ, пока мы все еще не будемъ въ состояніи лучше прослѣдить всѣ эти проявленія, намъ необходимо относиться съ чрезвычайною осторожностью къ столь энергически дѣйствующимъ средствамъ, какъ свободныя минеральныя кислоты. Въ большинствѣ случаевъ врачъ гораздо лучше поступитъ, если онъ заставитъ паціента голодать до тѣхъ поръ, пока вся стѣнка пустаго желудка не продезинфицируется сама по себѣ вслѣдствіе орошенія неразбавленнымъ нормальнымъ желудочнымъ сокомъ. Даже у слабыхъ анемичныхъ индивидовъ можно достигнуть, гораздо большаго, выжидая, пока послѣ болѣе продолжительнаго и полнаго голоданія желудокъ не будетъ дезинфицированъ и пока опять не наступитъ нормальное отдѣленіе; все упущенное изъ виду пополняется тогда гораздо успѣшнѣе, чѣмъ, если вводить искусственную соляную кислоту, или даже еще препараты «пепсина и пепсинное вино» (!) и уговаривать паціента принимать пищу, къ которой онъ инстинктивно питаетъ отвращеніе. Прописываніе препаратовъ пепсина, равно какъ и панкреатина ни къ чему не ведетъ.

Я желалъ бы обратить вниманіе еще и на то, что нераціонально начинать обѣдъ съ супа и употреблять во время обѣда напитки, потому что желудочный сокъ слишкомъ разжижжается и теряетъ свои дезинфицирующія свойства. Уже давно извѣстно важное діететическое правило, что не слѣдуетъ пить раньше нѣсколькихъ часовъ послѣ обѣда, когда наступаетъ дѣйствительная жажда. Замѣчательно, что здоровый инстинктъ дѣтей возстаетъ противъ супа. Во время свирѣпствованія холерной эпидеміи слѣдуетъ избѣгать всякой объемистой пищи и свести потребленіе напитковъ ad minimum для того, чтобы все содержимое желудка могло быть пересыщено соляною кислотою необходимой концентраціи.

Много ломали себѣ голову физіологи и врачи надъ рѣшеніемъ вопроса, *почему желудокъ не перевариваетъ самаго себя.* Ткани желудочной стѣнки состоятъ вѣдь изъ перевариваемыхъ веществъ: бѣлка и клея. Съ прекращеніемъ жизни наступаетъ въ самомъ дѣлѣ самопереваривaніе. Въ трупѣ человѣка часто находятъ часть слизистой оболочки желудка размягченною или совершенно распавшеюся; это явленіе особенно рѣзко выражено на трупахъ сильныхъ, здоровыхъ индивидовъ, умершихъ внезапно во время пищеваренія. Прежнее ученіе, будто «размягченіе желудка» является патологическимъ процессомъ intra vitam, теперь рѣшительно опровергнуто [1]). Что процессъ перевариванія не продолжается въ трупѣ, слѣдуетъ приписать исключительно только охлажденію. Если убить собаку во время пищеваренія и помѣстить ее въ сосудъ, нагрѣтый до температуры тѣла, то черезъ нѣсколько часовъ находятъ разрушеннымъ не только желудокъ, но и часть близлежащихъ органовъ — печени и селезенки. Отчего это разрушеніе не совершается въ живомъ организмѣ? Этотъ вопросъ былъ возбужденъ уже J. Hunter'омъ [2]) который рѣшилъ его въ томъ смыслѣ, что жизненный принципъ «Living principle» препятствуетъ самопереваривaнію. Cl. Bernard [3]) пытался опровергнуть это мнѣніе слѣдующимъ опытомъ. Онъ помѣщалъ конечность живой лягушки въ желудочный свищъ живой собаки. Конечность скоро была переварена, между тѣмъ какъ лягушка осталась жива. Такимъ образомъ «жизненный принципъ» не защитилъ лягушки отъ перевариванія. Pavy [4]) ввелъ ухо живаго кролика въ желудочный свищъ собаки. Большая часть кроличьяго уха переварилась черезъ нѣсколько часовъ; кончики были совершенно разрушены.

---

1) См. Elsässer, Die Magenerweichung der Säuglinge. Stuttgart und Tübingen. 1846. Тамъ-же критически разсмотрѣна прежняя литература. Мнѣніе Elsässer'a, что размягченіе желудка есть послѣсмертный процессъ, принято выдающимися патологоанатомами. Только какъ весьма рѣдкое, исключительное явленіе констатировано наступившее уже предъ смертью размягченіе и прободеніе желудка. (см. напр. W. Mayer, Gastromalacia ante mortem. Diss. inaug. Erlang. Leipzig. 1871.

2) J. Hunter, On the digestion of the stomach after death. Philosophical Transactions. 1772. June 18-th. и Observations on certain parts of the animal oeconomy. London. 1786.

3) Cl. Bernard, Leçons de physiologie expérim. etc. II. p. 406. Paris. 1856.

4) F. W. Pavy, On the gastric juice etc. Guy's Hospital Reports. Vol. II. p. 265. 1856.

Pavy [1]) думалъ найти объясненіе для противодѣйствія живой слизистой оболочки желудка въ обиліи этой послѣдней кровью. Постоянное быстрое орошеніе тканей щелочною кровью и щелочною лимфою не дозволяютъ будто-бы проявить свое дѣйствіе пепсину, который можетъ пептонизировать только въ кисломъ растворѣ. Какъ только прекратить кровообращеніе, наступаетъ немедленно самопереваріваніе. Pavy доказалъ, что послѣ перевязыванія кровеносныхъ сосудовъ желудка у собакъ часть слизистой оболочки переварилась, а у кроликовъ наступила даже перфорація (прободеніе) желудка. Когда онъ вскрылъ у собаки желудокъ и отдѣлилъ посредствомъ лигатуры часть противолежащей стѣнки, такъ-что отдѣленный кусокъ вдавался въ желудокъ, то этотъ кусокъ переваривался, точно проглоченный пищевой кусокъ. Pavy заключаетъ изъ этихъ опытовъ, что щелочи крови препятствуютъ самопереваріванію. Это объясненіе всѣми принято, но выводъ неправиленъ. Вѣдь не одни только щелочи доставляются вмѣстѣ съ кровью эпителіальнымъ клѣткамъ! Клѣтки железъ получаютъ вмѣстѣ съ кровью все то, что поддерживаетъ ихъ жизненныя отправленія. Если прекратить подвозъ пищи, то вмѣстѣ съ тѣмъ должны прекратиться и тѣ жизненныя отправленія, которыя оказывали сопротивленіе дѣйствію пепсиннаго фермента. Отчего *поджелудочная железа* не перевариваетъ самое себя? Вѣдь панкреатическій ферментъ дѣйствуетъ какъ въ нейтральномъ, такъ и въ щелочномъ растворѣ.

Стало быть «жизненнымъ принципомъ» здѣсь ничего нельзя объяснить. Или, лучше, мы должны сознаться, что передъ нами настоящая загадка. Но это вѣдь не новая загадка: подобно тому, какъ эпителіальная клѣтка пепсинной железы отдѣляетъ свободную соляную кислоту, а сама остается щелочною, эпителіальная клѣтка поджелудочной железы отдѣляетъ ферментъ, а сама остается свободною отъ фермента. Не видимъ-ли мы того-же самаго въ каждой растительной клѣткѣ! Клѣточный сокъ, окружающій протоплазму клѣтки, киселъ; сама-же клѣтка, какъ и всякая сокращающаяся протоплазма, щелочна. Клѣточный сокъ часто интенсивно окрашенъ; сама клѣтка, производящая красящее ве-

1) F. W. Pavy, On the immunity enjoyed by the stomach from being digested by its own secretion during life. Philosophical Transactions. Vol. 153 Part. I. p. 161. 1863. и On gastric erosion. Guy's Hospital Reports. Vol. 13. p. 494. 1868.

щество, безцвѣтна. Но коль скоро прекращается жизнь, коль скоро исчезаютъ доступныя нашему глазу жизненныя явленія, амебоидныя движенія, исчезаетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и загадочная способность отдѣлять вещества; законы диффузіи безпрепятственно вступаютъ въ силу: протоплазма пропитывается красящимъ веществомъ. Эту совершенно необъяснимую способность надлежащимъ образомъ отдѣлять и распредѣлять вещества, проявляетъ каждая клѣтка нашего тѣла (ср. выше стр. 160 и лекцію XVII).

Для подтвержденія своего взгляда, будто циркулирующая кровь препятствуетъ самопереваріванію, только благодаря своей щелочности, Pavy ссылается на то, что послѣ введенія въ желудокъ большихъ количествъ кислотъ самопереваріваніе наступаетъ и при ненарушенномъ кровообращеніи. Въ этомъ случаѣ, по мнѣнію Pavy, щелочи не въ состояніи болѣе препятствовать дѣйствію кислотъ. Онъ впрыснулъ въ желудокъ собаки 3 унціи (= 93 grm.) соляной кислоты, содержащихъ 3 драхмы (= 12 grm.) HCl. (!!) и тотчасъ послѣ этого перевязалъ привратникъ и пищеводъ, пощадивъ при этомъ сосуды (!). Спустя 1 ч. 40 м., собака пала, и произведенное тотчасъ вскрытіе показало, что слизистая оболочка желудка разрушена, и стѣнка его у заслонки (cardia) прободена. Но опытъ этотъ не даетъ права дѣлать какія-либо заключенія. Количество введенной соляной кислоты было черезъ-чуръ велико. Pavy могъ вызвать точно такое-же разрушеніе желудочной стѣнки и ѣдкимъ каліемъ. При помощи такихъ грубыхъ опытовъ нельзя проникнуть въ сокровеннѣйшія тайны жизни.

Не разъ уже пытались объяснить происхожденіе прободающей язвы желудка (ulcus ventriculi rotundum) самопереваріваніемъ. Но опасность самопереваріванія вовсе не такъ велика, какъ это прежде полагали. Многочисленныя наблюденія показали, что желудочная стѣнка проявляетъ послѣ всевозможныхъ механическихъ поврежденій ясновыраженную наклонность къ быстрому заживленію. Лучшими доказательствами въ пользу этого служатъ благопріятные исходы резекціи желудка у животныхъ и у человѣка. Самая вѣроятная гипотеза относительно происхожденія язвы желудка дана Virchow'ымъ [1]), который полагаетъ, что какое-то нарушеніе

1) Virchow въ его архивѣ. Bd. 5. S. 281. 1853.

кровообращенія составляетъ т. н. prius при этомъ процессѣ. Panum'y [1]) въ самомъ дѣлѣ удалось вызвать у собакъ вслѣдствіе эмболическаго закупориванія мельчайшихъ артерій слизистой оболочки желудка геморрагическіе инфаркты съ образованіемъ язвы. Этотъ результатъ вполнѣ согласенъ съ вышеприведеннымъ опытомъ Pavy. Но при круглой язвѣ желудка у человѣка только въ исключительныхъ случаяхъ можно было доказать предшествовавшее тромботическое или эмболическое закупориваніе. Поэтому прибѣгли къ тому предположенію, будто круглая язва желудка возникаетъ отъ ненормально увеличеннаго содержанія кислоты въ желудочномъ сокѣ или содержимомъ желудка. Но это предположеніе не имѣетъ рѣшительно никакой фактической опоры. Достойно также вниманія, что ulcus ventriculi располагается большею частью у привратника и на малой кривизнѣ и только въ исключительныхъ случаяхъ на днѣ, гдѣ кислотность всего болѣе. Этіологія круглой язвы желудка еще покрыта мракомъ.

Я долженъ еще сказать нѣсколько словъ о томъ, что къ функціямъ желудка слѣдуетъ также причислить и всасываемость пищевыхъ веществъ, которая начинается безъ сомнѣнія уже въ этомъ отдѣлѣ пищеварительнаго канала. Однако мы еще не знаемъ, какъ велика доля отдѣльныхъ пищевыхъ веществъ, исчезающая уже здѣсь. Техническія затрудненія, на которыя наталкивались до сихъ поръ при опытахъ, предпринятыхъ съ цѣлью рѣшить этотъ вопросъ, еще непреодолимо велики, а результаты отчасти противорѣчивы. Для ближайшаго ознакомленія съ современнымъ состояніемъ этого вопроса укажу на работы Tappeiner'a [2]), Anrep'a [3]) и Meade Smith'a [4]).

---

1) Panum, Virchow's Arch. Bd. 25. 1862.

2) H. Tappeiner, Ueber Resorption im Magen. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 16. S 497—507. 1880.

3) B. v. Anrep, Die Aufsaugung im Magen des Hundes. Du Bois's Arch. 1881. S. 504—514.

4) R. Meade-Smith, Du Bois's Arch. 1881. S. 481. (Опыты надъ лягушками).

ЛЕКЦІЯ Х^ая.

Кишечное пищевареніе. Поджелудочный сокъ и его ферментативное дѣйствіе. Ферменты вообще. Дѣйствіе поджелудочнаго сока на углеводы, жиры и бѣлковыя тѣла. Сущность и значеніе пептоновъ.

Время пребыванія пищи въ желудкѣ человѣка, какъ извѣстно, весьма различно. Оно зависитъ не только отъ качества пищи, но и отъ ея количества. И механическія условія — степень размельченія пищи, — играютъ также свою роль, а кромѣ того степень предшествовавшаго голода и вообще все мгновенное «настроеніе» желудка, состоящее изъ многихъ физическихъ и психическихъ моментовъ. Многочисленныя наблюденія на людяхъ съ желудочными свищами[1]) доказали, что различнаго рода пища пребываетъ въ здоровомъ желудкѣ отъ 3—10 часовъ. При патологическихъ условіяхъ время это продолжается гораздо больше, что доказано новѣйшими опытами, сдѣланными помощью желудочнаго насоса. Опорожненіе желудка совершается постепенно небольшими порціями. Это было наблюдаемо W. Busch'емъ[2]) надъ одной женщиною, у которой вслѣдствіе поврежденія рогомъ быка образовался недалеко отъ duodenum anus praeternaturalis, изъ котораго вытекало все содержимое желудка, не попадая въ другое отверстіе тонкихъ кишекъ. Первыя порціи принятой пищи появлялись уже черезъ 15—30 минутъ въ отверстіи свища.

Въ кишечникѣ пищевыя вещества тотчасъ-же подвергаются дѣйствію трехъ новыхъ отдѣленій, которыя имѣютъ

1) W. Beaumont, Новые опыты и наблюденія надъ желудочнымъ сокомъ и физіологія пищеваренія. Нѣмецкій переводъ B. Luden'a. Лейпцигъ 1834. O. v. Grünewaldt, Succi gastrici humani indoles physic. et chem. etc. Diss. Dorpati 1853. Ann. Chem. Pharm. Bd. 92. S. 42. 1854. L. v. Schröder, Succi gastrici humani vis digstiva. Diss. Dorpati 1853. F. Kretschy, Deutsches Arch. f. klin. Med. Bd. XVIII. S. 527. 1876. Jul. Uffelmann, Arch. f. klin. Med. Bd. XX. S. 535. 1877.

2) W. Busch, Arch. f. pathol. Anat. u. Physiol. Bd. 14. S. 140. 1858

щелочную реакцію: панкреатическаго сока, кишечнаго сока и желчи. Отъ этого кислая пищевая кашица, т. н. Chymus, постепенно нейтрализуется и въ нижней части кишечника она имѣетъ уже обыкновенно щелочную реакцію. Займемся прежде всего изученіемъ дѣйствія панкреатическаго сока.

Поджелудочная железа есть пищеварительная желѣза, κατ' ἐξοχήν. Ея секретъ, какъ намъ извѣстно, имѣетъ только пищеварительное дѣйствіе; онъ измѣняетъ химически всѣ группы пищевыхъ веществъ и дѣлаетъ ихъ пригодными для всасыванія. Бѣлковыя тѣла пептонизируются, крахмалъ расщепляется на растворимые углеводы, жиры-же переходятъ въ глицеринъ и жирныя кислоты. Поэтому у всѣхъ почти животныхъ есть отдѣленіе, дѣйствующее аналогично панкреатическому соку. У безпозвоночныхъ нѣтъ ни пепсиннаго пищеваренія, ни отдѣленія желчи. Но всюду, гдѣ только производились изслѣдованія, находятъ процессъ, аналогичный дѣйствію поджелудочной железы [1]). Даже у нисшихъ организмовъ — бактерій — этотъ процессъ замѣтенъ: жидкость, содержащая бактеріи, дѣйствуетъ на всѣ три главныя группы пищевыхъ веществъ подобно панкреатическому соку. Только у нѣкоторыхъ паразитовъ кишечника не нашли панкреатическихъ ферментовъ [2]). Телеологически это вполнѣ ясно: эти животныя плаваютъ вѣдь постоянно въ переваренной уже пищѣ.

Прежде чѣмъ приступить къ болѣе подробному разсмотрѣнію дѣйствія панкреатическаго сока у млекопитающихъ и у человѣка и разобрать подробнѣе химическія измѣненія, вызываемыя его ферментами на три главныя группы пищевыхъ веществъ, постараемся выяснить, что мы собственно знаемъ о природѣ и сущности **ферментовъ** вообще. Намъ приходилось уже часто употреблять это слово. Пора уже, наконецъ, предложить себѣ вопросъ: какое понятіе мы связываемъ съ этимъ словомъ.

---

1) Hoppe-Seyler, Ueber Unterschiede im chemischen Bau und der Verdauung höherer und niederer Thiere. Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 395. 1877. Ср. далѣе многочисленныя и обширныя работы по этому вопросу F. Plateau 1874—1877 и приблизительно въ то-же время появившіяся работы Frédéricq'a и Krukenberg'a. Литература вопроса о пищеваренiи низшихъ животныхъ подробно указана у Krukenberg'a: „Vergleichende physiologische Vorträge“ II, „Grundzüge einer vergleichenden Physiologie der Verdauung.“ Heidelberg. 1882.

2) L. Frédéricq. Bulletins de l'acad. roy de Belgique. 2 Sér. T. 46. Nr. 8. 1878.

Будемъ придерживаться прежде всего того, что мы дѣйствительно наблюдаемъ. Ферментовъ по всей вѣроятности еще никто не видѣлъ. Мы видимъ и наблюдаемъ только явленіе, которому предполагаемый ферментъ даетъ толчокъ. Явленіе это состоитъ во всѣхъ случаяхъ въ томъ, что сложное соединеніе распадается на болѣе простыя, причемъ освобождается живая сила — теплота. Значитъ, при всѣхъ явленіяхъ этого рода сила напряженія превращается въ живую силу. Атомы переходятъ изъ неустойчиваго равновѣсія въ устойчивое. Насыщаются болѣе сильныя сродства. Если мы воспользуемся данною раньше (стр. 38—41) терминологіей, то мы должны сказать: причиною въ болѣе тѣсномъ смыслѣ служитъ скопленная въ сложномъ молекулѣ сила напряженія, дѣйствіемъ является живая сила, и спрашивается только, что составляетъ «поводъ», «толчокъ», «освобождающую силу». Въ извѣстныхъ случаяхъ, но не во всѣхъ, считаютъ этимъ ферментъ. Поставимъ вопросъ такъ: что общаго между всѣми процессами этого рода и чѣмъ они отличаются другъ отъ друга? Рядъ примѣровъ выяснитъ намъ это.

Триглицеридъ азотной кислоты, т. н. нитроглицеринъ, распадается на углекислоту, воду, азотъ и кислородъ:

$$2[C_3H_5(ONO_2)_3] = 6CO_2 + 5H_2O + O + 6N$$

При этомъ развивается значительное количество теплоты. Атомы переходятъ изъ весьма неустойчиваго равновѣсія въ устойчивое равновѣсіе, ибо кислородъ, имѣющій незначительное сродство къ азоту и очень большое сродство къ углероду и водороду, вступилъ, связанный съ азотомъ, въ молекулъ и удаляется послѣ распада, связанный съ углеродомъ и водородомъ. Побужденіемъ служитъ к. н. механическое сотрясеніе — толчокъ, ударъ —, значитъ, движеніе, или теплота — воспламененіе, значитъ опять-таки движеніе.

Хлористый азотъ распадается со взрывомъ и съ значительнымъ образованіемъ свѣта и теплоты на свои элементы.

$$NCl_3 + NCl_3 = N_2 + Cl_2 + Cl_2 + Cl_2$$

Здѣсь мы тоже видимъ переходъ атомовъ изъ неустойчиваго равновѣсія въ устойчивое. Насыщаются болѣе силь-

ныя сродства. Многочисленныя причины побуждаютъ насъ предположить, что элементы въ несвязанномъ видѣ состоятъ не изъ отдѣльныхъ изолированныхъ атомовъ, а изъ молекуловъ. Сродство атомовъ кислорода другъ къ другу и атомовъ хлора другъ къ другу очевидно сильнѣе, чѣмъ сродство послѣднихъ къ первымъ. Поводомъ къ перемѣщенію служитъ какое-нибуть механическое сотрясеніе или повышеніе температуры. Іодистый азотъ, составленный аналогично хлористому азоту, взрываетъ особенно легко, если на него дѣйствуютъ извѣстныя періодическія сотрясенія, движенія волнъ опредѣленной скорости и длины. Можно показать, что онъ взрываетъ не только на пластинкѣ или струнѣ, издающей низкій тонъ, но и на такой, которая издаетъ высокій. Это явленіе очевидно аналогично созвучію извѣстныхъ, эластическихъ предметовъ, на которые падаютъ волны, исходящія отъ какого-нибудь другаго звучащаго предмета. Это созвучіе наступаетъ, какъ извѣстно, только при опредѣленной высотѣ тона. Точно такъ-же мы можемъ предположить, что когда волна, дѣйствующая на удоборазлагаемый молекулъ, имѣетъ опредѣленную длину, атомы подвижнаго молекула приводятся въ колебаніе и до того удаляются отъ своего неустойчиваго равновѣсія, что они переходятъ въ болѣе устойчивое.

Поводомъ къ взрыву хлористаго азота можетъ служить также соприкосновеніе съ извѣстными веществами; — таковыми считаются фосфоръ и кислородныя соединенія фосфора, селенъ, мышьякъ, нѣкоторыя вполнѣ опредѣленныя смолы (другія смолы не дѣйствуютъ), жирныя масла и т. д. Здѣсь мы также можемъ предположить, что при соприкосновеніи происходятъ извѣстныя движенія, что, пожалуй, колебанія теплоты — интенсивныя уже, какъ извѣстно, при обыкновенной температурѣ, — вытѣснены вслѣдствіе положенія встрѣчающихся молекуловъ на опредѣленные пути, и принимаютъ извѣстный ритмъ.

Хлорноватокислый калій распадается на хлористый калій и кислородъ. Поводомъ служитъ повышеніе температуры. Но это повышеніе вовсе не должно быть особенно велико въ присутствіи извѣстныхъ веществъ: перекиси марганца, окиси желѣза и окиси мѣди. Вслѣдствіе присутствія этихъ веществъ тепловыя волны, можетъ быть, такъ видоизмѣняются, что атомы хлорнокислаго калія легче при-

ходятъ въ колебанія и выходятъ изъ положенія неустойчиваго равновѣсія.

Перекись водорода распадается при соприкосновеніи съ платиной, золотомъ, серебромъ, перекисью марганца и т. д. Въ такихъ случаяхъ говорятъ о «контактномъ» или «каталитичечкомъ дѣйствіи». Мы можемъ вообразить, что и здѣсь явленіе совершается точно такъ-же, какъ и въ предъидущихъ примѣрахъ. Но здѣсь, какъ и тамъ, мы можемъ объяснить эти проявленія слѣдующимъ предположеніемъ: вещество, дѣйствующее «каталитически», притягиваетъ одинъ изъ атомовъ подвижнаго молекула. Дѣло не доходитъ до соединенія съ этимъ атомомъ; но атомы въ молекулѣ выводятся изъ неустойчиваго равновѣсія и переходятъ въ устойчивое.

Виноградный сахаръ распадается на алкоголь и углекислоту:

$$C_6H_{12}O_6 = 2CO_2 + 2C_2H_6O$$

Здѣсь происходитъ непосредственно доказанное повышеніе температуры. Съ этимъ также вполнѣ согласенъ прямо доказанный фактъ, что теплота сгоранія алкоголя меньше теплоты сгоранія того количества виноградаго сахара, изъ котораго онъ образовался. Такимъ образомъ часть скопленныхъ въ сахарѣ силъ напряженія превратилась при расщепленіи въ живую силу — въ теплоту. Атомы сахара перешли изъ состоянія неустойчиваго равновѣсія въ устойчивое. Насыщено болѣе сильное сродство. Сущность освобождающей силы въ этомъ случаѣ еще неизвѣстна. Несомнѣнно только то, что перемѣщеніе совершается лишь въ томъ случаѣ, когда выполнены два условія: во первыхъ, присутствіе живыхъ дрожжевыхъ клѣтокъ и, во вторыхъ, извѣстная температура — 10—40° С. По аналогіи съ выше приведенными примѣрами мы должны предположить, что и въ этомъ случаѣ поводомъ служитъ проявленіе движенія. Движеніе могло-бы явиться слѣдствіемъ жизненныхъ отправленій клѣтки. Но мы можемъ также предположить, что при обмѣнѣ веществъ въ клѣткѣ появляются извѣстныя вещества, дѣйствующія подобно катализирующимъ веществамъ въ вышеприведенныхъ примѣрахъ. Дрожжевыя клѣтки обозначаютъ словомъ «ферментъ».

Тростниковый сахаръ распадается на эквива-

лентныя количества декстрозы и лёвулозы. Здѣсь также доказано образованіе теплоты[1]). При этомъ разложеніи дрожжи также играютъ роль. Но для этого не требуется живой клѣтки: достаточна водная вытяжка изъ убитыхъ эфиромъ дрожжевыхъ клѣтокъ. Мы можемъ допустить, что атомы въ тѣхъ или другихъ молекулахъ этого экстракта находятся въ колебательномъ движеніи или что различные молекулы движутся другъ противъ друга, и что равнодѣйствующая этихъ движеній даетъ толчокъ къ распаду молекуловъ тростниковаго сахара. Предполагали, что въ дрожжевомъ экстрактѣ находится одинъ только химическій индивидъ, присутствіе котораго необходимо для проявленія процесса распаденія и назвали этотъ «ферментъ» «инвертиномъ»[2]); но это предположеніе пока еще ни на чемъ не основано. Объ опытахъ изолированія ферментовъ я скажу послѣ.

Крахмалъ при кипяченіи съ разбавленными кислотами распадается на молекулы виноградnаго сахара. При этомъ процессѣ нельзя прямо доказать развитія теплоты; но мы должны это допустить, потому что теплота сгоранія виноградnаго сахара меньше теплоты сгоранія крахмала. Поводомъ, можетъ быть, служитъ здѣсь движеніе, происходящее тогда, когда тепловое движеніе вслѣдствіе соотвѣтственнаго расположенія кислотныхъ и крахмальныхъ молекулъ направляется по извѣстнымъ, опредѣленнымъ путямъ. Или-же мы должны допустить, что молекулы сахара, изъ которыхъ образуется молекулъ крахмала, притягиваются кислотными молекулами, что здѣсь или вовсе не бываетъ никакого соединенія, или только скоропроходящее, но что молекулы сахара выводятся изъ положенія неустойчиваго равновѣсія и переходятъ въ устойчивое, а именно съ элементами воды. При переходѣ крахмала въ сахаръ происходитъ, какъ извѣстно, воспринятіе воды, равно какъ и при упомянутомъ распаденіи тростниковаго сахара и, вѣроятно, при всѣхъ подобнаго рода разложеніяхъ. Впрочемъ я коснусь еще этого пункта.

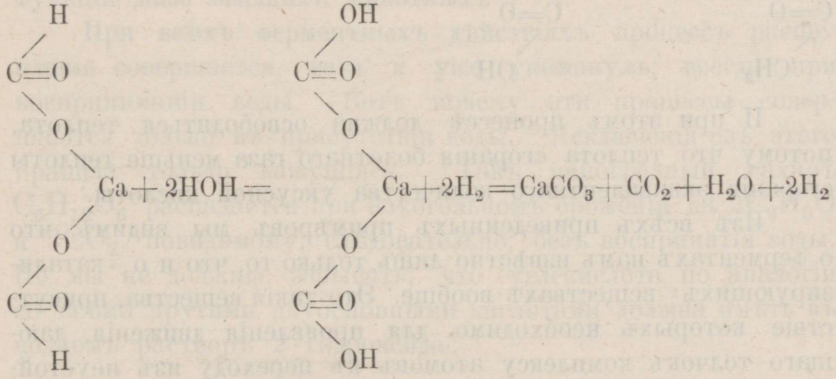
Крахмалъ можетъ распадаться уже при низкой температурѣ на мальтозу и декстринъ, если онъ встрѣчается съ извѣстными веществами, содержащимися въ зародышѣ про-

1) A. Kunkel, Pflüger's Archiv. Bd. 20. S. 509. 1879.

2) Eduard Donath, Berichte der deutschen chem. Ges. Bd. 8. S. 795. 1875. Bd. 11. S. 1089. 1878. M. Barth, ibid. Bd. 11. S. 474. 1878.

зябающаго ячменнаго зерна, или въ слюнѣ и панкреатическомъ сокѣ. Здѣсь также говорятъ о ферментахъ и думаютъ о химическихъ индивидахъ. Но эти гипотетическія вещества составляютъ, быть можетъ, лишь только условія для проявленія извѣстнаго рода движенія, дающаго толчокъ къ распаденію молекула крахмала. При распадѣ крахмала отъ дѣйствія ферментовъ нельзя доказать образованія теплоты. Maly[1]) наблюдалъ даже поглощеніе теплоты. Это нужно понимать слѣдующимъ образомъ. Крахмалъ не растворяется въ водѣ, продукты-же его расщепленія, напротивъ, растворимы. При ихъ растворѐніи, какъ и вообще при переходѣ изъ твердаго въ жидкое состояніе, должна быть связана теплота. Эта связанная теплота больше освобождающейся при расщепленіи. Что при расщепленіи освобождается теплота, слѣдуетъ непремѣнно изъ того факта, что теплота сгоранія мальтозы и декстрина меньше теплоты сгоранія эквивалентнаго количества крахмала.

Hoppe-Seyler[2]) и его ученики[3]) доказали, что муравьинокислый кальцій распадается отъ дѣйствія извѣстныхъ бактерій при воспринятіи воды на углекислую известь, углекислоту и водородъ:



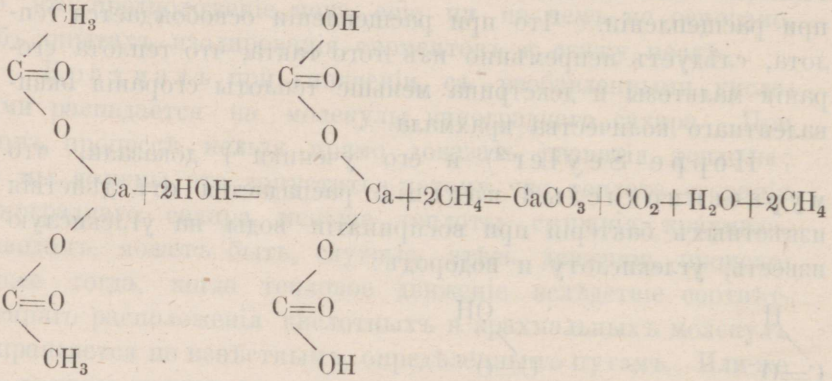
При этомъ процессѣ развивается теплота. Если убить бактеріи эфиромъ, то разложеніе будетъ все-таки продолжаться. Этотъ ферментъ напоминаетъ собою, слѣдовательно, «инвертинъ». Sainte-Claire Deville и De-

1) Maly, Pflüger's Arch. Bd. 22. S. 111. 1880.
2) Hoppe-Seyler, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 1. 1876.
3) Л. Поповъ, Pflüger's Arch. Bd. 10. S. 113. 1875.

bray[1]) сдѣлали важное открытіе, что то-же самое разложеніе муравьиной кислоты на углекислоту и водородъ вызывается также тонкоизмельченнымъ мелкимъ иридіемъ, родіемъ или рутеніемъ, добытыми мокрымъ путемъ черезъ возстановленіе. Платина или палладій, добытые точно такимъ-же образомъ, не обнаруживали этого дѣйствія.

Такимъ образомъ мы видимъ, *что живая клѣтка, органическое вещество и металлъ вызываютъ одно и то-же дѣйствіе.*

Съ разложеніемъ муравьиной кислоты вполнѣ аналогично совершающееся при точно такихъ-же условіяхъ разложеніе уксусной кислоты на углекислоту и болотный газъ:



И при этомъ процессѣ должна освободиться теплота, потому что теплота сгоранія болотнаго газа меньше теплоты сгоранія эквивалентнаго количества уксусной кислоты.

Изъ всѣхъ приведенныхъ примѣровъ мы видимъ, что о ферментахъ намъ извѣстно лишь только то, что и о «катализирующихъ» веществахъ вообще. Это такія вещества, присутствіе которыхъ необходимо для проявленія движенія, дающаго толчокъ комплексу атомовъ къ переходу изъ неустойчиваго подвижнаго — въ устойчивое равновѣсіе. Мы говоримъ о каталитическомъ дѣйствіи, когда вещество, которому это дѣйствіе приписывается, представляетъ собою извѣстное неорганическое соединеніе или элементъ. Если же мы имѣемъ дѣло съ неизвѣстными органическими веществами, то мы говоримъ о ферментативномъ дѣйствіи. Нѣтъ пока

1) H. Sainte-Claire Deville et H. Debray, Comp. rend. T. LXXVIII. 2. p. 1882. 1874.

никакого основанія дѣлать существенную разницу между образомъ дѣйствія организованныхъ, «сформированныхъ» ферментовъ — живущихъ одноклѣточныхъ существъ — и неорганизованныхъ, «несформированныхъ» ферментовъ. Гипотетически мы можемъ объяснить процессъ броженія въ обоихъ случаяхъ совершенно одинаково. Фактически-же мы знаемъ о роли несформированныхъ ферментовъ столь-же мало, какъ и о роли сформированныхъ.

Расщепленіе подъ вліяніемъ организованныхъ ферментовъ повидимому совершается въ самой живой клѣткѣ, а освобождающаяся при этомъ живая сила, кажется, находитъ себѣ примѣненіе въ жизненномъ процессѣ клѣтки. Въ пользу этого говоритъ тотъ фактъ, что алкогольное броженіе совершается тѣмъ интенсивнѣе, а количество сахара, отщепляющагося въ единицу времени, тѣмъ больше, чѣмъ меньше доступъ кислорода. При доступѣ кислорода является двойной источникъ живой силы для совершенія жизненныхъ отправленій: расщепленіе и окисленіе. Если-же прекратить доступъ кислорода, то вмѣстѣ съ тѣмъ одинъ источникъ прекращается, за то другой тѣмъ болѣе потребляется [1]). Этотъ фактъ весьма важенъ для пониманія жизненныхъ функцій даже высшихъ животныхъ [2])

При всѣхъ ферментныхъ дѣйствіяхъ процессъ расщепленія совершается, какъ я уже упомянулъ, всегда при восприниманіи воды. Вотъ почему эти процессы совершаются только въ присутствіи воды. Исключенія изъ этого правила только кажущіяся. Такъ виноградный сахаръ $C_6H_{12}O_6$ распадается при алкогольномъ броженіи на $2C_2H_6O$ и $2CO_2$, повидимому, слѣдовательно, безъ воспринятія воды. Но мы не должны забывать, что углекислота по аналогіи со всѣми другими двуосновными кислотами должна имѣть въ водномъ растворѣ 2 гидроксида:

---

1) Brefeld, Landw. Jahrb. v. Nathusius u. Thiel 1874. Heft I. Verhandl. d. Würzburger phys.-med. Gesell. N.-F. Bd. 8. S. 96. 1874. Pasteur, Etudes sur la bière. Paris 1876. Chapitre VI. p. 229. Hoppe-Seyler, Ueber die Einwirkung des Sauerstoffes auf Gährungen. Festschrift. Strassburg 1881. Nencki Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XXI. S. 299. 1886.

2) Фактъ, наблюдавшійся A. Fränkel'емъ (Virchow's Arch. Bd. 67. S. 283. 1876), что у собакъ вслѣдствіе затрудненнаго доступа кислорода распаденіе бѣлковъ удваивается, представляетъ собою, можетъ быть, аналогичное явленіе. Ср. также Herm. Oppenheim, Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 490 ff. 1880.

$$C(OH)_2 = O = CO_2 + H_2O$$

Маслянокислое броженіе: $C_6H_{12}O_6 = C_4H_8O_2 + 2CO_2 + 2H_2$ и молочнокислое броженіе: $C_6H_{12}O_6 = 2C_3H_6O_3$ повидимому тоже составляетъ исключеніе. Но по аналогіи съ другими броженіями мы должны предположить, что эти процессы совершаются при воспринятіи воды. Рекомендую по этому вопросу работы Hoppe-Seyler'a[1]) и Nenck'аго[2]).

Не разъ уже пытались изолировать несформированные ферменты. Бъ самомъ дѣлѣ удается получить изъ растворовъ, содержащихъ ферменты, осадки, которые еще обладаютъ ферментативными свойствами. Но мы не имѣемъ никакой поруки въ томъ, что эти всегда аморфные осадки представляютъ собою химическіе индивиды. Сколько разъ они ни подвергались элементарному анализу, всегда получался составъ весьма близкій къ составу бѣлковъ и пептоновъ. Мы вовсе не можемъ знать, не составляетъ-ли ферментъ, быть можетъ, лишь крошечной дробной части анализируемой смѣси веществъ, до того незначительной, что врядъ-ли она можетъ повліять на результатъ анализа.

Всѣмъ ферментамъ общи растворимость ихъ въ водѣ, осажденіе изъ этого раствора алкоголемъ и растворимость вновь въ водѣ послѣ осажденія. Большинство ферментовъ растворяется и въ глицеринѣ и осаждается изъ этого раствора алкоголемъ[3]). На этомъ прежде всего основаны всѣ произведенные до сихъ поръ опыты изолированія ферментовъ. Но указанныя свойства дѣлятъ съ ферментами еще многія другія составныя части тканей и отдѣленій. Поэтому для дальнѣйшаго отдѣленія нужно было употреблять еще другія средства. Извѣстные ферменты, какъ напр. пепсинъ, не диффундируютъ черезъ перепонки[4]), и всѣ они имѣютъ большую наклонность быть увлеченными при вы-

1) Hoppe-Seyler, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 14. 1876.
2) Nencki, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 17. S. 105. 1879.
3) v. Wittich, Pflüger's Arch, Bd. 2. S. 193. 1869 и Bd. 3. S. 339. 1870.
4) Красильниковъ. Медиц. вѣстникъ. 1864. См. далѣе: А. Шеффферъ. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1866. S. 641. v. Wittich. Pflüger's Arch. Bd. 5. S. 443. 1872. Olof Hammarsten, Om pepsinets indiffusibilitet. Upsala läkareförennings förhandlingar. Bd. 8. p. 565. 1873.

паденіи индифферентныхъ осадковъ[1]). И это свойство нашло себѣ также примѣненіе при попыткахъ изолированія. Описаніе всѣхъ этихъ методовъ повело бы меня слишкомъ далеко. Ссылаюсь поэтому на работы Brücke[2]), Даниловскаго[3]), Cohnheim'a[4]), Aug. Schmidt'a[5]), Hüfner'a[6]), Maly[7]), Kühne[8]), Barth'a[9]) и O. Loew'a[10]).

Каждый ферментъ развиваетъ maximum своего дѣйствія при вполнѣ опредѣленной температурѣ. Эта температура должна быть различна для пищеварительныхъ ферментовъ холодно- и теплокровныхъ животныхъ. Этого слѣдуетъ ожидать a priori на телеологическихъ основаніяхъ; да оно подтверждается и прямымъ наблюденіемъ.

Если извлечь посредствомъ разведенной соляной кислоты — 2—3 pro Mille — слизистую оболочку желудка не задолго до этого убитаго млекопитающаго, то получается т. н. искусственный желудочный сокъ, быстро пептонизирующій всѣ виды бѣлковъ при температурѣ тѣла. При обыкновенной температурѣ дѣйствіе это весьма незначительно и при 10^0 С. большею частью прекращается вполнѣ. При 0^0 С. никогда не удавалось констатировать даже слѣдовъ пищеваренія. Fick и Murisier[11]) нашли, что желудочный сокъ, полученный изъ слизистой оболочки желудка лягушки, щуки и форели, еще при 0^0 правильно растворяетъ свернувшійся бѣлокъ. Hoppe-Seyler[12]) подтвердилъ эти результаты: онъ нашелъ, что искусственный желудочный сокъ щуки переваривалъ хлопья фибрина быстрѣе при 15^0, чѣмъ при 40^0, и всего быстрѣе при 20^0. «При температурѣ

1) Brücke, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 43. S. 601. 1861. A. v. Heltzl, Beiträge zur Lehre vom Verdauungsfermente des Magensaftes. Dorpat 1864.

2) Brücke, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 37. S. 131. 1859 и Bd. 43. S 601. 1861.

3) Даниловскій, Virchow's Arch. Bd. 25. S. 279. 1862.

4) J. Cohnheim, ibid. Bd. 28. S. 241. 1863.

5) Aug. Schmidt, Ueber Emulsin u Legumin. Diss. Tübingen 1871.

6) Hüfner, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 5. S. 372. 1872.

7) Maly, Pflüger's Arch. Bd. 9. S. 592. 1874.

8) Kühne, Verhandlungen des naturhistor. med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. I. 1876.

9) M. Barth, Zur Kenntniss des Invertins. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 11. S. 474. 1878.

10) O. Loew, Pflüger's Arch. Bd. 27. S. 203. 1882.

11) Murisier, Verhandl. d. phys. med. Ges. zu Würzburg. Bd. 4. S. 120. 1873.

12) Hoppe-Seyler, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 395. 1877.

на нѣсколько градусовъ выше 0^0, сокъ дѣйствовалъ гораздо медленнѣе, чѣмъ при 15^0, но все-же довольно ясно.» Fick и Hoppe-Seyler выводятъ изъ этихъ фактовъ заключеніе, что въ желудочномъ сокѣ теплокровныхъ животныхъ содержится другой ферментъ, чѣмъ у хладнокровныхъ. Но я не вижу надобности дѣлать подобный выводъ. Одинъ и тотъ же ферментъ можетъ проявлять различныя свойства въ присутствіи различныхъ веществъ. Да и вообще, какъ я уже замѣтилъ, нѣтъ никакой надобности считать ферменты химическими индивидами. Можетъ быть, необходимо присутствіе и участіе многихъ веществъ для проявленія того рода движенія, которое даетъ толчокъ къ распаду сложнаго молекула.

Подобно пепсину, происходящему изъ различныхъ источниковъ, т. н. діастатическіе ферменты, происходящіе изъ различныхъ источниковъ и расщепляющіе крахмалъ, проявляютъ тоже при различной температурѣ maximum своего дѣйствія. Діастатическій ферментъ поджелудочной железы и слюны дѣйствуетъ всего быстрѣе при 37—40^0 С, ферментъ растущаго ячменя — пря 54—63^0 С[1]).

При нагрѣваніи водныхъ растворовъ, содержащихъ ферменты, выше 70^0 С. безформенные ферменты разрушаются точно такъ-же, какъ и форменные. Растворы оказываются тогда недѣйствующими, даже если они охлаждены. За то въ сухомъ видѣ ферменты могутъ быть подвержены очень высокой температурѣ, не теряя при этомъ своего дѣйствія. Hüfner[2]) нагрѣвалъ свой высушенный панкреатическій ферментъ до 100^0 С., и послѣдній не потерялъ своего дѣйствія. Alexander Schmidt[3]) и Salkowski доказали, что этимъ свойствомъ обладаетъ также пепсинъ. Salkowski[4]) нагрѣвалъ пепсинъ до 150^0 С., а панкреатическій ферментъ и инвертинъ впродолженіи нѣсколькихъ часовъ до 160^0 С. и показалъ, что они опять проявляли свое дѣйствіе послѣ охлажденія и смѣшенія съ водою. Въ этомъ явленіи желали найти средство для отличія безформенныхъ ферментовъ отъ форменныхъ. Но новѣйшія изслѣдованія показали, что извѣстныя

1) J. Kjeldahl, Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet Kjöbenhavn 1879. Maly's Jahresbericht für Thierchemie. 1879. S. 382.

2) Hüfner, Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 5. S. 372. 1872.

3) Alex. Schmidt, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1876. Nr. 29.

4) Salkowski, Virchow's Arch. Bd. 70. S. 158. 1877 и Bd. 81. S. 552. 1880. Ср. также Hüppe, Mittheil. d. kaiserl. Gesundheitsamtes. Bd. I. 1881.

бактеріи переносятъ въ видѣ споръ температуру 110—140° С., причемъ онѣ продолжаютъ жить и развиваться [1]).

Способность противостоять дѣйствію абсолютнаго алкоголя также считалась особеннымъ свойствомъ безформенныхъ ферментовъ, которымъ они будто-бы отличаются отъ форменныхъ. Но и эта способность свойственна спорамъ извѣстныхъ бактерій. Koch [2]) показалъ, что, напр., споры бактерій сибирской язвы могутъ находиться 110 дней въ абсолютномъ алкоголѣ, и что послѣдній ихъ не убиваетъ. Напротивъ того, эѳиръ при продолжительномъ дѣйствіи — 30 дней —, кажется, убиваетъ всѣ споры, между тѣмъ какъ, судя по произведеннымъ доселѣ опытамъ, безформенные ферменты имъ не убиваются. Подобно эѳиру синильная кислота, хлороформъ, бензолъ, тимолъ и терпентинное масло будто бы также убиваютъ только форменные ферменты, но не безформенные.

Послѣ этихъ соображеній и выводовъ относительно ферментовъ вообще вернемся къ **панкреатическому соку** и къ его ферментативнымъ дѣйствіямъ. Я уже упомянулъ, что панкреатическій сокъ дѣйствуетъ на всѣ три главныя группы пищевыхъ веществъ. Для объясненія этихъ трехъ дѣйствій допускали существованіе трехъ различныхъ ферментовъ. Но пока нѣтъ еще въ этомъ никакой надобности. Hüfner [3]) при своихъ многократныхъ попыткахъ изолировать панкреатическій ферментъ всегда получалъ препараты, которымъ свойственны были всѣ три ферментативныхъ дѣйствія.

Что касается прежде всего ихъ дѣйствія на **углеводы**, то въ особенности серьезно изучено превращеніе нерастворимаго крахмала. Процессъ перевариванія крахмала вовсе не такъ простъ, какъ раньше склонны были думать. До самаго послѣдняго времени полагали, что крахмалъ измѣ-

1) R. Koch und Wolffhügel, Mittheil. d. Kaiserl. Gesundheitsamtes. Bd. I. 1881. Max Wolff, Virchow's Arch. Bd. 102. S. 81. 1885.

2) Robert Koch, Ueber Desinfection. Mittheil. d. kais. Gesundheitsamtes. Bd. I. Berlin 1881.

3) Hüfner, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 5. S. 372. 1872. Относительно опытовъ изолированія трехъ различныхъ ферментовъ см. Данилевскій, Virchow's Arch. Bd. 25. S. 279. 1862. Lossnitzer, Einige Versuche über die Verdauung der Eiweisskörper. Diss Leipzig 1864. В. Пашутинъ, Du Bois's Arch. 1873, S. 382. Kühne, Verhandl. d. naturhist.-med. Ver. zu Heidelberg. N. F. I. 1876. Heidenhain и его ученикъ Подолинскій приходятъ къ тому результату, что ферментъ, растворяющій бѣлокъ, образуется не въ поджелудочной железѣ, а лишь при отдѣленіи изъ вещества, образовавшагося въ железѣ. Pflüger's Arch. Bd. 10. S. 557. 1875. и Bd. 13. S. 422. 1876. Ср. также. Giov. Weiss, Virchow's Arch, Bd. 68. S. 413. 1876.

няется отъ дѣйствія пищеварительныхъ ферментовъ слюны и панкреатическаго сока, равно какъ и отъ дѣйствія фермента ростущаго ячменя — »діастазы« — точно такъ-же какъ и при кипяченіи съ разведенной сѣрной кислотой, при чемъ, какъ извѣстно, крахмалъ превращается вполнѣ при воспринятіи воды въ виноградный сахаръ (декстрозу), а декстринъ появляется здѣсь лишь какъ переходная степень, какъ промежуточный продуктъ.

Но новѣйшими изслѣдованіями [1]) доказано, что количество образовавшагося сахара составляетъ только половину по вѣсу крахмала, и что это не виноградный сахаръ, а мальтоза ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$). Остальное составляетъ декстринъ, и этотъ декстринъ не можетъ превратиться въ сахаръ при дальнѣйшемъ дѣйствіи ферментовъ. Притомъ нашли два различныхъ декстрина; одинъ окрашивается іодомъ въ красный цвѣтъ, другой-же іодомъ не окрашивается. Кромѣ того доказано, что промежуточный продуктъ между крахмаломъ и декстриномъ представляетъ собою особый углеводъ, т. н. «растворимый крахмалъ», окрашивающійся іодомъ еще въ синій цвѣтъ. Наконецъ, выяснилось, что и первоначальный крахмалъ не есть чистый химическій индивидъ, что концентрическіе слои его зерна составлены изъ различныхъ углеводовъ въ различномъ количественномъ отношеніи.

Въ живомъ организмѣ конечные продукты расщепленія крахмала во всякомъ случаѣ отличаются отъ конечныхъ продуктовъ при искусственномъ перевариваніи внѣ тѣла: крахмалъ, какъ кажется, всецѣло превращается въ виноградный сахаръ. Уже при болѣе продолжительномъ искусственномъ панкреатическомъ перевариваніи крахмала видно,

1) Musculus, Compt. rend. T. 50. p. 785. 1860 или Ann. chim. et phys. III. Série. T. 60. p. 203. 1860. Compt. rend. T. 68. p. 1267. 1869. T. 70. p. 857. 1870. T. 78. 2. p. 1413. 1874. Ann. chim. et phys. V. Série. T. 2. p. 385. 1874. Payen, Ann. chim. et phys. IV. Série. T. 4. p. 286. 1865. L. Coutaret, Compt. rend. T. 70. p. 382. 1870. Aug. Schwarzer, Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 1. S. 212. 1870. E. Schulze u. Märker, Dingler's polytech. Journ. Bd. 206. S. 245. 1872. Brücke, Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 65. Abth. 3. S. 126. 1872. C. O'Sullivan, Journ. of Chem. Soc. Ser. II. Vol. X, p. 579. 1872. E. Schulze, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 7. S. 1048. 1874. Nägeli, Beiträge zur Kenntniss der Stärkegruppe. Leipzig. 1874. O. Nasse, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 473. 1877. Musculus und v. Mering, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 395. 1878. Bd. 2. S. 403. 1878. Musculus und G. Gruber, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 177. 1878. Ср. также обозрѣніе работъ у v. Mering'a, Du Bois's Arch. 1877. S. 389—395.

какъ на ряду съ мальтозою постепенно появляется виноградный сахаръ (декстроза)[1]). Въ крови и въ тканяхъ нельзя доказать присутствія мальтозы и декстрина[2]), а у діабетика, который не въ состояніи разрушать углеводы, послѣ принятія крахмала появляется въ мочѣ только виноградный сахаръ.

Объ измѣненіяхъ, претерпѣваемыхъ клѣтчаткою, мы знаемъ столь-же мало, какъ и о судьбѣ декстрина въ кишечникѣ. Внѣ тѣла клѣтчатка не измѣняется ни панкреатическимъ сокомъ, ни отъ дѣйствія какого нибудь другаго пищеварительнаго отдѣленія. Въ дѣйствительности однако въ кишечникѣ исчезаетъ, какъ мы уже видѣли (стр. 80—81) значительная часть ея. Я полагаю, что эпителіальныя клѣтки кишечника обладаютъ способностью, благодаря дѣйствію ферментовъ, растворять клѣтчатку и, можетъ быть, превращать даже декстринъ въ сахаръ. Эта способность не разъ наблюдалась у одноклѣточныхъ существъ. Напомню только описанныя мною уже свойства Vampyrell'ы (стр. 4—5), разрушающей стѣнку клѣтки водорослей. Нѣкоторые авторы того мнѣнія, что клѣтчатка вообще не служитъ питательнымъ веществомъ для нашего тѣла, а расщепляется въ кишкахъ чужеядными бактеріями на углекислоту и болотный газъ. Что такое расщепленіе клѣтчатки отъ дѣйствія бактерій въ самомъ дѣлѣ существуетъ, несомнѣнно доказано опытами Hoppe-Seyler'а[3]), дѣлающими вѣроятнымъ существованіе подобнаго же расщепленія въ пищеварительномъ каналѣ[4]). Сомнительно только, разлагается-ли такимъ образомъ вся исчезающая въ пищеварительномъ каналѣ клѣтчатка[5]).

---

1) Musculus и v. Mering, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 2. S. 403. 1879. Horace T. Brown и John Heron, Liebig's Annalen. S. 204 и 228. 1880.

2) На появленіе коллоидныхъ углеводовъ въ крови воротной вены находятся намёки у v. Mering'a, Du Bois's Arch. 1877. S. 413 и у A. M. Bleile, Du Bois's Arch. 1879. S. 70. Во всякомъ случаѣ, здѣсь можетъ быть рѣчь лишь о незначительныхъ количествахъ, появляющихся, пожалуй, лишь въ исключительныхъ случаяхъ. Что большая часть декстрина превращается въ сахаръ— слѣдуетъ прямо изъ опытовъ Bleile, который послѣ кормленія исключительно декстриномъ замѣтилъ увеличеніе содержанія сахара въ крови воротной вены.

3) Hoppe-Seyler, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 16. S. 122. 1883 и Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 10. S. 404. 1886.

4) H. Tappeiner, Zeitschr. f. Biol. Bd. 20. S. 52. 1884.

5) Срав. H. Weiske, Chem. Centralbl. Bd. 15. S. 285. 1884. Henneberg и Stohmann, Zeitschr. f. Biol. Bd. 21. S. 613. 1885.

На **жиры** панкреатическій сокъ производитъ такое же ферментативное дѣйствіе, какъ и на углеводы; происходитъ расщепленіе при воспринятіи воды. Жиры, какъ извѣстно, представляютъ собою эѳирныя соединенія, трехатомнаго спирта, глицерина съ тремя молекулами одноосновныхъ кислотъ, преимущественно стеариновой, пальмитиновой и олеиновой. Кромѣ того, въ нѣкоторыхъ жирахъ содержатся еще въ незначительномъ количествѣ летучія жирныя кислоты, какъ напр. масляная — въ жирахъ молока. Отъ дѣйствія панкреатическаго фермента жировой молекулъ распадается при воспринятіи 3-хъ молекуловъ воды на глицеринъ и три молекула жирной кислоты. Это дѣйствіе панкреатическаго сока было открыто Bernard'омъ [1]). Какъ велика та отщепляющаяся такимъ образомъ часть жировъ въ кишечникѣ, нельзя точно опредѣлить. Вѣроятно, она чрезвычайно мала, ибо расщепленіе жировъ совершается — по крайней мѣрѣ при искусственномъ пищевареніи — чрезвычайно медленно; всасываніе-же жировъ совершается очень скоро. Между тѣмъ вполнѣ достаточно, если расщепляется хотя-бы весьма незначительная часть жировъ, потому что отъ этого вся жировая масса пріобрѣтаетъ способность превращаться въ нѣжную эмульсію и въ такой формѣ проходить сквозь кишечную стѣнку.

Эмульгированіе жировъ совершается слѣдующимъ образомъ. Нейтральные жиры, какъ извѣстно, могутъ только подъ вліяніемъ свободныхъ щелочей «омыляться,» т. е., распадаться на глицеринъ и жирнокислыя щелочи — «мыла.» *Углекислыя щелочи вовсе не дѣйствуютъ ни на нейтральные жиры, ни на глицериды жирныхъ кислотъ, но онѣ дѣйствуютъ на свободныя жирныя кислоты:* углекислота вытѣсняется изъ солей болѣе сильною кислотою, и образу-

1) Bernard, Ann. de Chim. et de Physique. III Série. T. 25. p. 474. 1849. Ср. также Ogata, du Bois's Arch. 1881. S. 515. По этому изслѣдованію, произведенному въ лабораторіи Ludwig'a, расщепленіе жировъ начинается уже въ желудкѣ. Такой-же результатъ полученъ уже Marcet'омъ: The medical times and gazette. New series. Vol. 17. p. 210. 1858. Распаденіе жировъ въ желудкѣ совершается, по всей вѣроятности, не отъ дѣйствія безформеннаго фермента желудочнаго сока, а подъ вліяніемъ гнилостныхъ микроорганизмовъ. Распаденіе жировъ, которое наблюдалось при искусственномъ панкреатическомъ пищевареніи, объяснялось точно такимъ-же образомъ. Новѣйшіе опыты Nenck'аго (Arch. f. exp. Pathol. и Pharm. Bd. 20. S. 373. 1886) показали однако, что панкреатическій ферментъ разлагаетъ въ присутствіи фенола столько-же жира, сколько и въ отсутствіи антисептическаго вещества.

ется жирнокислая щелочь. Жирныя кислоты и нейтральные глицериды смѣшиваются самымъ тѣснымъ образомъ въ любой пропорціи. Въ такой-то смѣси жира и небольшаго количества жирной кислоты молекулы жировыхъ кислотъ находятся всюду между молекулами нейтральныхъ глицеридовъ. Если на такую смѣсь дѣйствуетъ растворъ углекислаго натрія, то образуется растворъ мыла всюду между молекулами нейтральныхъ жировъ. Отъ этого вся жировая масса тотчасъ превращается въ нѣжную эмульсію, состоящую изъ микроскопически малыхъ капелекъ. Совершенно свѣжій нейтральный жиръ не эмульгируется растворомъ соды. Но если взять «прогоркłый» жиръ, т. е., такой, въ которомъ освободилась уже часть жирныхъ кислотъ отъ дѣйствія ферментовъ гніенія, или если смѣшать нейтральный жиръ съ небольшимъ количествомъ свободныхъ жирныхъ кислотъ, то эмульгированіе тотчасъ-же совершается. Если прибавить къ разбавленному содовому раствору прогорклаго масла, то при первомъ умѣренномъ толчкѣ отъ взбалтыванія видно, какъ слои обѣихъ жидкостей соединяются; все превращается въ непрозрачную, совершенно равномѣрную, молочнобѣлую жидкость. При микроскопическомъ изслѣдованіи видно, что жиръ распался на мельчайшія капельки.

Подобно углекислому натрію или калію дѣйствуютъ еще и другіе растворы щелочныхъ солей, которые связываютъ свободныя жирныя кислоты и могутъ образовать мыла, напр., фосфорнокислый натрій состава Na_2HPO_4. Эта соль даетъ съ жирными кислотами мыла и кислый фосфорнокислый натрій: NaH_2PO_4. Подобнымъ же образомъ дѣйствуетъ, какъ мы это скоро увидимъ, желчь вслѣдствіе содержанія въ ней легко разлагающихся щелочныхъ солей[1]).

Углекислый натрій содержится въ панкреатическомъ сокѣ, потому что изъ анализа золы[2]) мы узнаемъ,

---

1) Эмульгирующее дѣйствіе растворовъ щелочныхъ солей давно уже извѣстно въ технической химіи: оно примѣняется при окрашиваніи въ „türkischroth“. На его физіологическое значеніе впервые обратилъ вниманіе Marcet: The medical Times and Gazette. New series Vol. 17. p. 209. 1858. Далѣе, Brücke, Sitzungsber. der Wiener Akad. Math.-nat. Classe. Bd. 61. Abth. 2. S. 362. 1870. Ср. также J. Steiner, du Bois's Arch. 1874. S. 286. Joh. Gad, ibid. 1878. S. 181. Georg Quincke, Pflüger's Arch. Bd. 19. S. 129. 1879 и Max von Frey, du Bois's Arch. 1881. S. 382.

2) Bidder und Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau und Leipzig 1852. S. 245. Сѣрная кислота, о которой сообщено въ анализѣ, не должна быть принята въ разсчетъ, такъ какъ она образовалось лишь при озоленіи изъ сѣры бѣлка.

что отдѣленіе это содержитъ больше натрія, чѣмъ сколько его необходимо для насыщенія имѣющихся здѣсь крѣпкихъ минеральныхъ кислотъ. Съ остаткомъ связываются двѣ слабыя кислоты: бѣлокъ и углекислота. Весьма богатъ углекислымъ натріемъ кромѣ того, какъ это мы вскорѣ увидимъ, и кишечный сокъ. Отъ дѣйствія этихъ щелочныхъ отдѣленій жиръ распадается въ мельчайшія капельки, а послѣднія уносятся описаннымъ уже образомъ (стр. 3—6), благодаря активому участію эпителіальныхъ клѣтокъ и лейкоцитовъ, въ начала лимфатическихъ путей.

Намъ осталось еще разсмотрѣть дѣйствіе панкреатическаго отдѣленія на третью главную группу питательныхъ веществъ на **бѣлки**. Послѣдніе отъ дѣйствія панкреатическаго фермента, равно какъ желудочнаго фермента, теряютъ свои коллоидныя свойства: они дѣлаются способными къ просачиванію [1]) и не могутъ уже болѣе свертываться; они превращаются въ «**пептоны**». Подобное превращеніе претерпѣваютъ и клейдающія вещества; они растворяются, и растворы теряютъ способность превращаться на холодѣ въ студень [2]).

Въ пептонизирующемъ дѣйствіи панкреатическаго сока долгое время сомнѣвались, пока Corvisart [3]) не поставилъ этого внѣ всякаго сомнѣнія. Вслѣдъ за этимъ, Kühne [4]) присутствовавшій при опытахъ Corvisart'а, произвелъ въ Германіи самыя тщательныя изслѣдованія по этому вопросу. Kühne добылъ сокъ отъ 11 собакъ съ временными свищами поджелудочной железы и нашелъ, что онъ въ теченіи $^1/_2$—3 часовъ при 40° С. «такъ сильно разлагаетъ громадныя количества свареннаго фибрина и бѣлка безъ малѣйшаго слѣда явленій гніенія, что большая часть превращается въ массу, свертывающуюся при температурѣ кипѣнія и легко диффундирующую сквозь растительный пергаментъ.»

Послѣ изрѣзыванія на мелкіе куски ножницами только что вырѣзанной поджелудочной железы и оставленія ея съ большими количествами фибрина и воды при 40° на 3—6

1) Мнѣнія, высказанныя о легкой просачиваемости пептоновъ, оспаривались. См. v. Wittich, Berlin. klin. Wochenschr. 1872. Nr. 37.

2) См. Fr. Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 299. 1878. Тамъ-же приведена и прежняя литература.

3) Corvisart, Sur une fonction peu connue du pancreas: la digestion des aliments azotées. Gaz. hebdom. 1857. Nr. 15, 16, 19.

4) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 39. S. 130. 1867.

час., «она вмѣстѣ съ фибриномъ растворялась; осталась лишь весьма незначительная часть». Реакція была и по растворенiи щелочная. Лишь небольшая часть растворенiаго бѣлка могла быть осаждена уксусною кислотой и кипяченіемъ [1]). Отфильтрованнный растворъ былъ сгущенъ при 60—70° С. до $^1/_6$ своего объема и смѣшанъ съ 95% спиртомъ. Вслѣдствіе этого пептоны получились въ хлопьевидномъ осадкѣ. Когда отфильтрованный растворъ былъ сгущенъ и охлажденъ, раньше всего выдѣлился тирозинъ въ видѣ кристалловъ, а затѣмъ при дальнѣйшемъ сгущенiи — лейцинъ, также въ кристаллахъ друзами — въ видѣ «лейциновыхъ шаровъ».

382 чч. сухаго фибрина и 15.2 чч. сухой поджелудочной железы дали:

11.0	нераствор. остатка	53.5
42.0	свернувшагося бѣлка	
211.2	пептона	256.1
13.3	тирозина	
31.6	лейцина	

397.2 — 53.5 = 343.7 бѣлка растворилось.

Изъ этого слѣдуетъ, что 100 чч. фибрина дали 61 чч. пептона, 3.9 чч. тирозина, 9.1 чч. лейцина и 26 чч. пока еще неизвѣстныхъ продуктовъ.

Можно было-бы предположить, что амидокислоты — лейцинъ и тирозинъ — отщепились отъ бѣлковаго молекула не подъ вліяніемъ панкреатическаго фермента, а только благодаря ферментативному дѣйствію гнилостныхъ микроорганизмовъ. Поджелудочная железа и ея сокъ — въ высшей степени способныя къ гніенію вещества, а щелочная реакція благопріятствуетъ развитію гнилостныхъ микроорганизмовъ. Это вообще неудобство, дѣлающее изслѣдованіе искусственнаго панкреатическаго пищеваренія гораздо труднѣе, чѣмъ изслѣдованіе желудочнаго пищеваренія. Въ

1) О промежуточныхъ ступеняхъ при переходѣ бѣлковъ въ пептоны, равно какъ и при панкреатическомъ и желудочномъ пищеваренiи: глобулинѣ, acid-albumin'ѣ, „парапептонѣ," „пропептонѣ," „альбумозахъ" и т. д. см. Meissner, Zeitschr. f. rat. Med. III. Reihe. Bd. 7. S. 1. 1859. Brücke, Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 37. S. 131. 1859. Kühne und Chittenden, Zeitschr. f. Biol. Bd. 19. S. 159. 1883. Bd. 20. S. 11. 1884. Bd. 22. S. 409. 1886. R. Herth, Monatshefte f. Chem. Bd. 5. S. 266. 1884. Kühne, Verhandl. d. nat. med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 3. S. 286. 1885. Schmidt-Mülheim, du Bois's Arch. 1880. S. 36.

самомъ дѣлѣ намъ извѣстно, что отъ дѣйствія гнилостныхъ микроорганизмовъ образуются изъ бѣлка пептоны и амидокислоты. Но Kühne оспариваетъ это на основаніи опытовъ[1]), произведенныхъ при примѣненіи антисептической салициловой кислоты. Онъ доказалъ, что салициловая кислота, взятая въ такой концентраціи, которая препятствуетъ развитію гнилостныхъ зародышей, не уничтожаетъ дѣйствія панкреатическаго фермента, и что и при этихъ условіяхъ все еще образуются амидокислоты.

Kühne того мнѣнія, что и въ кишечникѣ живущаго животнаго образуются амидокислоты. Онъ перевязалъ живой собакѣ кишечникъ выше выводнаго протока поджелудочной железы и на 4 фута ниже, ввелъ въ оба конца перевязаннаго куска канюли и проводилъ воду, нагрѣтую до 40° С., до тѣхъ поръ пока она не стала вытекать обратно чистою. Послѣ этого онъ ввелъ въ перевязанную часть кишечника фибринъ и закрылъ брюшную полость. По прошествіи 4 часовъ собака была убита, а упомянутая часть кишечника вырѣзана. Въ содержимомъ послѣдней можно было доказать присутствіе пептона, тирозина и лейцина.

Что количество амидокислотъ, образовавшихся въ кишкахъ при нормальныхъ условіяхъ, значительно, — сомнительно уже a priori по телеологическимъ соображеніямъ. Это было бы вѣдь расточеніемъ химическихъ силъ напряженія, превращающихся при расщепленіи безцѣльно въ живую силу, а соединеніе продуктовъ такого сильнаго расщепленія вновь внѣ кишечной стѣнки весьма невѣроятно. И въ самомъ дѣлѣ, Schmidt-Mülheim[2]) при многочисленныхъ изслѣдованіяхъ содержимаго кишекъ у собакъ, кормленныхъ мясомъ, могъ констатировать всегда лишь слѣды или же полное отсутствіе амидокислотъ.

При кипяченіи бѣлковыхъ тѣлъ съ разведенными кислотами и щелочами раньше всего появляются также пептоны, а затѣмъ уже амидокислоты.

Спрашивается теперь: *въ чемъ заключается сущность этого процесса превращенія, вслѣдствіе котораго изъ бѣлка получается пептонъ?*

Такъ какъ пептонъ появляется какъ промежуточная

1) Kühne, Verhandl. d. naturhistor. med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 1. Heft 3. 1876.

2) Schmidt-Mülheim, du Bois's Arch. 1879. S. 39.

ступень при образованіи изъ бѣлка несомнѣнныхъ продуктовъ расщепленія амидокислотъ, то легко предположить, что пептоны представляютъ собою ни что иное, какъ первые продукты расщепленія. Аналогія ферментативнаго дѣйствія и дѣйствія кислотъ и щелочей на сложныя органическія соединенія извѣстнаго состава положительно говоритъ въ пользу этого. При всѣхъ подобнаго рода явленіяхъ совершается расщепленіе при воспринятіи воды. Тѣ-же самые панкреатическіе ферменты, которые расщепляютъ жиры при воспринятіи воды на глицеринъ и жирныя кислоты, а крахмалъ — на декстринъ и сахаръ, превращаютъ также и бѣлки въ пептоны. Нѣтъ ничего ближе аналогичнаго вывода, что и пептоны образуются изъ бѣлковъ вслѣдствіе расщепленія послѣднихъ съ воспринятіемъ воды.

Есть что-то соблазнительное, заманчивое въ предположеніи, будто коллоидные и нерастворимые бѣлки представляютъ собою полимеризаціонные продукты растворимыхъ пептоновъ, точно такъ-же какъ коллоидные, нерастворимые углеводы — гликогенъ, камедь, крахмалъ, клѣтчатка, — дѣйствительно представляютъ собою продукты полимеризаціи растворимыхъ видовъ сахара; будто молекулы пептоновъ послѣ всасыванія опять соединяются въ бѣлковые молекулы, какъ молекулы сахара въ гликогенъ (въ тканяхъ животнаго) или въ крахмалъ и клѣтчатку (въ тканяхъ растенія). Но мы не должны забывать, что это предположеніе представляетъ собою лишь выводъ по аналогіи. Вѣрнаго мы пока о сущности пептоновъ ничего не знаемъ. Мы не знаемъ, составляютъ-ли они продукты расщепленія бѣлка, — еще менѣе, одинаковы-ли между собою или различны происшедшіе продукты расщепленія —, или-же пептоны образуются изъ бѣлковъ вслѣдствіе перемѣщенія атомовъ безъ измѣненія величины молекула, или вслѣдствіе воспринятія воды.

При произведенныхъ доселѣ изслѣдованіяхъ состава пептоновъ дѣлали крупную ошибку, не работая надъ чистымъ матеріаломъ. Изъ бѣлковыхъ тѣлъ, служащихъ для добыванія пептоновъ, отдавали предпочтеніе «фибрину» крови (ср. ниже 13 лекцію). Мы не знаемъ, сколько различныхъ бѣлковыхъ тѣлъ соединено въ фибринномъ сгусткѣ. Но мы вѣрно знаемъ, что въ этомъ сгусткѣ находятся ядра и остатки распавшихся лейкоцитовъ, даже цѣлые лейкоциты, значитъ, цѣлые организмы и стромы красныхъ кровяныхъ шариковъ.

Элементарный-же анализъ конгломерата веществъ и сравненіе его съ анализомъ смѣси продуктовъ превращенія, не можетъ дать удовлетворительныхъ результатовъ. И, не смотря на это, подобнаго рода изслѣдованія все-таки принадлежатъ къ самымъ точнымъ въ литературѣ о пептонахъ[1]). Въ настоящее время, когда мы въ состояніи добыть кристаллическія бѣлковыя соединенія, всѣ изслѣдованія состава пептоновъ, исходящія отъ другаго матеріала, не заслуживаютъ вниманія.

Такъ какъ не удается кристаллизовать пептоны изъ ихъ растворовъ, или же добыть кристаллизующіяся ихъ соединенія, или, по крайней мѣрѣ, соединенія постояннаго состава, то Maly[2]) и предложилъ путь частичнаго осажденія для рѣшенія вопроса, содержитъ-ли растворъ пептона, полученный изъ фибрина крови чрезъ искусственное пепсинновое пищевареніе, только одинъ пептонъ или-же смѣсь различныхъ пептоновъ. Maly «смѣшивалъ прозрачный, сильно сгущенный пептонный растворъ съ крѣпкимъ спиртомъ до тѣхъ поръ, пока часть пептона не выдѣлилась въ видѣ склеивающихся хлопьевъ (I осадокъ); фильтратъ былъ вновь осажденъ алкоголемъ (II осадокъ), а оставшійся алкогольный растворъ, наконецъ, выпаренъ (III осадокъ).» Если-бы въ пептонномъ растворѣ были различные пептоны, то слѣдовало-бы ожидать, что различныя фракціи будутъ имѣть различный составъ; мы не можемъ вѣдь предположить, чтобы различные пептоны обладали вполнѣ одинаковою степенью растворимости въ водномъ алкоголѣ. При элементарномъ анализѣ упомянутыхъ трехъ осадковъ Maly получилъ до того согласныя числа, что онъ приходитъ къ заключенію, будто образовался только одинъ пептонъ. Такого-же результата добился и ученикъ Maly, Herth[3]), изслѣдованія котораго произведены по тому-же принципу съ пептонными растворами изъ куринаго бѣлка.

Меня числа Maly и Herth'a не успѣли убѣдить въ справедливости такого вывода. Въ особенности жаль, что при элементарныхъ анализахъ не было опредѣлено содержаніе сѣры въ упомянутыхъ частичныхъ осадкахъ. Въ со-

1) Ср. критику R. Maly въ Pflüger's Arch. Bd. 20. S. 315. 1879.
2) R. Maly, ibid. Bd. 9. S. 585. 1874.
3) Robert Herth, (Maly's Laboratorium in Graz), Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. I. S. 277. 1877. Ср. также A. Henninger, De la nature et du rôle physiologique des peptones. Paris. 1878. Compt rend. T. 86. p. 1413, 1464. 1878.

держаніи сѣры можно было-бы скорѣе, всего ожидать разницы. Если мы будемъ разсматривать бѣлки какъ соединенія пептоновъ, то уже въ виду того, что содержаніе сѣры въ различныхъ видахъ бѣлковъ весьма различно (ср. выше стр. 60) мы должны будемъ допустить существованіе различныхъ пептоновъ: — богатыхъ сѣрою и бѣдныхъ ею, сѣросодержащихъ и не содержащихъ. Если же, напротивъ того, разсматривать пептоны не какъ продукты расщепленія бѣлковъ, то должно допустить существованіе столькихъ различныхъ пептоновъ, сколько существуетъ различныхъ бѣлковъ. Такимъ образомъ, явствуетъ, что пептоновъ во всякомъ случаѣ много.

Количественныя опредѣленія содержанія углерода, водорода и азота въ самыхъ чистыхъ изъ извѣстныхъ доселѣ препаратовъ пептоновъ дали числа, находящіяся въ предѣлахъ, между которыми колеблется составъ бѣлковъ[1]).

На вопросъ, долженъ-ли весь бѣлокъ пептонизироваться, прежде чѣмъ онъ подвергнется всасыванію, или же часть его можетъ восприниматься въ неизмѣненномъ видѣ, переходятъ-ли пептоны послѣ всасыванія опять въ бѣлки, и гдѣ совершается это превращеніе — на всѣ эти вопросы мы вскорѣ постараемся дать отвѣтъ (12 лекц.) послѣ того, какъ нами будетъ разсмотрѣна роль остальныхъ пищеварительныхъ отдѣленій — кишечнаго сока и желчи.

Къ уклончивымъ результатамъ пришли въ новѣйшее время Kühne и Chittenden: Zeitschr. f. Biol. Bd. 22. S. 423. 1886. Объясненіе этого противорѣчія должно быть предоставлено дальнѣйшимъ изслѣдованіямъ Рѣшеніе вопроса о сущности пептоновъ старались подвинуть впередъ тѣмъ, что производили сравнительныя изслѣдованія оптическихъ свойствъ бѣлковъ и пептоновъ, ихъ способности лучепреломленія и отношеніе къ поляризованному свѣту. Но и эти изслѣдованія не привели къ согласнымъ, недвусмысленнымъ результатамъ. См. J. Béchamp, Compt. rend. T. 94. p. 883. 1882. А. Пель, „О происхожденіи и образованіи пептоновъ внѣ пищеварительнаго аппарата и объ обратномъ переходѣ пептоновъ въ бѣлки.“ Дерптская диссертація. С. Петербургъ. Ретгеръ. 1882 и Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1883. S. 1152. Фактъ, наблюдавшійся Данилевскимъ, что теплота сгоранія пептоновъ меньше теплоты сгоранія бѣлковъ (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1881. Nr. 26 и 27) можетъ быть также истолкованъ различно. Этотъ фактъ согласуется какъ съ гипотезою расщепленія, такъ и съ предположеніемъ, будто сущность пептонизаціи заключается въ воспринятіи воды. Далѣе, въ новѣйшее время многократно утверждали, будто пептоны отъ дѣйствія агентовъ, отнимающихъ воду, вновь превращаются въ бѣлки. Но всѣ эти указанія имѣютъ характеръ „предварительныхъ сообщеній.“ Поэтому критическое ихъ разсмотрѣніе не можетъ быть помѣщено въ учебникѣ. См. Henninger, Compt. rend. T. 86. p. 1464. 1878. Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 206. 1878. Bd. 4. S. 267. 1880. Данилевскій, Centralblatt f. d. med. Wiss. 1880. Nr. 42. Schmidt-Mülheim, du Bois's Arch. 1880. S. 36. А. Пель, l. c. и Ber. d. deutschen chem. Ges. 1881. S. 1355 и 1883. S. 1163. Ср. также O. Loew, Pflüger's Arch. Bd. 31. S. 405. 1883.

ЛЕКЦІЯ XI[ая].

Кишечный сокъ и желчь.

Добываніе и изслѣдованіе **кишечнаго сока**, отдѣленія Lieberkühn'овыхъ железъ въ чистомъ видѣ, впервые сдѣлалось возможнымъ, лишь благодаря смѣлой вивисекціи Thiry[1]). Thiry вскрывалъ у собакъ, ничего не ѣвшихъ впродолженіи сутокъ, брюшную полость, сдѣлавъ разрѣзъ по Linea alba. Вынувъ петлю тонкихъ кишекъ, онъ вырѣзывалъ кусокъ длиною отъ 10 до 15 cm., избѣгая по возможности поврежденія брыжейки. Края раны кишекъ были соединены обыкновеннымъ швомъ. Одинъ конецъ вырѣзаннаго куска кишки былъ замкнутъ скрещеннымъ кишечнымъ швомъ и вправленъ обратно, другой-же, открытый конецъ былъ вшитъ въ брюшную рану. Хотя Thiry не зналъ еще антисептическаго метода леченія ранъ, ему все-таки удавалось въ нѣкоторыхъ случаяхъ избѣгать перитонита и быстро залѣчивать рану. На 2—5 день животныя могли уже принимать пищу въ укороченный кишечникъ и оставались здоровыми впродолженіи многихъ мѣсяцевъ. Quincke[2]) повторялъ многократно эти опыты: одна изъ взятыхъ имъ для опыта собакъ прожила послѣ операціи 9 мѣсяцевъ и погибла случайною смертью.

Механическими и химическими раздраженіями, особенно кислотами можно было вызвать въ этой изолированной части кишекъ обильное отдѣленіе кишечнаго сока. Послѣдній легко было получить для изслѣдованія, вкладывая губки, которыя черезъ нѣкоторое время вынимали и выжимали.

---

1) Thiry, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 50. S. 77. 1864.
2) H. Quincke, Du Bois's Arch. 1868. S. 150. Срав. также Leube Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1868. S. 289.

Противъ возможнаго возраженія, будто полученное такимъ образомъ отдѣленіе не представляетъ нормальнаго сока, Thiry и Quincke приводятъ слѣдующіе доводы. 1) При микроскопическомъ изслѣдованіи кишечной стѣнки, даже спустя нѣсколько мѣсяцевъ послѣ операціи, не были обнаружены никакія измѣненія въ гистіологическомъ строеніи, въ особенности Lieberkühn'овыхъ железъ. 2) Кровообращеніе въ брыжейкѣ и иннервація повидимому не были нарушены; механизмъ рефлексовъ сохранился. 3) Кишечные паразиты продолжали жить въ изолированной части кишекъ, именно одна круглая глиста и одна ленточная (Taenia Serrata); послѣдняя по временамъ отдѣляла созрѣвшіе членики, наполненные яйцами. Если принять во вниманіе, что эти животныя могутъ существовать только при довольно опредѣленныхъ условіяхъ, что большая часть кишечныхъ червей живетъ въ опредѣленныхъ отдѣлахъ пищеварительнаго канала и только у извѣстныхъ животныхъ, то и этотъ послѣдній аргументъ окажется немаловажнымъ.

Отдѣленіе, полученное изъ изолированной части кишекъ, оказалось *недѣйствующимъ на всѣ три главныя группы органическихъ пищевыхъ веществъ:* жиры и крахмалъ остались неизмѣненными. Изъ бѣлковыхъ тѣлъ по указаніямъ Thiry былъ растворенъ только фибринъ крови, но не другіе виды бѣлковъ: куски мышцъ, свернутый куриный бѣлокъ. Клей не потерялъ своей способности превращаться въ студень. Quincke не могъ даже констатировать дѣйствія на фибринъ; онъ нашелъ, что кишечный сокъ вообще недѣйствуетъ на всѣ пищевыя вещества. Къ тому-же результату пришелъ и K. B. Lehmann[1]) при изслѣдованіи отдѣленія изолированной части кишечника козы. Были также неоднократно производимы опыты искусственнаго перевариванія посредствомъ вытяжекъ изъ слизистой оболочки кишечника различныхъ животныхъ. И при этихъ опытахъ или вовсе не наблюдалось дѣйстві на данное пищевое вещество, или

1) Karl B. Lehmann, Pflüger's Archiv. Bd. 33. S. 180. 1884. Срав. также J. Wenz, Zeitschr. f. Biolog. Bd. 22. S. 1. 1886. Къ совершенно противоположному результату пришелъ L. Vella (Moleschott's Unt. zur Naturlehre u. s. w. Bd. 13. S. 40. 1881) при повтореніи опытовъ Thiry надъ собаками: онъ нашелъ, что кишечный сокъ дѣйствуетъ на всѣ главныя группы пищевыхъ веществъ. Пока невозможно еще объяснить это противорѣчіе.

же замѣчалось весьма незначительное образованіе сахара изъ вареная крахмала. Послѣднему наблюденію не слѣдуетъ однако придавать особеннаго значенія, потому что ферментъ, медленно дѣйствующій на вареный крахмалъ, можно извлечь изъ любой ткани.

Наконецъ, въ послѣднее время производились опыты надъ дѣйствіемъ кишечнаго сока у человѣка Demant'омъ[1]), который въ клиникѣ Leube въ Эрлангенѣ имѣлъ возможность въ одномъ случаѣ Anus praeternaturalis послѣ герніотоміи получить совершенно чистый кишечный сокъ изъ нижней части кишечника.

Изъ того свищеваго отверстія, которое соотвѣтствовало нижнему отрѣзку кишечника, »выпячивалась часть кишекъ на подобіе колбасы.« Обыкновенно изъ этого отверстія вытекало лишь немного сока; но послѣ ѣды сокъ вытекалъ въ значительномъ количествѣ, и его можно было собирать въ сосудъ, который держали такъ, чтобы онъ не соприкасался со слизистой оболочкою кишечника. Такимъ путемъ получалось въ день 15—25 ccm. секрета. Значитъ, отдѣленіе совершалось независимо отъ какого-либо прямаго химическаго или механическаго раздраженія слизистой оболочки, только вслѣдствіе нормальнаго рефлекторнаго возбужденія, исходившаго изъ верхнихъ частей пищеварительнаго канала. Это убѣждаетъ насъ въ томъ, что Demant, по всей вѣроятности, имѣлъ дѣло съ нормальнымъ отдѣленіемъ, а не съ воспалительнымъ трансудатомъ слизистой оболочки, вызваннымъ ненормальнымъ раздраженіемъ.

Этотъ человѣческій кишечный сокъ, изслѣдованный Demant'омъ, какъ оказалось, совершенно не дѣйствуетъ ни на всѣ бѣлковыя тѣла, не исключая фибрина, ни на жиры. Лишь на вареный крахмалъ онъ оказывалъ незначительное дѣйствіе, наступавшее во многихъ опытахъ всегда только черезъ 5 часовъ при 36—38° C. Раньше этого времени нельзя было доказать даже слѣдовъ сахара.

Если, такимъ образомъ, кишечный сокъ вовсе не дѣйствуетъ на пищевыя вещества — то каково-же его значеніе? Не даетъ-ли намъ какихъ-либо указаній на этотъ счетъ его химическій составъ? Quincke нашелъ, что кишечный сокъ чрезвычайно бѣденъ органическими состав-

1) Bernh. Demant, Virchow's Archiv. Bd. 75. S. 419. 1879.

ными частями, — всего лишь 0,5 %, преимущественно бѣлокъ. По Thiry это количество нѣсколько больше. Количество неорганическихъ солей найдено обоими изслѣдователями = 0,9 %. Между этими солями первое мѣсто занимаетъ углекислый натрій. Какъ Thiry, такъ и Quincke видѣли, что кишечный сокъ начиналъ шипѣть послѣ прибавленія кислотъ. То-же самое сообщаетъ Demant относительно кишечнаго сока человѣка.

Значеніе кишечнаго сока очевидно слѣдуетъ искать въ значительномъ содержаніи въ немъ углекислаго натрія. Его задача состоитъ въ нейтрализаціи кислотъ содержимаго кишечника и въ эмульгированіи жировъ избыткомъ углекислаго натрія (ср. выше стр. 189), причемъ ему предстоитъ насыщеніе не только соляной кислоты желудочнаго сока, но, кромѣ того, еще иногда гораздо большаго количества кислоты, образующейся въ пищеварительномъ каналѣ вслѣдствіе маслянокислаго и молочнокислаго броженія. Стало быть, отдѣленіе углекислаго натрія черезъ стѣнку кишечника должно совершаться тѣмъ оживленнѣе, чѣмъ кислѣе содержимое кишечника, ибо, какъ только углекислый натрій былъ-бы насыщенъ, всасываемость жировъ должна бы пріостановиться. Наступленію этого препятствуетъ извѣстный механизмъ рефлексовъ. Thiry и Quincke замѣтили, что отдѣленіе щелочнаго кишечнаго сока тотчасъ-же начинало совершаться скорѣе, коль скоро слизистая оболочка кишекъ была раздражаема кислотами.

Противъ того предположенія, что эмульгированіе и всасываніе жировъ совершаются подъ вліяніемъ углекислаго натрія кишечнаго сока, было сдѣлано возраженіе, что всасываніе жировъ начинается уже въ верхней части кишечника, гдѣ его содержимое имѣетъ всегда еще кислую реакцію. Можно видѣть во время пищеваренія, какъ лимфатическіе сосуды двѣнадцатиперстной кишки окрашены въ бѣлый цвѣтъ вслѣдствіе наполненія жировыми капельками; да притомъ содержимое всѣхъ тонкихъ кишекъ до слѣпой обнаруживаетъ иногда кислую реакцію [1]). Въ отвѣтъ на это я позволю себѣ обратить вниманіе, что здѣсь не имѣется въ виду реакція внутри пищевой кашицы, а только реакція на поверхности соприкасанія пищеваго кома съ всасывающею

1) Ph. Cash, Du Bois's Arch. 1880. S. 323.

нишечною стѣнкою. Благодаря упомянутому уже механизму рефлексовъ реакція эта остается всегда щелочною.

Мнѣ кажется, что углекислый натрій кишечнаго сока имѣетъ еще другое значеніе. Пища пропитывается въ желудкѣ соляною кислотою, молекулы послѣдней находятся между мельчайшими частицами органическихъ пищевыхъ веществъ. Если въ кишечникѣ просачивается въ эти частицы растворъ углекислаго натрія, такъ что между ними образуется хлористый натрій и освобождается углекислота, то освобождающаяся углекислота должна разъединять мельчайшія частицы органическихъ пищевыхъ веществъ. Должно произойти разрыхленіе всей пищевой кашицы, и пищеварительные ферменты должны получить доступъ ко всѣмъ частямъ послѣдней. Вотъ какъ совершается быстрое разложеніе пищевыхъ веществъ въ кишкахъ.

Въ заключеніе я не могу умолчать о томъ, что въ противоположность моему пониманію дѣйствія кишечнаго сока существуетъ еще другой взглядъ, отстаиваемый Hoppe-Seyler'омъ. Hoppe-Seyler[1]) учитъ, «что отдѣльный кишечный сокъ, какъ отдѣленіе Lieberkühn'овыхъ железъ или слизистой оболочки кишекъ, по всей вѣроятности, не существуетъ, что во всякомъ случаѣ до сихъ поръ еще не доказано его существованіе». Близкое сходство качественнаго состава воображаемаго кишечнаго сока съ составомъ плазмы крови и лимфы будто-бы говоритъ за то, что жидкость, добытая Thiry изъ сдѣланнаго имъ кишечнаго свища, была ни что иное, какъ трансудатъ, вызванный ненормальнымъ раздраженіемъ.

Противъ этого предположенія я бы желалъ поставить вопросъ: какъ объяснить тотъ фактъ, что содержимое кишечника, имѣющее въ верхней части тонкихъ кишекъ — послѣ послѣдовавшей примѣси сока поджелудочной железы и желчи еще кислую реакцію, въ нижней части тонкихъ кишекъ имѣетъ ясно щелочную реакцію, несмотря на продолжающееся молочнокислое и маслянокислое броженіе[2]).

---

1) Hoppe-Seyler, „Physiol. Chem.“ Berlin 1881. S. 270 u. 275. Ср. Arthur Hanau, Zeitschr. f. Biol. Bd. 22. S. 195. 1886.

2) Уклончивое сообщеніе находится у Schmidt-Mülheim'a (Du Bois's Arch. 1879. S. 56.), который нашелъ у 6 собакъ, кормленныхъ вываренным мясомъ, реакцію содержимаго нижней части тонкихъ кишекъ слабощелочною.

Изъ отдѣленій, изливающихся въ пищеварительный каналъ, намъ осталось еще разсмотрѣть одно, а именно секретъ печени — **желчь**. Отдѣленіе желчи не составляетъ единственнаго отправленія печени. Это можно тотчасъ узнать, если сравнить величину печени и незначительное количество отдѣляемой ею желчи съ величиною другихъ железъ и количествомъ ихъ отдѣленій. Печень человѣка вѣситъ 1500—2000 grm. и отдѣляетъ въ теченіи сутокъ 400—600 grm. желчи[1]). Околоушная железа, вѣсящая всего лишь 24—30 grm., отдѣляетъ въ то-же время 800—1000 grm. слюны. Уже этотъ простой единичный фактъ дѣлаетъ вѣроятнымъ то, что печень должна имѣть еще другія функціи. О многочисленныхъ сложныхъ химическихъ процессахъ въ этой железѣ и объ образованіи желчи изъ составныхъ частей крови мы поговоримъ впослѣдствіи (18 лекц.). Теперь-же насъ прежде всего долженъ интересовать готовый секретъ и его значеніе для явленій, совершающихся въ кишечникѣ.

Разсмотрѣнные нами до сихъ поръ пищеварительныя отдѣленія, если упустить изъ виду неизолируемые ферменты, не содержатъ никакихъ специфическихъ составныхъ частей. Они состоятъ, насколько наши познанія достаточны, только изъ такихъ веществъ, которыя распространены по всему нашему тѣлу. Въ желчи-же, напротивъ того, главную массу сухаго вещества составляютъ вполнѣ специфическія органическія соединенія, которыя вообще или вовсе не встрѣчаются въ животномъ тѣлѣ, или же встрѣчаются въ крайне незначительныхъ количествахъ. Разсмотримъ подробнѣе эти соединенія.

Главную составную часть желчи образуютъ натріевыя соли двухъ сложныхъ кислотъ: гликохолевой и тау-

1) О методахъ накладыванія желчныхъ свищей и опредѣленія количества желчи, отдѣляющейся впродолженіи 24. часовъ, см. Schwann, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1844. S. 127. Blondlot, Essai sur les fonctions du foie etc. Paris 1846. Bidder u. Schmidt, Die Verdauungssäfte u. der Stoffwechsel. Leipzig und Mitau 1852. S. 98. Количество желчи, отдѣляющееся въ сутки у людей съ желчными свищами, опредѣлили J. Ranke, Die Blutvertheilung u. der Thätigkeitswechsel der Organe. Leipzig 1871. S. 39 u. 145. v. Wittich, Pflüger's Arch. Bd. 6. S. 181. 1872. H. Westphalen, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XI. S. 588. 1873. Gerald F. Yeo u. E. F. Herroun, Journ. of physiol. VI. 5. p. 116. 1884. Суточное отдѣленіе желчи, найденное у человѣка, во всякомъ случаѣ слишкомъ мало, потому что при свищахъ желчнаго пузыря, наблюдавшихся у человѣка, ductus choledochus оставался открытымъ, и часть желчи вытекала въ кишечникъ. При опытахъ надъ животными, когда желчный протокъ былъ перевязанъ, удалось найти сравнительно съ вѣсомъ тѣла гораздо большія количества желчи. Bidder и Schmidt (l. c. p. 114—209) нашли у собаки на 1 Kgrm. вѣса тѣла 13—29 grm. желчи въ сутки, у кошки среднимъ числомъ 14,5, у овцы — 25,4, у кролика 136,8.

рохолевой. Первая изъ этихъ кислотъ распадается при кипяченіи съ кислотами и щелочами, равно какъ при дѣйствіи ферментовъ, съ воспринятіемъ воды, на безазотистую кислоту — холалевую — и на азотъ-содержащій парный членъ — гликоколь; вторая кислота распадается на холалевую кислоту и на азотъ, и сѣрусодержащій парный членъ — таурин[1]).

Не смотря на многочисленныя изслѣдованія[2]), составъ холалевой кислоты намъ еще мало извѣстенъ. Кажется, что холалевыя кислоты, добытыя изъ желчныхъ кислотъ различныхъ животныхъ, имѣютъ различный составъ, не смотря на сходство большей части физическихъ и химическихъ свойствъ. Для холалевой кислоты человѣческой желчи H. Bayer нашелъ формулу $C_{18}H_{28}O_4$; для весьма тщательно изслѣдованной холалевой кислоты желчи быка найдена формула $C_{24}H_{40}O_5$.

Составъ гликоколя (глицина) намъ точно извѣстенъ. Его можно добыть синтетически изъ однохлористоуксусной кислоты и амміака, значитъ, онъ представляетъ собою амидоуксусную кислоту: $CH_2(NH_2)COOH$. Въ свободномъ видѣ нельзя доказать присутствія этого соединенія въ животномъ тѣлѣ, но оно встрѣчается вмѣстѣ съ другою кислотою, но не съ холалевою, какъ гиппуровая кислота. Мы вскорѣ встрѣтимся еще съ нею. Она образуется въ тѣлѣ несомнѣнно изъ бѣлка. Искусственно ее можно добыть изъ клея кипяченіемъ съ разведенными кислотами, а клей есть вѣдь производное бѣлка. Благодаря добыванію ея изъ клея, амидоуксусная кислота и получила названіе «гликоколь» (сладкій клей).

---

1) Основаніемъ для всѣхъ позднѣйшихъ работъ о желчныхъ кислотахъ служатъ работы Adolf'a Strecker'a въ Liebig's Annalen. Bd. 65. S. 130. 1848. Bd. 67. S. 1. 1848 и Bd. 70. S. 149. 1849. Изъ новѣйшихъ работъ я обращаю вниманіе на работу Heinrich'a Bayer'a, сдѣланную въ лабораторіи Hoppe-Seyler'a въ Страссбургѣ „Ueber die Säuren der menschlichen Galle“ (Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 3. S. 293. 1879). Тамъ же приведена прежняя литература.

2) Въ новѣйшее время особенно старательно изслѣдовалъ составъ холалевой кислоты Tappeiner, Zeitschrift f. Biol. Bd. 12. S. 60. 1876. Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 87. Abth. 2. April 1878. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 12. S. 1627. 1878. Ср. также Лачиновъ, Ber. d deutsch. chem. Ges. Bd. 12. S. 1518. 1879. Bd. 13. S. 1052 u. 1911. 1880. Bd. 15. S. 713. 1882. Bd. 18. S. 3039. 1885; далѣе, Hammarsten, Nova Acta Reg. Soc. Scient. Upsal. Ber. III. 1881. Кучеровъ, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 12. S. 2325. 1879 и Cléve, Compt. rend. T. 91. p. 1073. 1880 и Oefversigt af Kongl. Vetenskaps. Akad. förh. Nr. 4. 1882.

Что таурин̈ъ образуется изъ бѣлка — видно уже по его содержанію сѣры. Синтезъ его удалось найти Kolbe[1]) слѣдующимъ путемъ: хлористо-этилосульфокислое серебро $C_2H_4ClSO_3Ag$., нагрѣтое въ запаянной трубкѣ вмѣстѣ съ концентрированнымъ воднымъ амміакомъ до 100° С., даетъ хлористое серебро и амидоэтилосульфокислоту: $C_2H_4(NH_2)SO_3H$. Послѣдняя вполнѣ тождественна съ тауриномъ, добытымъ изъ желчи.

Количественное отношеніе тауро- и гликохолевой кислоты въ желчи различныхъ млекопитающихъ различно: въ желчи быка преобладаетъ гликохолевая; желчь плотоядныхъ содержитъ, повидимому, только таурохолевую; это во всякомъ случаѣ относится къ желчи собаки[2]). Въ желчи человѣка количественное отношеніе обѣихъ кислотъ измѣняется, но всегда преобладаетъ гликохолевая[3]). Jakobsen нашелъ даже въ одномъ случаѣ, что желчь человѣка вовсе не содержала сѣры. Въ трехъ другихъ случаяхъ сѣра находилась въ желчи только въ видѣ сульфата[4]).

Къ специфическимъ составнымъ частямъ желчи принадлежатъ, далѣе, ея красящія вещества, изъ которыхъ въ желчи большей части позвоночныхъ содержатся два: бурокрасное — билирубинъ и зеленое — биливердинъ. Второе легко образуется изъ перваго черезъ окисленіе. Смотря по тому, какое изъ этихъ веществъ имѣетъ перевѣсъ, а также по ихъ количеству, желчь имѣетъ желтый, бурый или зеленый цвѣтъ. Оба красящія вещества добыты въ кристаллическомъ видѣ. Формула билирубина: $C_{32}H_{36}N_4O_6$, а биливердина: $C_{32}H_{36}N_4O_8$[5]). Они стоятъ въ близкой генетической связи съ гематиномъ,

1) Kolbe, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 122. B. 33. 1862.

2) Strecker, ibid. Bd. 70. S. 178. 1849. Hoppe-Seyler, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 89. S. 283. 1863.

3) O. Jacobsen, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 6. S. 1026. 1873. Трифановскій, Pflüger's Arch. Sd. 9. S. 492. 1874. Соколовъ, ibid. Bd. 12. S. 54. 1876. Hammarsten, Upsala Läkareförenings förhandlingar. 13. 574. 1878. Hoppe-Seyler, „Physiologische Chemie." Berlin 1881. S. 301. Gerald F. Yeo и E. F. Herroun, Journ. of physiol. Vol. 5. p. 116. 1884.

4) O. Jacobsen, l. c. p. 1028.

5) Städeler, Vierteljahrschrift d. Züricher naturf. Ges. Bd. 8. u. 1. 1863. Ann. d. Chem. Bd. 132. S. 323. 1864. Thudichum, Journal f. prakt. Chem. Bd. 104. S. 193. 1868. Maly, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 104, S. 28. 1868 или Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissensch. Bd. 57. Abth. 2. Februar 1868. Bd. 70. Abth. 3. Juli 1874. Bd. 72. Abth. 3. October 1875. Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 181. S 106. 1876.

желѣзосодержащимъ парнымъ соединеніемъ гемоглобина; о ихъ происхожденіи изъ послѣдняго мы поговоримъ еще подробнѣе впослѣдствіи. Оба красящія вещества имѣютъ свойства кислотъ: они образуютъ со щелочами растворимыя соединенія, а со щелочными землями — нерастворимыя. На образованіи послѣднихъ въ желчныхъ путяхъ при неизслѣдованныхъ еще условіяхъ основывается происхожденіе извѣстныхъ желчныхъ камней. Количество красящихъ веществъ въ нормальной желчи всегда весьма незначительно. Такъ, напр., Stadelmann[1]) нашелъ въ суточной желчи собаки среднимъ числомъ 0,16 grm. билирубина. Кажется также, что эти красящія вещества не имѣютъ никакого значенія для явленій, совершающихся въ кишечникѣ.

Кромѣ этихъ специфическихъ составныхъ частей въ желчи содержатся еще всегда мыла, лецитинъ и холестеринъ (см. 6 лекц.). Количество послѣдняго значительно: оно можетъ достигать $2^1/_2\,^0/_0$. Въ чистой водѣ холестеринъ вовсе не растворяется; въ желчи-же онъ находится въ растворенномъ видѣ, благодаря мыламъ и желчнокислымъ солямъ. При патологическихъ условіяхъ, которыя намъ ближе еще неизвѣстны, холестеринъ отдѣляется въ желчныхъ путяхъ и образуетъ конкременты, которые частью совершенно чисты, частью-же смѣшаны съ билирубиновою и углекислою известью.

Къ постояннымъ составнымъ частямъ желчи принадлежитъ еще, наконецъ, муцинъ. Послѣдній не представляетъ собою однако продукта печеночныхъ клѣтокъ, а эпителіальныхъ, выстилающихъ слизистую оболочку большихъ желчныхъ путей, въ особенности-же желчнаго пузыря. Самыя подробныя изслѣдованія относительно химическихъ свойствъ муцина произведены въ послѣднее время Landwehr'омъ[2]). Онъ приходитъ къ тому результату, что муцинъ есть соединеніе бѣлка съ коллоиднымъ углеводомъ; послѣдній онъ обозначаетъ словомъ «животная камедь.»

Какъ примѣръ сильно мѣняющагося количественнаго состава желчи человѣка, я привожу слѣдующіе анализы:

---

1) Ernst Stadelmann, Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. 15. S. 349. 1882.

2) H. A. Landwehr, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 114 и 122. 1883 и Bd. 9. S. 361. 1885, далѣе Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1885. S. 369.

Въ 1000 ч. желчи.	Добытой изъ желчнаго пузыря.							Желчь изъ свища.
	Frerichs.[1]		Gorup-Besanez.[2]		Трифановскій.[3] Изъ желчныхъ пузырей при вскрытіяхъ.		Hoppe-Seyler.[4] Взято изъ труповъ.	Jacobsen.[5]
	18 л. мужчина умеръ на висѣлицѣ.	22 л. мужчина умеръ отъ раны.	49 л. мужч. обезглавленъ.	29 л. женщ. обезглавлена.	I.	II.		
Воды	860,0	859,2	822,7	898,1	908,8	910,8	—	977,4
Плотныхъ составныхъ частей	140,0	140,8	177,3	101,9	91,2	89,2	—	22,6
Муцина	26,6	29,8	22,1	14,5	24,8	13,0	12,9	2,3
Друг. веществъ, нерастворим. въ спиртѣ					4,6	14,6	1,4	
Таурохолевокисл. натрія	102,2	91,4	107,9	56,5	7,5	19,3	8,7	—
Гликохолевокисл. натрія					21,8	4,4	30,3	10,1
Пальмитиново-кисл. и стеариновокисл. натрія	—	—	—	—	8,2	16,3	13,9	1,4
Олеиновокисл. натрія	—	—	—	—				0,10
Жира	3,2	9,2	47,3	30,9	5,2	3,6	7,3	
Лецитина	—	—				0,2	5,3	0,05
Холестерина	1,6	2,6			2,5	3,4	3,5	0,56
Неорган. солей	6,5	7,7	10,8	6,3	—	—	—	8,5
KCl	—	—	—	—	—	—	—	0,28
NaCl	2,5	2,0	—	—	—	—	—	5,5
Na_2CO_3	—	—	—	—	—	—	—	0,95
Na_3PO_4	2,0	2,5	—	—	—	—	—	1,3
$CaCO_3$	—	—	—	—	—	—	—	—
$Ca_3(PO_4)_2$	1,8	2,8	—	—	—	—	—	0,37
$Mg_2P_2O_7$			—	—	—	—	—	Слѣды
$CaSO_4$	0,2	0,4	—	—	—	—	—	—
$FePO_4$	Слѣды	Слѣды	—	—	—	—	Слѣды	Слѣды

1) Frerichs, Hannover. Ann. Jahrg. V. Heft. I. 1845.
2) v. Gorup-Besanez, Prager Vierteljahrschr. Bd. 3. S. 86. 1851.
3) Трифановскій, Pflüger's Arch. Bd. 9. S. 492. 1874.
4) Hoppe-Seyler, „Physiologische Chemie". Berlin. 1881. S. 301.
5) O. Jacobsen, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 6. S 1026. 1873.
„Желчь была собираема отъ крѣпкаго мужчины, въ промежуткахъ продолжавшихся по нѣсколько дней, черезъ желчный свищъ, который былъ открытъ въ теченіи многихъ недѣль.

Изъ этихъ анализовъ видно, что желчь, взятая изъ желчнаго пузыря, болѣе концентрирована, чѣмъ та, которая взята изъ свища. Въ желчномъ пузырѣ совершается, слѣдовательно, всасываніе воды. Съ этимъ вполнѣ согласны анализы желчи собаки, произведенные Hoppe-Seyler'омъ[1]), который «сравнилъ желчь, найденную въ пузырѣ и накопившуюся во время голоданія животнаго, съ отдѣленіемъ, полученнымъ изъ временнаго свища отъ того-же животнаго».

	Желчь изъ пузыря.		Только-что отдѣлившаяся желчь.	
	I.	II.	I.	II.
Муцинъ	0,454	0,245	0,053	0,170
Таурохолевокисл. щелочь .	11,959	12,602	3,460	3,402
Холестеринъ	0,449	0,133	0,074	0,049
Лецитинъ	2,692	0,930	0,116	0,121
Жиры	2,841	0,083	0,335	0,239
Мыла	3,155	0,104	0,127	0,110
Другія органическія вещества, нерастворимыя въ спиртѣ	0,973	0,274	0,442	0,543
Неорганическія вещества, нерастворим. въ спиртѣ	0,199	—	0,408	—
Изъ нихъ: K_2SO_4 . . .	0,004	—	0,022	—
Na_2SO_4 . . .	0,050	—	0,046	—
$NaCl$[2]) . . .	0,015	—	0,185	—
Na_2CO_3 . . .	0,005	—	0,056	—
$Na_3 2(PO)_4$ . .	0,080	—	0,039	—
$FePO_4$ . . .	0,017	—	0,021	—
$CaCO_3$ . . .	0,019	—	0,030	—
MgO	0,009	—	0,009	—

Изучивъ составъ желчи, займемся вопросомъ о ея значеніи для явленій, совершающихся въ кишечникѣ. По поводу этого вопроса было много споровъ. Говорили даже, что желчь вообще не имѣетъ никакого значенія для какихъ-бы то ни было жизненныхъ функцій, и считали ее выдѣленіемъ, подобно мочѣ. Противъ этого предположенія го-

1) Hoppe-Seyler, „Physiologische Chemie." Berlin. Hirschwald. 1881. S. 302.

2) Большая часть NaCl была растворена спиртомъ и не опредѣлена.

воритъ уже простой анатомическій фактъ, а именно, что желчь изливается въ двѣнадцатиперстную кишку, т. е., въ начало кишечника. Будь желчь выдѣленіемъ, слѣдовало-бы ожидать, что желчный протокъ впадалъ бы уже въ нижній конецъ прямой кишки, какъ мочеточники — въ клоаку у низшихъ позвоночныхъ. Желчи, стало быть, на длинномъ пути ея черезъ весь кишечный каналъ предстоятъ еще какія-то другія задачи.

Противъ того предположенія, бутдо желчь экскретъ, говоритъ еще и то обстоятельство, что ея составныя части большею частью всасываются вновь изъ кишечника. Желчныя кислоты, образующія главную составную часть, распадаются подъ вліяніемъ дѣйствующихъ въ кишечникѣ ферментовъ на холалевую кислоту и на парныя съ нею соединенія. Гликоколь, представляющій собою легко растворимое соединеніе, совершенно исчезаетъ[1]). Отъ холалевой кислоты выдѣляется съ каломъ лишь весьма малая часть. О судьбѣ таурина мы ничего вѣрнаго не знаемъ[2]).

Еслибы желчь была выдѣленіемъ, какъ моча, то тогда количество азота и сѣры должно было бы въ ней измѣняться пропорціонально распадающемуся въ тѣлѣ бѣлку. Но въ дѣйствительности этого нѣтъ. Изъ опытовъ, произведенныхъ Kunkel'емъ[3]) и Spiro[4]) надъ собаками съ желчными свищами, мы знаемъ, что лишь малая часть сѣры и азота доставленнаго бѣлка появляется въ желчи, и что это количество мало измѣняется отъ увеличеннаго подвоза бѣлка. При увеличеніи количества бѣлка, доставлявшагося съ пищею собакѣ, въ 8 разъ, количество сѣры и азота, выдѣлявшихся въ желчь, увеличивалось лишь вдвое.

Всѣ эти факты говорятъ за то, что желчь — отдѣленіе, что значеніе ея такое-же, какъ и другихъ секретовъ, изливающихся въ кишечный каналъ и играющихъ въ процессѣ пищеваренія важную роль, которую легко доказать. Но слѣ-

---

1) О дальнѣйшей судьбѣ гликоколя см. 16 лекцію.

2) Судьбу таурина тщательно прослѣдилъ Salkowski: Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 5. Hft. 13. 1872. Bd. 6. S. 744, 1191 и 1312. 1873. Virchow's Arch. Bd. 58. S. 460. 1873.

3) A. Kunkel, Unters. über d. Stoffwechsel in der Leber. Würzburg. 1875, Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. Sitzung vom 14. Nov. 1875. Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 344. 1876.

4) P. Spiro, Du Bois's Arch. 1880. Supplementband. S. 50. (Изъ лабораторіи Ludwig'a въ Лейпцигѣ).

дующій фактъ указываетъ опять-таки желчи особое мѣсто. Отдѣленіе желчи начинается уже на третьемъ мѣсяцѣ эмбріональной жизни, дѣятельность же другихъ железъ, секретъ которыхъ изливается въ пищеварительный каналъ, начинается только послѣ рожденія вмѣстѣ съ первымъ принятіемъ пищи[1]).

Вопросъ о значеніи желчи для явленій, совершающихся въ кишечникѣ, старались рѣшить тѣмъ, что наблюдали нарушенія пищеваренія, возникающія при отведеніи желчи наружу[2]). При этомъ было обнаружено, что собаки съ желчными свищами такъ же хорошо перевариваютъ бѣлки и углеводы, какъ и нормальныя собаки. Ихъ можно очень хорошо кормить нежирнымъ мясомъ и хлѣбомъ. Единственное пищевое вещество, котораго онѣ не могутъ вполнѣ переваривать, это жиръ. Значительная часть послѣдняго появляется всегда въ калѣ (при обильной доставкѣ — даже больше половины). Калъ вслѣдствіе этого имѣетъ свѣтло-сѣрый, даже бѣлый цвѣтъ. Это отнюдь не зависитъ отъ недостатка въ красящихъ веществахъ желчи, какъ раньше полагали. Черный цвѣтъ нормальнаго кала послѣ принятія мяса обусловливается не красящими веществами желчи, а гематиномъ и сѣрнистымъ желѣзомъ. Если изъ свѣтлосѣраго кала животнаго съ желчнымъ свищемъ или страдающаго желтухою сдѣлать вытяжку эѳиромъ, который растворяетъ жиръ, то темное окрашиваніе появляется вновь. Вслѣдствіе недостаточнаго всасыванія жира — остальныя пищевыя вещества не могутъ быть также вполнѣ перевариваемы. Жиръ окружаетъ бѣлковыя вещества, а послѣднія разлагаются отъ дѣйствія гнилостныхъ микроорганизмовъ кишечника. Этимъ и объясняется гнилостный запахъ кала и газовъ кишечника у собакъ съ желчными

1) Zweifel, Unt. über den Verdauungsapparat des Neugeborenen. Berlin 1874. Сопоставленіе довольно обширной литературы о дѣятельности пищеварительныхъ железъ въ эмбріональной жизни находится у W. Preyer'a „Specielle Physiologie des Embryo." Leipzig 1885. S. 306. ff.

2) Schwann, Arch. f. An. u. Physiol. 1844. S. 127. Blondlot, Essai sur les fonctions du foie et de ses annexes. Paris 1846. Bidder und Schmidt, l. c. Kölliker u. Müller, Verh. d. phys. med. Ges. zu Würzburg. Bd. 5. S. 232. 1854. Bd. 6. 1855. Arnold, „Zur Physiologie d. Galle." Denkschrift für Tiedemann. Mannheim 1854 и „Die physiologische Anstalt der Universität Heidelberg" 1858. C. Voit, Beitr. zur Biol. Festgabe Th. L. W. Bischoff zum Doctorjubiläum. Stuttgart. S. 104. F. Röhmann, Pflüger's Arch. Bd 29. S. 509. 1882. Съ наблюденіями надъ собаками съ желчными свищами вполнѣ сходны наблюденія надъ страдающими желтухою, См. Friedrich Müller, Sitzungsber. der physik. med. Ges. zu Würzburg 1885. Nr. 7.

свищами. Дыханіе такихъ животныхъ также пріобрѣтаетъ запахъ падали. При пищѣ, лишенной жира, эти явленія не замѣчаются.

Многія изъ наблюдавшихся собакъ съ желчными свищами отощали, а нѣкоторыя даже погибли при всѣхъ признакахъ голодной смерти. Это весьма понятно, если принять въ соображеніе, какъ велика теплота сгоранія жировъ и какъ трудно замѣнить этотъ интенсивный источникъ силы другими пищевыми веществами. Для этого необходимы чрезвычайно большія количества бѣлковъ и углеводовъ, да и перевариваніе этихъ веществъ нарушается невсосаннымъ жиромъ. Вотъ почему вѣсъ тѣла сохранился только у тѣхъ собакъ съ желчными свищами, которыя получали пищу, по возможности лишенную жировъ, и преодолѣвали очень значительныя количества ея.

Не подлежитъ такимъ образомъ сомнѣнію, что *желчь способствуетъ всасыванію жировъ.* Эта способность объясняется упомянутымъ уже (стр. 189) эмульгирующимъ дѣйствіемъ желчи на жиры. Желчь, какъ мы видѣли, дѣлитъ эту способность съ панкреатическимъ и кишечнымъ сокомъ. Съ этимъ вполнѣ согласуется тотъ фактъ, что послѣ отведенія желчи всасываемость жировъ не прекращается совершенно, а лишь уменьшается. Однако, можно было-бы подумать, что желчь способствуетъ всасыванію жировъ не только вслѣдствіе ея эмульгирующаго дѣйствія. Wistinghausen[1]), показалъ, что масло проходитъ черезъ пропитанную желчью животную перепонку въ жидкость, содержащую желчь, безъ примѣненія давленія; черезъ перепонку-же, пропитанную водою, — только подъ высокимъ давленіемъ. Но на кишечную стѣнку нельзя смотрѣть, какъ на мертвую перепонку. Thanhoffer[2]), наблюдавшій впервые на кишечникѣ лягушки активныя функціи жировъ (ср. выше стр. 5 и 6), утверждаетъ, что движеніе протоплазматическихъ отростковъ совершается скорѣе, если смочить эпителіальныя клѣтки желчью.

Дѣйствія желчи на бѣлки нельзя было доказать при опытахъ искусственнаго пищеваренія внѣ организма. Упо-

1) Wistinghausen, Experimenta quaedam endosmotica de bilis in absorptione adipum neutralium partibus. Diss. Dorp. 1871. Диссертація эта переведена на нѣмецкій языкъ J. Steiner'омъ въ 1873 г. въ Du Boi's Arch. S. 137.

2) Ludwig von Thanhoffer, Pflüger's Arch. Bd. 8. S. 406. 1874.

минаютъ о незначительномъ діастатическомъ дѣйствіи, но въ виду вышеприведенныхъ соображеній (стр. 197—198) не слѣдуетъ придавать этому никакого значенія.

Желчи приписывали также и антисептическое дѣйствіе, при чемъ ссылались на вышеупомянутыя явленія гніенія въ кишечникѣ животныхъ съ желчными свищами. Но эти явленія гнилости слѣдуетъ, какъ сказано уже раньше, понимать иначе: они находятся только въ косвенной связи съ устраненіемъ желчи. Что антисептическое дѣйствіе желчи можетъ во всякомъ случаѣ быть лишь ничтожно, явствуетъ уже изъ того простаго факта, что желчь не въ состояніи предохранить сама себя отъ гніенія. Каждый, занимавшійся изслѣдованіемъ желчи, знаетъ, что послѣдняя издаетъ уже черезъ нѣсколько дней при комнатной температурѣ сильный гнилостный запахъ. Въ новѣйшее время ученіе объ антисептическомъ дѣйствіи желчи нашло себѣ приверженцевъ въ лицѣ Maly и Emich'a[1]). Они сообщаютъ, что желчныя кислоты, въ особенности-же таурохолевая, препятствуютъ развитію возбудителей гніенія, что «таурохолевая кислота по своему дѣйствію мало уступаетъ салициловой кислотѣ и фенолу». V. Lindberger[2]) подтвердилъ это наблюденіе. Во всякомъ случаѣ однако противогнилостное дѣйствіе свойственно только свободнымъ желчнымъ кислотамъ, но не ихъ солямъ. Этимъ объясняется то, что сама желчь, имѣющая щелочную или нейтральную реакцію, быстро подвергается гніенію внѣ тѣла. Но въ верхней части тонкихъ кишекъ при господствующей тамъ кислой реакціи желчныя кислоты могутъ проявить свое антисептическое дѣйствіе.

---

1) Maly und Fr. Emich, Monatshefte für Chemie. Bd. 4. S. 89. 1883.
2) V. Lindberger, Bulletin de la Soc. imp. des naturalistes de Moscou. 1884.

ЛЕКЦІЯ XII-ая.

Пути всасыванія и ближайшая судьба всосанныхъ пищевыхъ веществъ.

До сихъ поръ мы разсматривали судьбу пищевыхъ веществъ въ кишечникѣ, ихъ подготовленіе къ всасыванію. Разсмотримъ теперь, по какимъ путямъ совершается это всасываніе.

На этотъ вопросъ дали неожиданный отвѣтъ работы Ludwig'a и его учениковъ: Röhrig'a[1]), Завильскаго[2]), v. Mering'a[3]) и Schmidt-Mülheim'a[4]). До самаго послѣдняго времени склонны были думать, что главный потокъ пищевыхъ веществъ устремляется изъ кишечника черезъ Ductus thoracicus. Но опыты Ludwig'a показали, что этимъ путемъ слѣдуютъ только жиры. Весь потокъ водныхъ растворовъ — углеводовъ, бѣлковъ, солей и т. д. — избираетъ другой путь отъ кишечника къ сердцу, а именно черезъ систему воротной вены и печень. Водные растворы проникаютъ черезъ стѣнки капилляровъ, обвивающихъ внутреннюю поверхность кишечника, и попадаютъ прямо въ кровь. Только жировыя капельки направляются вслѣдствіе активныхъ движеній эпителіальныхъ клѣтокъ и лейкоцитовъ въ начала лимфатическихъ путей[5]).

Если у живой собаки вскрытъ то мѣсто, гдѣ Ductus thoracicus впадаетъ въ шейную вену[6]), то въ Ductus можно

---

1) A. Röhrig, Ber d. Sächs. Ges. d. Wissensch. Math.-phys. Classe. Bd. 26. S. 1. 1874.

2) Завильскій, Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Jahrg. 11. 1876. S. 147.

3) v. Mering, Du Boi's Arch. 1877. S. 379.

4) Ad. Schmidt-Mühlheim, ibid. S. 549.

5) Относительно первыхъ путей всасыванія жировыхъ капелекъ см. выше стр. 5 и 6.

6) О способѣ операціи и послѣдовавшемъ затѣмъ контрольномъ вскрытіи, см. A. Röhrig, l. c. p. 12 и 13 и Schmidt-Mühlheim, l. c. p. 559—561.

ввести канюлю и опредѣлить количество млечнаго сока, вытекающаго въ единицу времени. При этомъ обнаружился поразительный фактъ, что это количество во время пищеваренія нисколько не увеличивается[1]). Разница заключается лишь въ томъ, что у животнаго, ничего не ѣвшаго, жидкость просвѣчиваетъ; во время-же пищеваренія она бѣла и непрозрачна вслѣдствіе обилія жировыхъ капелекъ.

Количество **сахара** въ млечномъ сокѣ, напротивъ того, во время перевариванія крахмала и сахара найдено не больше, чѣмъ у голодающаго животнаго — 0,1—0,2 %[2]). Содержаніе сахара въ млечномъ сокѣ было всегда такое-же, какъ и въ лимфѣ изъ шейнаго ствола и въ сывороткѣ[3]) артеріальной крови. Сахаръ млечнаго сока просочился, слѣдовательно, вмѣстѣ съ плазмою крови черезъ стѣнки капилляровъ кишечника въ млечные пути. Изъ кишечника сахаръ не попадалъ въ млечный сокъ.

Изъ груднаго протока собаки, съѣвшей 100 grm. винограднаго сахара и 100 grm. крахмала, вытекло въ теченіи первыхъ $4^1/_2$ часовъ 350 Ccm. млечнаго сока, содержавшаго только 0,45 grm. сахара[4]).

Мы должны, значитъ, прійти къ заключенію, что изъ кишечника сахаръ попадаетъ прямо въ капилляры и въ систему воротной вены. Съ этимъ вполнѣ согласны также и прямыя наблюденія Mering'a. У голодающаго животнаго содержаніе сахара въ сывороткѣ крови воротной вены такое-же, какъ и въ сывороткѣ крови артерій и печеночныхъ венъ. Послѣ кормленія углеводами увеличивается содержаніе сахара въ сывороткѣ крови воротной вены, а не — печеночныхъ венъ[5]).

Мнѣ кажется, что всѣ эти факты должно понимать слѣдующимъ образомъ. Задача печени заключается въ регулированіи содержанія сахара въ крови. Сахаръ играетъ важную роль, какъ источникъ силы, какъ рабочій матеріалъ

1) Завильскій, l. c. p. 161—162.

2) v. Mering, l. c. p. 398 ff. и p. 382—384.

3) Кровяныя тѣльца вовсе не содержатъ сахара, или-же содержатъ только очень незначительныя количества его. См. v. Mering, l. c. p. 382 и A. M. Bleile, Du Boi's Arch. 1879 S. 62 ff.

4) v. Mering, l. c. p. 398.

5) v. Mering, l. c. p. 410—415. Описаніе усовершенствованнаго способа полученія крови изъ воротной и печеночныхъ венъ находится на стр. 407—410. Сопоставленіе прежней литературы о содержаніи сахара въ крови воротной и печеночной венъ, равно какъ и описаніе долгаго спора по этому вопросу находятся тамъ-же стр. 402—406.

мышцъ и другихъ органовъ. Необходимо заботиться о томъ, чтобы этотъ матеріалъ проходилъ всегда въ соотвѣтственномъ количествѣ черезъ капилляры органовъ. И въ самомъ дѣлѣ, количество сахара въ крови было найдено многочисленными изслѣдователями почти всегда постояннымъ при самыхъ разнообразныхъ условіяхъ — при голоданіи и при обильнѣйшемъ подвозѣ пищи. Количество это колеблется во всей крови большею частью между 0,05 и 0,15% и рѣдко превышаетъ 0,2%. Какъ только содержаніе сахара превышаетъ 0,3%, — вслѣдствіе впрыскиваній растворовъ сахара въ кровь или при патологическихъ условіяхъ, — сахаръ переходитъ въ мочу. Въ нормальномъ состояніи этому препятствуетъ печень. Какъ только вслѣдствіе перевариванія углеводовъ количество сахара въ крови печеночной вены увеличивается и угрожаетъ наводнить всю кровь, печень задерживаетъ сахаръ; она накопляетъ его въ своихъ клѣткахъ въ видѣ коллоиднаго углевода — гликогена, на который мы должны смотрѣть, какъ на продуктъ полимеризаціи сахара (см. 18 лекц.) Но, какъ только вслѣдствіе потребленія сахара въ органахъ содержаніе его въ крови угрожаетъ понизиться ниже нормы, печень опять отдаетъ часть своего запаса. Въ печени находится ферментъ, который можетъ во всякое время превратить гликогенъ обратно въ сахаръ черезъ расщепленіе при воспринятіи воды. Этотъ сахаръ попадаетъ вмѣстѣ съ кровью печеночныхъ венъ въ сердце[1]).

Если мы далѣе прослѣдимъ это телеологическое разсужденіе, то натолкнемся на вопросъ: почему не устроено подобнымъ же образомъ регулированіе содержанія **жира** въ крови? Потокъ жира свободно изливается въ безъимянную вену, — т. е., почти прямо въ сердце? Не можетъ-ли это повлечь за собою опасности? Въ самомъ дѣлѣ кровь часто наводняется жировымъ потокомъ. Если отнять у собаки, спустя нѣсколько часовъ послѣ принятія ею обильной жиромъ пищи, кровь и дефибринировать (обез-

1) Содержаніе сахара въ крови печоночной вены должно, значитъ, быть то меньше, то больше, чѣмъ въ крови воротной вены. Такъ можно объяснить кажущіеся противорѣчивые результаты авторовъ Нужно также принять во вниманіе, что вслѣдствіе ненормальнаго раздраженія печени при добываніи крови изъ печеночной вены можно вызвать въ крови печеночной вены отдачу гликогена и увеличеніе содержанія сахара. Ср. A. M. Bleile, Du Boi's Arch. 1879, S. 71 и 75.

творожить) послѣднюю, то послѣ осажденія кровяныхъ тѣлецъ отдѣлившаяся сыворотка имѣетъ молочнобѣлый цвѣтъ и иногда вверху появляется будто-бы настоящій сливкообразный слой. Но все-таки это обиліе жира въ крови совершенно неопасно, потому что жировыя капельки такъ малы, что онѣ свободно проходятъ черезъ капилляры. Жиръ постепенно опять исчезаетъ изъ крови, очевидно вслѣдствіе того, что онъ проходитъ черезъ стѣнки капилляровъ и отлагается въ клѣткахъ соединительной ткани (ср. 20 лекцію.)

Совершенно иначе обставлено дѣло съ тѣмъ жиромъ, который попадаетъ въ кровь при ненормальныхъ условіяхъ. При переломахъ костей — вслѣдствіе разрушенія богатаго жирами костнаго мозга — или при поврежденіи мягкихъ частей, содержащихъ много жира, жировыя капельки часто всасываются въ лимфатическіе пути и вмѣстѣ съ потокомъ лимфы попадаютъ въ кровь. Если количество жира значительно, то большія жировыя капли закупориваютъ на большомъ протяженіи капилляры легкихъ; образуется отекъ легкихъ, и случается, что получившіе поврежденія умираютъ при явленіяхъ увеличивающагося затрудненнаго дыханія. Можетъ также случиться, что жиръ выдѣляется черезъ почки; появленіе жировыхъ капель въ мочѣ послѣ переломовъ костей не представляетъ собою рѣдкости.

Можно было бы спросить, почему жиръ, попавшій изъ тканей въ кровь, не эмульгируется въ маленькія капельки. Вѣдь въ крови находятся углекислый натрій и другія основныя щелочныя соли! Отвѣтъ на это мы найдемъ, если припомнимъ фактъ (о которомъ мы уже говорили на стр. 188 и 189), а именно, что углекислый натрій эмульгируетъ только тѣ жиры, къ которымъ примѣшано немного свободныхъ жирныхъ кислотъ, а не нейтральные глицериды свѣжаго жира. Но жиръ не можетъ вѣдь быть болѣе свѣжъ, чѣмъ когда онъ уносится потокомъ крови непосредственно изъ живой ткани.

Намъ остается еще поговорить о путяхъ всасыванія **бѣлка**. При опытахъ, производимыхъ для рѣшенія этого вопроса, мы наталкиваемся на особенныя трудности, такъ какъ бѣлки составляютъ большую часть крови и лимфы. Если принять въ соображеніе, какъ велико то количество крови, которое протекаетъ въ единицу времени черезъ капилляры кишечника, то нельзя вовсе ожидать возможности

доказать увеличеніе содержанія бѣлковъ въ крови послѣ ихъ всасыванія изъ кишечника. Ludwig и Schmidt-Mühlheim избрали поэтому другой путь. Они перевязали грудной протокъ и нашли, что всасываніе бѣлковъ отъ этого никоимъ образомъ не пострадало, что, слѣдовательно, бѣлки идутъ другимъ путемъ — черезъ воротную вену. Да будетъ мнѣ позволено привести дословное описаніе одного изъ этихъ опытовъ [1]).

«Вѣсъ тѣла собаки 14,37 kgrm. Собака эта, голодавшая въ теченіи 4 дней, испускаетъ мочу непосредственно до операціи. Послѣ этого перевязываютъ у нея шейныя и плечевыя вены, равно какъ и лимфатическіе стволы на обѣихъ сторонахъ. Часъ спустя послѣ операціи, даютъ собакѣ 400 grm. мяса и на слѣдующій день столько же. Состояніе собаки — превосходно; черезъ 48 часовъ послѣ операціи животное убиваютъ, открывъ сонныя артеріи. При вскрытіи находятъ, что млечный сокъ окончательно отгороженъ отъ кровеноснаго пути. Въ содержимомъ пищеварительнаго канала находятся 7,37 grm. N. Отсюда слѣдуетъ, *что послѣ совершенной остановки теченія млечнаго сока было всосано 583,24* grm. *мяса.* Моча, отдѣлившаяся послѣ операціи, содержитъ 21,95 N., т. е., такое количество, которое соотвѣтствуетъ всосанной пищѣ.»

Четыре другихъ опыта, сдѣланныхъ точно такимъ же образомъ, дали такой-же результатъ. Мы видимъ, слѣдовательно, *что и бѣлки, подобно всѣмъ растворимымъ въ водѣ пищевымъ веществамъ, попадаютъ черезъ стѣнки капилляровъ кишечника прямо въ кровь.*

Является теперь вопросъ: *долженъ-ли весь бѣлокъ пептонизироваться раньше, чѣмъ слѣдовать ему этимъ путемъ, или-же часть его можетъ всосаться и въ неизмѣненномъ видѣ?*

A priori ничто намъ не мѣшаетъ допустить, что бѣлокъ можетъ всасываться въ неизмѣненномъ видѣ. Если видимыя подъ микроскопомъ жировыя капельки — и даже цѣлые лейкоциты — дѣйствительно покидаютъ капилляры и проходятъ черезъ ткани тѣла, — то отчего-же и бѣлковому молекулу не проходить черезъ стѣнки капилляровъ? Voit и Bauer [2]) пытались доказать это путемъ опыта. Берутъ

1) Schmidt-Mülheim, l. c. p. 565. Vers. V.
2) C. Voit und J. Bauer, Zeitschr. f. Biol Bd. 5. S. 562. 1869.

петлю тонкихъ кишекъ живой собаки или кошки и «осторожнымъ соскабливаніемъ очищаютъ ее отъ ея содержимаго;» послѣ этого перевязываютъ отмѣренную часть на обоихъ концахъ двойною лигатурою, впрыскиваютъ въ эту часть бѣлковый растворъ, вправляютъ затѣмъ петлю и закрываютъ брюшную рану. Содержаніе бѣлка во впрыснутомъ растворѣ было извѣстно; количество впрыснутаго раствора было опредѣлено взвѣшиваніемъ шприца до и послѣ впрыскиванія. Спустя нѣсколько часовъ послѣ того, какъ животное было убито, было опредѣлено количество бѣлка въ перевязанной части кишечника. Оказалось, что всякій разъ исчезало значительное количество этого вещества: — отъ впрыснутаго куринаго бѣлка въ теченіи 1—4 часовъ 16—33 %, отъ бѣлка «кислаго мышечнаго сока» — acidalbumin'a — 28 до 95 %.

Возраженіе, будто пепсинъ и панкреатическій ферментъ не были совершенно удалены изъ петли тонкихъ кишекъ, опровергнуто Voit'омъ и Bauer'омъ, ибо они нашли, что остатокъ бѣлка въ перевязанной петлѣ всегда вполнѣ свертывался при температурѣ кипѣнія; пептона вовсе не было вмѣстѣ съ бѣлкомъ.

Voit и Bauer впрыскивали далѣе въ прямую кишку голодавшимъ животнымъ растворы бѣлковъ и изъ увеличившагося выдѣленія мочевины заключили, что бѣлокъ всасывается въ неизмѣненномъ видѣ. Къ тому-же результату пришелъ Eichhorst[1]) на основаніи подобныхъ опытовъ. Противъ этихъ опытовъ можно сдѣлать возраженіе, что, панкреатическій ферментъ можетъ попадать въ rectum. Но это возраженіе не относится къ опытамъ Czerny и Latschenberger'а[2]), произведеннымъ надъ однимъ человѣкомъ съ неестественнымъ заднепроходомъ на Flexura sigmoidea. Черезъ свищъ можно было промыть прямую кишку. Оказалось, что послѣ введенія бѣлковаго раствора и выполаскиванія кишки снова, спустя 23—29 часовъ, исчезло 60—70 % бѣлка.

Нѣкоторые авторы пошли такъ далеко, что они учатъ, будто только тѣ бѣлки, которые всасываются въ неизмѣненномъ видѣ, могутъ замѣщать собою потребленный бѣлокъ

1) Hermann Eichhorst, Pflügers Arch. Bd 4. S. 570. 1871.
2) V. Czerny und J. Latschenberger, Virchows Arch. Bd. 59. S. 161. 1874.

тканей, и что пептоны, напротивъ того, подвергаются дальнѣйшему разложенію и могутъ служить лишь источникомъ силы.

Нѣкоторые факты дѣйствительно говорятъ въ пользу этого ученія. Голодающее животное тщательно бережетъ свой запасъ бѣлковъ. Выдѣленіе мочевины весьма незначительно. Но послѣ обильной бѣлками пищи въ мочѣ появляется уже въ теченіи ближайшей половины дня количество азота, соотвѣтствующее принятому бѣлку. Можно было бы ожидать a priori, что если дать собакѣ столько бѣлковъ, сколько она ихъ разлагаетъ въ сутки во время голоданія, и прибавить къ этому много безъазотистой пищи, то иногда сохранится равновѣсіе азота. A priori могло бы казаться безразличнымъ, откуда берется необходимый бѣлокъ: изъ тканей или изъ пищи. Но на самомъ дѣлѣ это не такъ. Если дать собакѣ столько бѣлковъ, сколько она ихъ разложила во время голоданія, то выдѣлится больше азота, чѣмъ сколько принято съ пищею; она, значитъ, потребитъ въ то-же время и бѣлки своихъ тканей. Только тогда можно сохранить равновѣсіе азота, если дать ей втрое больше бѣлковъ[1]).

Ludwig и Чирьевъ[2]) впрыскивали собакѣ въ вену дефибринированную кровь отъ другой собаки. Отъ этого выдѣленіе азота увеличивалось лишь незначительно. Но, когда они этой собакѣ давали то-же самое количество крови съ пищею, выдѣленіе азота увеличивалось соотвѣтственно его поступленію. Такіе же результаты получены на основаніи подобныхъ опытовъ Forster'омъ[3]).

Судьба бѣлковъ, слѣдовательно, весьма различна, смотря по тому, какимъ путемъ они попадаютъ въ кровь и ткани. Бѣлки, поступившіе изъ кишечника, быстро разлагаются.

Этимъ фактомъ пытались воспользоваться для доказательства того, что пептоны не ассимилируются. Бѣлки, всосавшіеся изъ кишечника, превращаются будто-бы большею частью въ пептоны и поэтому должны вскорѣ подвергаться дальнѣйшему распаду. Только та часть бѣлковъ, которая

---

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 3. S. 29—30. 1867.

2) С. Чирьевъ, Arbeiten aus d. physiol. Institut zu Leipzig. 1874. S. 441.

3) J. Forster, Zeitschr. f. Biol. Bd. 11. S. 496. 1875.

всасывается въ неизмѣненномъ видѣ, можетъ будто-бы пойти на построеніе тканевыхъ элементовъ.

Но этимъ фактамъ слѣдуетъ дать другое объясненіе. Мы знаемъ вѣдь въ настоящее время, что пептоны послѣ всасыванія опять возрождаются въ бѣлки. Это видно изъ слѣдующихъ опытовъ.

Plosz[1]) кормилъ 10 недѣльную собаку искусственнымъ молокомъ, въ которомъ казеинъ и бѣлки были замѣнены пептонами, въ теченіи 18 дней. При этой пищѣ животное чувствовало себя «очень хорошо;» вѣсъ его тѣла увеличился съ 1335 до 1836 grm., т. е., на 37,5%. Невѣроятно, чтобы такое значительное увеличеніе вѣса тѣла совершилось помимо роста тканей, содержащихъ бѣлки. Значитъ, бѣлки непремѣнно должны были образоваться изъ пептоновъ пищи.

Другой опыть былъ сдѣланъ Plosz'омъ и Gyergyai[2]) надъ взрослою собакою. Животное получало впродолженіе 6 дней искусственную пищевую смѣсь, въ которой вмѣсто бѣлковъ находились пептоны. Вѣсъ тѣла животнаго немного увеличился за это время, а выдѣленіе азота было немного меньше поступленія его. Этотъ опытъ также указываетъ на то, что бѣлки образовались изъ пептоновъ.

Бѣлки, отложенные въ тканяхъ животнаго тѣла, могутъ, слѣдовательно, происходить изъ двухъ источниковъ: изъ бѣлковъ, всосанныхъ въ неизмѣненномъ видѣ, и изъ такихъ, которые образовались вслѣдствіе возрожденія пептоновъ. Спрашивается: какое количественнное отношеніе существуетъ между тѣми и другими? Какъ велика та часть бѣлковъ пищи, которая пептонизируется въ кишечникѣ? Schmidt-Mülheim[3]) пытался ближе подойти къ рѣшенію этого вопроса слѣдующимъ путемъ. Онъ кормилъ 6 собакъ варенымъ мясомъ, убивалъ ихъ черезъ 1, 2, 4, 6, 9 и 12 часовъ послѣ кормленія и изслѣдовалъ содержимое желудка и кишечника. Онъ находилъ всегда какъ въ желудкѣ, такъ и въ кишкахъ — значительно больше пептоновъ, чѣмъ растворенныхъ бѣлковъ. Кажется, такимъ обра-

1) P. Plosz, Pflüger's Arch. Bd. 9. S. 323. 1874. Ср. также Maly, ibid. Bd. 9. S. 609. 1874.

2) P. Plosz u. A. Gyergyai, Pflüger's Arch. Bd. 10. S. 545. 1875.

3) Schmidt-Mülheim, du Bois's Arch. 1879. S. 43.

зомъ, что большая часть бѣлковъ всасывается лишь послѣ предварительной пептонизаціи.

Какова-же дальнѣйшая судьба всосавшихся пептоновъ? Въ крови переваривающихъ животныхъ ихъ вовсе не находятъ, или же — въ незначительномъ количествѣ. По Schmidt-Mülheim'y maximum достигаетъ 0,028% для сыворотки; по Hofmeister'y — 0,055% для всей крови. Въ крови голодающихъ животныхъ ихъ вовсе нѣтъ[1]). Въ млечномъ сокѣ также нельзя доказать ихъ присутствія (чего и слѣдуетъ ожидать) даже тогда, когда они находятся въ крови[2]). Если впрыскивать пептонъ въ кровь, то онъ переходитъ въ мочу[3]) и черезъ 10—16 минутъ въ крови его уже нельзя доказать[4]). Hofmeister[5]) доказалъ далѣе, что и послѣ подкожнаго впрыскиванія впродолженіи 6—9 часовъ большая часть пептоновъ — до 72% — появляется въ мочѣ.

Такъ какъ нормальная моча никогда не содержитъ пептона, то переходу его — послѣ всасыванія изъ кишечника — въ мочу должна препятствовать какая-то причина. Большая часть очевидно вовсе не попадаетъ въ неизмѣненномъ видѣ въ большой кругъ кровообращенія, а еще раньше превращается въ бѣлокъ. Спрашивается: гдѣ совершается это возрожденіе пептона въ бѣлокъ? Ближе всего лежитъ подумать о печени. Если разсматривать пептоны, какъ продукты расщепленія бѣлковъ, то образованіе бѣлковъ изъ пептоновъ должно было бы быть аналогично образованію въ печени гликогена изъ сахара. Но въ крови воротной вены или вовсе нѣтъ пептона, или-же онъ тамъ находится не въ большемъ количествѣ, чѣмъ въ артеріальной крови[6]).

Остается поэтому только предположить, *что превращеніе пептоновъ въ бѣлки совершается уже большею частью въ стѣнкѣ кишечника.* Съ этимъ согласны наблюденія Hofmeister'a. Hofmeister тщательно изслѣ-

1) Schmidt-Mülheim, du Bois's Arch. 1880. S. 38—42, Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chemie. Bd. 5. S. 149. 1881 и Bd. 6. S. 60 bis 62 и 66.

2) Schmidt-Mülheim, l. c. 1880. S. 41. Hofmeister, Arch. f. exp. Pathol. и Pharm. Bd. XIX. S. 17. 1885.

3) P. Plosz und A. Gyergyai, l. c. p. 552. Fr. Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 131. 1881.

4) Schmidt-Mülheim, l. c. S. 46—48. Fano, du Bois's Arch. 1881. S. 281.

5) Fr. Hofmeister, Zeitschr. f. phys Chem. Bd. 5. S. 132—137. 1881.

6) Schmidt-Mühlheim, l. c. p. 43.

довалъ органы собакъ въ періодѣ перевариванія и нашелъ, что желудочная и кишечная стѣнки представляютъ собою единственныя части тѣла, въ которыхъ всегда можно доказать присутствіе пептоновъ во время пищеваренія. Въ большинствѣ случаевъ находили пептоны въ незначительномъ количествѣ также и въ крови, а въ 4-хъ случаяхъ изъ 10-ти и въ селезенкѣ. Во всѣхъ остальныхъ органахъ и тканяхъ никогда нельзя было обнаружить пептоновъ [1]). Hofmeister показалъ далѣе, что накопленіе пептоновъ въ стѣнкахъ пищеварительнаго канала совершается всегда только въ слизистой оболочкѣ, но никогда не въ мышечной [2]).

Наконецъ Hofmeister доказалъ тотъ важный фактъ, что пептонъ подвергается въ желудочной и кишечной стѣнкахъ скорому превращенію [3]). Желудокъ только что убитаго животнаго былъ раздѣленъ на 2 симметричныя части разрѣзами по большой и малой кривизнѣ, или же часть стѣнки кишечника двумя продольными разрѣзами на двѣ возможно равныя части. Слизистую оболочку начисто промывали разведеннымъ растворомъ поваренной соли, одну половину клали тотчасъ-же въ кипящую воду, а другую — лишь послѣ того, какъ она пролежала нѣкоторое время во влажной камерѣ при 40° С. Въ первой половинѣ всегда находили гораздо больше пептона, чѣмъ во второй. Если проходило 2—3 часа, пока вторую половину бросили въ кипятокъ, то она оказывалась совершенно лишенною пептоновъ. Уже изъ чисто телеологическихъ соображеній невѣроятно, чтобы пептоны расщеплялись далѣе въ слизистой оболочкѣ. Ничего болѣе не остается, какъ только предположить, *что пептонъ опять возрождается въ бѣлокъ въ слизистой оболочкѣ пищеварительнаго канала.* Это, по всей вѣроятности, жизненное явленіе. Въ пользу этого говоритъ слѣдующее наблюденіе Hofmeister'a. Когда онъ одну половину желудка бросалъ въ кипящую воду, а другую тотчасъ погружалъ на нѣсколько минутъ въ воду при 60° С. и держалъ затѣмъ 2 часа при 40° С., то въ обѣихъ содержаніе пептона было одинаково. Мы знаемъ, что температура въ 60° С. уничтожаетъ жизнь животныхъ клѣтокъ, но не разрушаетъ

1) Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 6. S. 51. 1882.
2) Hofmeister, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XIX. S. 9—10. 1885.
3) Hofmeister, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 6. S. 69—73 и Archiv f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XIX. S. 8—15. 1885.

безформенныхъ ферментовъ. Превращеніе пептоновъ въ бѣлки должно, слѣдовательно, совершаться, благодаря «жизненной» функціи «переживающихъ» клѣтокъ вырѣзаннаго желудка.

Съ этими результатами Hofmeister'a вполнѣ согласно слѣдующее наблюденіе, сдѣланное Salvioli[1]) въ лабораторіи Ludwig'a въ Лейпцигѣ. У только что убитой собаки вырѣзываютъ петлю тонкихъ кишекъ съ прилегающею къ ней частью брыжейки. Въ эту часть кишечника вводятъ 1 grm. пептона въ 10 Ccm. раствора и закрываютъ концы. Послѣ этого вводятъ въ прилегающій стволъ брыжеечной артеріи послѣ предварительной перевязки коллатеральныхъ сосудовъ струю нагрѣтой, дефибринированной и разведенной растворомъ поваренной соли — крови, вытекающей опять изъ соотвѣтственнаго венознаго ствола. Въ это время «кишечникъ совершаетъ весьма оживленныя подергиванія.» Все это продолжается 4 часа, и послѣ этого изслѣдуютъ содержимое кишекъ: здѣсь находятъ «около полуграмма свертывающагося бѣлка и лишь слѣды пептона.» Проведенная кровь также не содержитъ пептона. Если-же къ пропускаемой крови прибавить пепсина, то онъ не исчезаетъ во время пропусканія. Пептонъ исчезаетъ, слѣдовательно, въ кишечной стѣнкѣ на пути отъ содержимаго кишекъ къ крови.

Я долженъ теперь еще разъ вернуться къ упомянутому уже мною отношенію пептоновъ и поговорить объ этомъ подробнѣе. Мы видѣли, что возрожденіе пептоновъ въ бѣлки въ кишечной стѣнкѣ большею частью не совсѣмъ полное. Часть пептоновъ переходитъ обыкновенно при перевариваніи въ неизмѣненномъ видѣ въ кровь. Спрашивается: какова судьба и значеніе этой части? Прежде всего является вопросъ: отчего этотъ пептонъ не переходитъ въ мочу, между тѣмъ какъ пептонъ, введенный искусственно въ кровь, слѣдуетъ этимъ путемъ. Этотъ фактъ долженъ былъ непремѣнно броситься въ глаза Hofmeister'y,[2]) ибо по его вычисленію количество пептона, попадавшее послѣ подкожнаго впрыскиванія въ кровь и переходившее въ мочу было значительно меньше тѣхъ количествъ пептона, которыя были найдены въ крови живот-

1) Gaetano Salvioli. Du Bois's Arch. 1880. Suppl. S. 112.
2) Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 148. 1881.

ныхъ во время пищеваренія и не переходили въ мочу. (Ср. выше стр. 219). Пептонъ, попавшій въ кровь изъ кишечника, отличается слѣдовательно отъ того, который попадаетъ туда какимъ-нибудь другимъ путемъ. Для объясненія этого факта Hofmeister полагаетъ, что пептонъ, попавшій въ кровь изъ кишечника, находится не въ плазмѣ, а въ лимфатическихъ клѣткахъ. Слѣдующіе мотивы побудили его сдѣлать это предположеніе. 1. Въ гноѣ находятся значительныя количества пептона, содержащагося здѣсь преимущественно или почти исключительно въ гнойныхъ клѣткахъ, которыя идентичны съ лимфатическими клѣтками, безцвѣтными кровяными шариками или лейкоцитами[1]). 2. При изслѣдованіи крови животнаго во время пищеваренія сыворотка оказалась лишенною пептона, между тѣмъ какъ верхній слой кровянаго сгустка, содержащій всегда большую часть лейкоцитовъ (ср. 13 лекц.), содержалъ 0,09 % пептона[2]). 3. Процентное содержаніе пептона въ селезенкѣ, которая, какъ извѣстно, очень богата лейкоцитами, было всегда больше, чѣмъ содержаніе его въ крови того же животнаго. 4. «Аденоидная ткань, содержащая у голодающихъ животныхъ умѣренное количество лимфатическихъ клѣтокъ, изобилуетъ ими у животныхъ, переваривающихъ пищу»[3]). 5. Въ клѣткахъ аденоидной ткани у сытыхъ животныхъ видно больше фигуръ дѣленія ядеръ, чѣмъ у голодающихъ животныхъ[4]).

Кажется, такимъ образомъ, что лимфатическія клѣтки не служатъ исключительно транспортными судами для пептоновъ. Ихъ размноженіе и ростъ повидимому находятся въ тѣснѣйшей связи съ всасываніемъ и усваиваніемъ азотистой пищи. Но такъ какъ количество лейкоцитовъ въ нашемъ тѣлѣ все-таки постоянно, то по мѣрѣ того, какъ бѣлки всасываются и появляются новыя клѣтки черезъ дѣленіе, умираетъ и распадается соотвѣтственное количество старыхъ лимфатическихъ клѣтокъ. Такъ можно, пожалуй, отчасти объяснить упомянутое явленіе, что всасываніе большихъ количествъ бѣлка ведетъ за собою быстрый распадъ соотвѣтствующихъ количествъ бѣлка.

1) Hofmeister, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 4. S. 274 ff. 1880.
2) Hofmeister, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 6. S. 67. 1882.
3) Hofmeister, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 5. S. 150. 1881.
4) Hofmeister, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XIX. S. 32. 1885. Bd. XX. S. 291—305. 1885. Bd. XXII. S. 306. 1887.

Является теперь вопросъ: что происходитъ съ пептономъ, который попадаетъ въ кровь изъ кишечника? Какъ мы видѣли, онъ скоро исчезаетъ изъ крови, но не переходитъ въ мочу. Гдѣ-же, слѣдовательно, онъ превращается въ другія вещества? Въ самой крови это превращаніе не совершается. Hofmeister[1]) бралъ изъ сонной артеріи переваривающей собаки двѣ пробы крови, одну за другою. Первая была немедленно изслѣдована на пептонъ, вторая-же — послѣ того, какъ ее продержали $2^1/_2$ часа при 37° С. Содержаніе пептона было найдено въ обѣихъ пробахъ одинаковымъ. Hofmeister открывалъ затѣмъ у живой собаки сонныя и бедренныя артеріи на возможно большемъ протяженіи и перевязывалъ ихъ, равно какъ и боковыя вѣтви, вверху и внизу. Черезъ полчаса перевязанныя части артерій были вынуты и опорожнены отъ ихъ содержимаго. Въ послѣднемъ можно было доказать присутствіе пептона. Такимъ образомъ въ крови онъ не исчезаетъ; онъ долженъ, слѣдовательно, переходить изъ капилляровъ въ ткани. Съ этимъ согласенъ тотъ фактъ, что во время пищеваренія, когда артеріальная кровь содержитъ значительныя количества пептона, въ крови соотвѣтствующихъ венъ его вовсе не было[2]).

Съ помощью пріобрѣтенныхъ нами свѣдѣній относительно судьбы пептоновъ въ нашемъ тѣлѣ мы въ состояніи объяснить загадочное для насъ доселѣ появленіе пептона въ мочѣ при различныхъ болѣзненныхъ процессахъ. Мы видѣли, что *пептоны переходятъ въ мочу, какъ только они попадаютъ въ кровь не изъ кишечника, а инымъ путемъ.* Это очевидно бываетъ при всѣхъ тѣхъ патологическихъ процессахъ, когда мы имѣемъ дѣло съ пептонуріею. При всѣхъ этихъ явленіяхъ мы имѣемъ по всей вѣроятности дѣло съ распадомъ умирающихъ тканевыхъ элементовъ при образованіи пептоновъ, которые всасываются въ кровь[3]); это бываетъ при такихъ болѣзненныхъ процессахъ, при которыхъ играютъ роль накопленіе гноя и происходящія въ немъ разложенія: при

1) Hofmeister, ibid. Bd. XIX. S. 23. 1885.
2) Hofmeister, Arch. f. exp. Path. und Pharmak. Bd. XIX. S. 30. 1885.
3) См. Em. Maixner, Prager Vierteljahrschr. Bd. 143. S. 75. 1879. Hofmeister, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 4. S. 265. 1880. R. v. Jaksch, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 6. 413. 1883. N. Pacanowski, ibid. Bd. 9. S. 429. 1885.

гнойныхъ плевритическихъ и перитонеальныхъ выпотахъ, при различнаго рода абсцессахъ, при свѣжихъ воспаленіяхъ колѣннаго сустава, при Meningitis cerebrospinalis epidemica, при воспаленіяхъ почечной лоханки, при гнойномъ бронхитѣ и при нѣкоторыхъ случаяхъ чахотки легкихъ съ обширнымъ образованіемъ кавернъ и застоемъ выдѣленій и т. д. Появленіе пептона въ мочѣ въ періодѣ разрѣшенія крупозной пнеймоніи можно объяснить точно такимъ-же образомъ: пептонъ попадаетъ въ кровь при всасываніи легочнаго выпота. И въ самомъ дѣлѣ Hofmeister могъ доказать въ инфильтрованныхъ частяхъ воспаленныхъ легкихъ «значительное содержаніе пептона.»

ЛЕКЦІЯ XIII-ая.

Кровь и лимфа.

Послѣ того, какъ мы уже прослѣдили судьбу пищевыхъ веществъ до ихъ поступленія въ кровь, обратимъ теперь наше вниманіе на самую **кровь.**

При изслѣдованіи крови мы прежде всего встрѣчаемся съ явленіемъ, которое рѣзче всего бросается въ глаза и въ то-же время чрезвычайно затрудняетъ химическій анализъ — это именно свертываніе.

Какъ только кровь оставляетъ сосуды животнаго, часть бѣлковъ ея переходитъ изъ кажущагося растворенная видоизмѣненія въ свернутое. Количество этихъ коллоидныхъ веществъ, обыкновенно называемыхъ волокниною или фибриномъ, относительно ничтожно. Оно составляетъ обыкновенно лишь 0,1—0,4% вѣса крови. Тѣмъ не менѣе кровь превращается въ вязкую, тягучую массу, благодаря тому, что это малое количество переходитъ въ свертывающееся состояніе.

Эта тягучая масса, оставленная въ покоѣ, постепенно стягивается, иногда даже до половины первоначальнаго объема, и выжимаетъ изъ себя промежуточную жидкость, между тѣмъ какъ кровяные шарики почти совершенно задерживаются. Такимъ образомъ свернувшаяся кровь распадается на «кровяной сгустокъ» и «сыворотку». Сыворотка, значитъ, представляетъ собою плазму minus фибринъ; кровяной сгустокъ состоитъ изъ тѣсно сдвинутыхъ другъ къ другу клѣтокъ крови, промежуточное вещество которыхъ составляетъ меньшая часть сыворотки вмѣстѣ съ свернувшимися бѣлковыми тѣлами.

Если же во время свертыванія взбивать кровь палочкою, то свертывающіяся вещества выдѣляются въ видѣ лоскутковъ и нитей, которые пристаютъ къ палочкѣ и по-

степенно обволакиваютъ ее, такъ что ихъ можно вынуть вмѣстѣ съ нею. Такимъ образомъ получается т. н. «дефибринированная» кровь, которая остается жидкою, можетъ быть отдѣлена отъ остатка фибрина процѣживаніемъ и состоитъ изъ сыворотки съ суспендированными въ ней кровяными клѣтками.

Если мы вспомнимъ, какъ велика наклонность коллоидныхъ веществъ къ переходу въ свертывающееся видоизмѣненіе (ср. выше стр. 50—53), то это явленіе свертыванія не покажется намъ страннымъ. Да оно вовсе не свойственно одной только крови. Лимфа и млечный сокъ также свертываются. Наступленіе послѣсмертнаго окоченѣнія въ омертвѣвшей мышцѣ основывается на подобномъ-же явленіи, и по всей вѣроятности во всякой отмирающей ткани, животной и растительной, часть кажущихся растворенными бѣлковъ свертывается. Свертываніе крови не составляетъ, слѣдовательно, жизненнаго явленія; это процессъ начинающагося разложенія въ отмирающей крови. Можно было бы поэтому подумать, что разсматриваніе свертыванія крови не принадлежитъ физіологіи.

Свертываніе крови важно въ физіологическомъ отношеніи на столько, на сколько оно служитъ для организма актомъ самопомощи при наступающей опасности отъ истеченія крови вслѣдствіе поврежденія сосудовъ. Вслѣдствіе свертыванія крови на поврежденномъ мѣстѣ кровотеченіе останавливается.

Въ патологическомъ отношеніи чрезвычайно за то интересно изслѣдовать причины и сущность свертыванія крови. Ибо случается, какъ извѣстно, что кровь при патологическихъ условіяхъ свертывается въ живыхъ сосудахъ и что это явленіе влечетъ за собою всевозможныя разстройства, служащія часто даже причиною смерти.

Весьма важно поэтому знать, что препятствуетъ наступленію свертыванія въ живыхъ сосудахъ при нормальныхъ условіяхъ? Что составляетъ вообще сущность этого процесса? Что здѣсь отдѣляется и при какихъ условіяхъ? Не смотря на многочисленныя изслѣдованія, мы все-таки еще не въ состояніи дать удовлетворительные отвѣты на эти вопросы. Познакомимся поближе съ тѣмъ немногимъ, что на дѣлѣ не ускользаетъ отъ наблюденія.

Мы знаемъ прежде всего, *что соприкасаніе крови съ нормальною стѣнкою живаго сосуда препятствуетъ свер-*

тыванію[1]). Если перевязать у живаго животнаго кровеносный сосудъ въ двухъ мѣстахъ, то въ перевязанной части застоявшаяся кровь не свертывается даже по истеченіи многихъ часовъ; но свертываніе наступитъ уже черезъ нѣсколько часовъ, какъ только дать крови вытекать изъ перевязанной части. Brücke показалъ, что, если вырѣзать у черепахи сердце послѣ перевязки сосудныхъ стволовъ, то кровь не свертывается въ бьющемся еще сердцѣ. Если въ отдѣльные стволы сосудовъ вводили маленькія стеклянныя трубочки, плотно прилегавшія къ стѣнкамъ сосуда, такъ что кровь соприкасалась только со стекломъ, а не съ сосудною стѣнкою, то въ тѣхъ стволахъ, въ которые были вставлены стеклянныя трубочки, кровь свертывалась, въ другихъ-же сосудныхъ стволахъ и въ сердцѣ она не свертывалась. Вообще Brücke замѣтилъ, что каждое постороннее тѣло, введенное въ живую кровь, покрывается кровянымъ сгусткомъ.

Если перевязать кровеносный сосудъ, то, спустя нѣкоторое время, кровь свертывается отъ мѣста перевязки до того мѣста, гдѣ отходитъ ближайшая вѣтвь. Свертываніе всегда начинается въ мѣстѣ перевязки, гдѣ эндотелій поврежденъ и измѣненъ вслѣдствіе сдавливанія. Можно также предположить, что весь эндотелій отъ мѣста перевязки до начала ближайшей вѣтви недостаточно питается, тотому что вслѣдствіе застоя крови нѣтъ постояннаго подвоза необходимыхъ специфическихъ пищевыхъ веществъ, такъ что эндотелій теряетъ тѣ нормальныя свойства, которыя препятствуютъ свертыванію.

Точно такъ-же объясняется и происхожденіе тромбовъ[2]) вслѣдствіе атероматознаго перерожденія внутренней оболочки, вслѣдствіе сжатія сосуда опухолью и. т. д.

Мы знаемъ далѣе, *что свертыванію крови всегда предшествуетъ отмираніе и распадъ лейкоцитовъ.* Кажется, что продукты распада лейкоцитовъ участвуютъ какимъ-то образомъ въ образованіи кровянаго сгустка[3]).

1) E. Brücke, Virchow's Arch. Bd. 12. S. 81 u. 172. 1857.

2) Относительно происхожденія тромбовъ см. работы Virchow'a въ его „Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin." Frankfurt a. M. 1856. S. 59—732; далѣе F. W. Zahn, Virchow's Arch. Bd. 62. S. 81. 1875; J. C. Eberth und C. Schimmelbusch, Virchow's Arch. Bd. 103. S. 39. 1886 и Bd. 105. S. 331 и 456. 1886. Тамъ-же указана остальная литература.

3) Взглядъ, будто фибринъ образуется вслѣдствіе распада лейкоцитовъ, былъ впервые высказанъ William'омъ Addison'омъ, The London Medical

Mantegazza обратилъ вниманіе на то, что только такія жидкости подвергаются произвольному свертыванію, которыя содержатъ лейкоциты — кровь, лимфа, патологическіе транссудаты[1]) — и что эти жидкости перестаютъ свертываться, если удалить изъ нихъ лейкоциты. Johannes Müller[2]) доказалъ, что, если разбавить лягушечью кровь растворомъ сахара и профильтровать ее, то большіе красные кровяные шарики останутся на фильтрѣ, между тѣмъ какъ фильтратъ свертывается. Изъ этого Joh. Müller заключилъ, что свертывающіяся вещества происходятъ изъ плазмы. Но Mantegazza доказалъ, что при этомъ опытѣ маленькіе и мягкіе безцвѣтные кровяные шарики просачиваются черезъ поры фильтра, и что фильтратъ не свертывается, если удается съ помощью весьма тонкой пропускной бумаги удержать на фильтрѣ и безцвѣтные кровяные шарики[3]).

При протягиваніи шелковой нити черезъ вену живаго животнаго Mantegazza находилъ, что эта нить уже черезъ двѣ минуты была покрыта лейкоцитами и что «вокругъ нея начиналось уже образованіе фибрина.» Если опытъ продолжался дольше, то вокругъ нити получался густой бѣлый свертокъ, переполненный всегда лейкоцитами. То-же самое происходило и съ другими посторонними тѣлами, введенными въ циркулирующую кровь; отлагавшійся на нихъ свертокъ былъ тѣмъ значительнѣе, чѣмъ болѣе шероховата была ихъ поверхность и чѣмъ легче лейкоциты къ ней прилипали. На бѣлой, тонкой, платиновой нити сгустокъ не получался[4]).

Къ такому же результату пришелъ на основаніи подобныхъ опытовъ Zahn[5]). При введеніи въ сердце живаго

Gazette, New Series. Vol. I. For the session 1840—1841, p. 477 и 689, и Lionel'емъ S. Beal'емъ, Quarterly Journal of microscopical science. T. 14. p. 47. 1864, затѣмъ еще Paolo Mantegazza, Ricerche sperimentali Sull'origine della fibrina e sulla causa della coagulatione del sangue. Milano 1871. Подробный рефератъ объ этой работѣ былъ помѣщенъ Boll'емъ въ 1871 г. въ Centralbl. f. d. med. Wissensch. S. 709 и въ 1876 г. Mantegazza опубликовалъ свою работу на нѣмецкомъ языкѣ въ „Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere.“ Bd. 11. S. 523–577. Ср. также E. Tiegel, Notizen über Schlangenblut. Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 278. 1880.

1) Mantegazza, Moleschott's Unters. z. Naturlehre. Bd. 11. S. 552 и 557. 1876.

2) Johannes Müller, Handb. d. Physiologie des Menschen. 4 Aufl. Coblenz 1844. Bd. I. S. 104.

3) Mantegazza, l. c. p. 556.

4) Mantegazza, l. c. p. 558—563.

5) F. Wilh. Zahn, l. c. p. 104—112

животнаго стекляныхъ палочекъ съ совершенно гладкою поверхностью онъ не наблюдалъ никакого свертыванія. Но если онъ передъ тѣмъ дѣлалъ на палочкѣ надрѣзъ напильникомъ, то на этомъ шероховатомъ мѣстѣ получался сгустокъ. Zahn доказалъ далѣе, что и образованію тромбовъ предшествуетъ всегда накопленіе и распадъ лейкоцитовъ.

Отношеніе бѣлыхъ кровяныхъ шариковъ къ свертыванію изслѣдовано, наконецъ, весьма подробно Alexandr'омъ Schmidt'омъ[1]). Онъ нашелъ весьма удобный объектъ для доказательства этого отношенія въ лошадиной крови. Лошадиная кровь отличается отъ крови другихъ, доселѣ изслѣдованныхъ, теплокровныхъ животныхъ двумя особенностями: во первыхъ, она медленнѣе свертывается и, во вторыхъ, красные кровяные шарики быстрѣе осѣдаютъ. Поэтому-то и удается снять сверху плазму послѣ осѣданія красныхъ кровяныхъ шариковъ еще до наступленія свертыванія. Свертываніе еще болѣе замедляется при примѣненіи холода. Если выпустить кровь изъ вены у лошади прямо въ сосудъ, окруженный льдомъ, то всѣ красные кровяные кружечки падаютъ на дно, а специфически болѣе легкіе, медленнѣе осѣдающіе безцвѣтные шарики образуютъ надъ красными т. н. «сѣрый слой.» Теперь можно снять большую часть плазмы и профильтровать ее. При этомъ безцвѣтные шарики остаются на фильтрѣ — вслѣдствіе окоченѣнія на холодѣ, которое имъ мѣшаетъ проходить черезъ поры фильтра — и въ фильтратѣ получается чистая, прозрачная плазма, которая и въ теплѣ лишь чрезвычайно медленно свертывается и отдѣляетъ незначительный сгустокъ. Если опять прибавить къ этой плазмѣ лейкоцитовъ изъ фильтра, то образуется плотный сгустокъ. Если дать крови,

1) Alexander Schmidt опубликовалъ главные результаты своихъ обширныхъ работъ въ брошюрѣ „Die Lehre von den fermentativen Gerinnungserscheinungen in den eiweissartigen thierischen Körperflüssigkeiten.“ Dorpat. C. Mattiesen. 1876. Позднѣйшія изслѣдованія Alex. Schmidt относительно свертыванія крови находятся въ докторскихъ диссертаціяхъ его учениковъ: L. Birk'a и J. Sachsendahl'a 1880, N. Bojanus'a и Ferd. Hoffmann'a 1881, E. v. Samson-Himmelstjerna и N. Heyl'a 1882, H. Feiertag'a, F. Slevogt'a, Fr. Rauschenbach'a и Ed. v. Götschel'я 1883, O. Groth'a и W. Grohmann'a 1884 и Jacob v. Samson-Himmelstjerna 1885. Ср. также O. Hammersten, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 211. 1877 и Bd. 30. S. 437. 1883 и L. Erédéricq, Bullet. de l'Acad. royale de Belgique. Sér. 2. T. 64. No. 7. Juilett 1877. Annales de la soc. de méd. de Gand. 1877. Recherches sur la constitution du plasma sanguin. Gand. Paris. Leipzig 1878.

свертыванію которой препятствуетъ холодъ, свертываться при комнатной температурѣ, то образуется весьма твердая, желеобразная масса въ упомянутомъ «сѣромъ слоѣ.»

Мой Дерптскій коллега былъ настолько любезенъ, что показывалъ мнѣ неоднократно эти опыты надъ несвернувшеюся лошадиною кровью. Громадное количество лейкоцитовъ поразительно. Оно несомнѣнно гораздо значительнѣе, чѣмъ въ дефибринированной крови. Но еще болѣе поразительно чрезвычайное разнообразіе формъ: мы видимъ здѣсь всѣ переходныя формы отъ самыхъ малыхъ, безцвѣтныхъ кровяныхъ шариковъ, діаметръ которыхъ почти не больше діаметра красныхъ кровяныхъ тѣлецъ, какъ это обыкновенно видно въ дефибринированной крови, до большихъ гранулированныхъ, желтыхъ клѣтокъ, содержащихъ ядра, съ болѣе чѣмъ двойнымъ діаметромъ — Schmidt'овскіе «зернистые шарики»[1]). По окончаніи свертыванія послѣдніе исчезаютъ. Schmidt и его ученики сообщаютъ, что они прослѣдили подъ микроскопомъ распадъ этихъ шариковъ въ зернистыя кучи[2]) и постепенный переходъ послѣднихъ въ фибринный сгустокъ. Въ крови другихъ млекопитающихъ эти зернистые шарики, равно какъ и ихъ переходныя формы въ обыкновенные бѣлые кровяные шарики, повидимому не такъ многочисленны и распадаются быстрѣе, такъ что ихъ трудно видѣть подъ микроскопомъ[3]).

Мы не имѣемъ еще достаточно вѣрныхъ фактовъ для того, чтобы рѣшить вопросъ, доставляютъ-ли сами распадающіеся лейкоциты матеріалъ для образованія свертывающихся веществъ, или-же извѣстные продукты распада, на подобіе ферментовъ, даютъ лишь толчокъ для перехода

---

1) Рисунокъ этихъ „зернистыхъ шариковъ“ и продуктовъ ихъ распада помѣщенъ въ диссертаціи Georg'a Semmer'a „Ueber die Faserstoffbildung im Amphibien- und Vogelblute und die Entstehung der rothen Blutkörperchen der Säugethiere. Dorpat, Mattiesen. 1874.

2) Mantegazza также наблюдалъ зернышка въ плазмѣ лошадиной крови, l. c. p. 563.

3) Въ новѣйшее время открыли въ крови съ помощью усовершенствованныхъ микроскоповъ маленькія зернышка и пластинки, которыя считаютъ преформированнымъ образованіемъ и которымъ приписываютъ участіе въ образованіи кровянаго свертка. Alexander Schmidt считаетъ ихъ ничѣмъ другимъ, какъ продуктами распада его „зернистыхъ шариковъ.“ См. G. Hayem, Compt. rend. T. 86. p. 58. 1878. J. Bizzozero, Virchow's Arch. Bd. 90. S. 261. 1882. M. Löwit, Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 80. S. 270. и Bd. 90. S. 80. 1884 и L. C. Wooldridge въ „Beiträge zur Physiol., Carl Ludwig zu seinem siebzigsten Geburtstage gewidmet von seinen Schülern.“ S. 221. Leipzig. Vogel. 1887.

извѣстныхъ бѣлковыхъ веществъ плазмы въ свертывающуюся модификацію.

Чрезвычайно важно и достойно вниманія, по моему мнѣнію, еще слѣдующее наблюденіе. Кажется, что послѣ наступившаго уже отдѣленія фибрина въ крови остается еще часть веществъ, вызывающихъ свертываніе. Alex. Schmidt показалъ, что если прибавить дефибринированную кровь или сыворотку къ лимфѣ или къ серознымъ трансудатамъ, которые сами по себѣ свертываются лишь медленно и доставляютъ очень мало фибрина, то вся жидкость вскорѣ превращается въ студенистую массу. Жидкость плевры и liquor pericardii человѣка и лошади нерѣдко вполнѣ свободны отъ лимфатическихъ клѣтокъ и поэтому неудобосвертываемы, но они свертываются послѣ прибавленія сыворотки крови. Точно такимъ же образомъ объясняется фактъ, что послѣ переливанія дефибринированной крови наступаетъ свертываніе въ сосудахъ. Armin Köhler[1]) доказалъ, что если выпустить у кролика кровь, дефибринировать ее и впрыснуть обратно животному въ сосуды, то смерть наступитъ вслѣдствіе свертыванія въ сосудахъ. Вотъ почему перестали примѣнять переливаніе крови[2]) съ терапевтическою цѣлью.

Изъ всего сказаннаго о свертываніи крови можно видѣть, съ какими большими затрудненіями намъ приходится встрѣчаться при каждомъ химическомъ изслѣдованіи ея, въ особенности-же при каждомъ поползновеніи *совершить отдѣльный количественный анализъ плазмы и кровяныхъ кружечковъ.*

Чистая, неизмѣненная плазма, добытая по правиламъ Alexandr'a Schmidt'a изъ лошадиной крови, до сихъ поръ еще никогда не была анализирована. Обыкновенно довольствовались анализами сыворотки и по составу послѣдней судили о составѣ плазмы. Прибавляли къ сывороткѣ фибринъ и полагали, что изъ нихъ составлена плазма. Теперь мы знаемъ, что счетъ вовсе не такъ простъ. Мы

---

1) Armin Köhler, Ueber Thrombose und Transfusion, Eiter und septische Infection und deren Beziehungen zum Fibrinferment. Dorpat 1877.

2) E. v. Bergmann опубликовалъ весьма интересный критическій обзоръ литературы по вопросу о переливаніи крови въ видѣ лекціи подъ заглавіемъ: „Die Schicksale der Transfusion im letzten Decennium.“ Berlin. Hirschwald. 1883. Ср. также A. Landerer, Virchow's Arch. Bd. 105. S. 351. 1886.

не знаемъ, какія составныя части плазмы участвовали въ образованіи сгустка, и какіе продукты распада лимфатическихъ клѣтокъ перешли въ сыворотку. Мы не знаемъ, что нужно отнять отъ сыворотки и что къ ней прибавить для того, чтобы узнать составъ плазмы.

Далѣе, мы наталкивается на непреодолимыя затрудненія при попыткѣ освобожденія красныхъ кровяныхъ кружечковъ отъ сыворотки и анализированія ихъ въ совершенно чистомъ видѣ. Средства, которыми обыкновенно пользуются для того, чтобы отдѣлить осадокъ отъ раствора, здѣсь не примѣнимы. Большія кровяныя тѣльца амфибій можно, правда, собрать на фильтрѣ; но это не удается по отношенію къ кровянымъ тѣльцамъ млекопитающихъ. Это зависитъ не отъ одной только ихъ малой величины. Микроскопическое изслѣдованіе учитъ, что они гораздо больше по величинѣ, чѣмъ напр. кристаллы полученнаго въ видѣ осадка сѣрнокислаго барія или щавелекислаго кальція, которые не проходятъ черезъ фильтръ. Красные кровяные кружечки проходятъ черезъ фильтръ, потому что они вслѣдствіе своей мягкой податливой консистенціи примѣняются къ формѣ скважинъ фильтра. Остается, слѣдовательно, только методъ сливанія (Decantatio). Но однимъ сливаніемъ мы не достигнемъ цѣли. Въ связи со сливаніемъ должно быть промываніе. Но чѣмъ-же промывать?

Обыкновенная промывательная жидкость — вода — здѣсь не примѣнима, ибо, какъ только красные кровяные шарики придутъ въ соприкосновеніе съ водою, красное красящее вещество, гемоглоблинъ, образующее ихъ главную составную часть, тотчасъ диффундируетъ въ промежуточную жидкость, и отъ кровяныхъ клѣтокъ остаются только т. н. «стромы»; это уменьшенные, блѣдные, круглые, очень слабо преломляющіе свѣтъ, незначительнаго удѣльнаго вѣса остатки[1]).

Если взять вмѣсто воды разбавленный растворъ соли извѣстной концентраціи — напр. $1^1/_2$—$3^0/_0$ растворъ поваренной соли — то никакое микроскопически замѣтное измѣненіе кровяныхъ шариковъ не наступитъ. Въ концентрированныхъ соляныхъ растворяхъ они сморщиваются, а въ разбавленныхъ — взбухаютъ и отдаютъ имъ гемоглобинъ.

1) О свойствахъ и составѣ „стромы“ см. L. Wooldridge, du Bois's Arch. 1881. S. 387.

Сливаніемъ и промываніемъ разведеннымъ растворомъ соли можно такимъ образомъ вполнѣ освободить шарики дефибринированной крови отъ всѣхъ составныхъ частей сыворотки. Спрашивается только: имѣютъ-ли кровяные шарики послѣ такой операціи тотъ-же составъ, какъ и до нея? Не слѣдуетъ-ли намъ опасаться, что соль или вода станутъ просачиваться изъ промывающей жидкости въ кровяные шарики и что, наоборотъ, составныя части послѣднихъ перейдутъ въ промывательную жидкость? Несомнѣнно только, что гемоглобинъ не выступаетъ. Это непремѣнно бросилось бы въ глаза, благодаря его интенсивной силѣ окрашиванія. По этому вѣроятно, что и трудно диффундирующія настоящія коллоидныя вещества — бѣлки кровяныхъ шариковъ также не выступаютъ. Такимъ образомъ мы въ состояніи опредѣлить количественно сумму гемоглобина и бѣлка въ шарикахъ взвѣшеннаго количества крови. Если опредѣлить еще, кромѣ того, сумму гемоглобина и бѣлка во всей крови, а также содержаніе бѣлка въ сывороткѣ, то у насъ окажутся всѣ числа, необходимыя для опредѣленія вѣсоваго отношенія сыворотки и тѣлецъ во всей крови.

Этотъ методъ количественнаго анализа крови предложенъ Hoppe-Seyler'омъ [1]). Примѣръ сдѣлаетъ болѣе наглядным способъ вычисленія [2]):

Въ 100 grm. дефибринированной крови свиньи найдено:

1) 18,92
2) 18,88 } среднимъ числомъ: 18,90 бѣлка + гемоглобина.

Въ кровяныхъ шарикахъ 100 grm. той-же крови найдено:

1) 15,04
2) 15,13 } среднимъ числомъ: 15,07 бѣлка + гемоглобина.
3) 15,05

Слѣдовательно, въ сывороткѣ 100 grm. крови содержалось:

$$18{,}90 - 15{,}07 = 3{,}83 \text{ grm. бѣлка.}$$

---

1) Hoppe-Seyler, Handbuch der physiologisch und pathologisch chemischen Analyse. § 272. Aufl. 5. S. 441. Berlin. Hirchwald. 1883. Производство этого вычисленія значительно облегчается примѣненіемъ центробѣжной силы (см. L. v. Babo, Liebig's Ann. Bd. 82. S. 301. 1852). Потому что безъ нея прошло-бы нѣсколько недѣль на повторное осажденіе кровяныхъ кружечковъ для сливанія промежуточной жидкости; причемъ даже при примѣненіи низкой температуры нельзя было бы избѣгнуть разложенія и выступленія гемоглобина.

2) G. Bunge, zur quantitativen Analyse des Blutes. Zeitschr. f. Biol. Bd. 12. S. 191. 1876.

Въ 100 grm. сыворотки непосредственнымъ вычисленіемъ найдено.

1) 6,74
2) 6,79 } среднимъ числомъ: 6,77 бѣлка.

Отсюда опредѣляется количество сыворотки въ 100 grm. дефибринированной крови:

$$\frac{3,83}{6,77} \cdot 100 = 56,6\% \text{ сыворотки.}$$

$$100 - 56,6 = 43,4\% \text{ кровяныхъ тѣлецъ.}$$

Теперь нужно только сдѣлать анализы всей крови и сыворотки для того, чтобы быть въ состояніи вычислить, какъ каждая составная часть распредѣлена между обѣими составными частями дефибринированной крови.

Съ цѣлью провѣрить вѣрность этого метода я одновременно опредѣлилъ отношеніе сыворотки къ тѣльцамъ въ той же крови по другому методу. Мы въ состояніи опредѣлить это отношеніе, разъ только мы можемъ съ увѣренностью доказать, что извѣстной составной части сыворотки нѣтъ въ кровяныхъ тѣльцахъ. Это бываетъ въ крови нѣкоторыхъ животныхъ по отношенію къ натрію. Такое заключеніе сдѣлалось вѣроятнымъ уже изъ прежнихъ опытовъ C. Schmidt'a[1]) и ученика Hoppe-Seyler'a, Захарьина[2]); непосредственно-же оно подтверждается слѣдующими, мною произведенными, анализами.

Если помощью центробѣжной силы отдѣлить кровяные кружечки дефибринированной крови свиньи отъ сыворотки, то на периферическомъ концѣ центробѣжнаго цилиндра получится густая кашица кровяныхъ тѣлецъ, содержащая очень мало натрія. Въ ней натрія въ 7 разъ меньше, чѣмъ въ сывороткѣ. Если только $^1/_7$ этой кашицы состоитъ изъ промежуточной жидкости, то содержаніе натрія въ кашицѣ покрывается содержаніемъ его въ промежуточной жидкости. Подъ микроскопомъ можно было ясно видѣть между кровяными шариками значительное количество промежуточной жидкости. Слѣдовательно, въ случаѣ, если кро-

1) C. Schmidt, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig u. Mitau. 1850.

2) Г. Захарьинъ, zur Blutanalyse. Virchow's Arch. Bd. 21. S. 337. 1861.

вяные шарики вообще содержали натрій, количество это было весьма ничтожно, и мы не могли сдѣлать большой ошибки, вычисливъ количество сыворотки изъ содержанія натрія въ крови и въ сывороткѣ. Анализъ и вычисленіе обнаружили слѣдующее:

Во всей крови 1) 0,2403 } среднимъ числомъ: 0,2406 % Na_2O.
2) 0,2409 }

Въ сывороткѣ 1) 0,4283 } среднимъ числомъ: 0,4272 % Na_2O.
2) 0,4260 }

$$\frac{0{,}2406}{0{,}4272} \cdot 100 = 56{,}3\ \%\ \text{сыворотки.}$$

$$100 - 56{,}3 = 43{,}7\ \%\ \text{кровяныхъ шариковъ.}$$

Эти числа поразительно совпадаютъ съ числами, найденными для той-же крови свиньи по методу Hoppe-Seyler'a.

При анализѣ крови лошади, произведенномъ точно такимъ же образомъ по методу Hoppe-Seyler'a, я нашелъ:

46,5 % сыворотки и 53,5 % кровяныхъ шариковъ.

При вычисленіи изъ содержанія натрія:

46,9 % сыворотки и 53,1 % кровяныхъ шариковъ.

Это согласіе не можетъ быть случайнымъ. Изъ этого мы должны заключить, что 1) *Методъ* Hoppe-Seyler'a *даетъ вѣрные результаты* и что 2) *въ крови лошади и свиньи натрій находится только въ промежуточной жидкости.*

Къ сожалѣнію послѣдній выводъ не относится къ крови всѣхъ животныхъ. Въ крови собаки и быка натрій находится также въ кружечкахъ. Весьма удобный и точный методъ, основывающійся на вычисленіи отношенія кровяныхъ шариковъ къ промежуточной жидкости изъ содержанія натрія, незамѣнимъ въ томъ отношеніи, что, пользуясь имъ, мы въ состояніи провѣрить на крови извѣстныхъ животныхъ точность другихъ методовъ, которые примѣнимы для крови всѣхъ животныхъ.

Въ слѣдующей таблицѣ сопоставлены результаты моихъ анализовъ крови.

1000 вѣсовыхъ частей дефибринированной крови содержатъ:

	Свинья.		Лошадь.		Быкъ.	
	436,8 кружечки.	563,2 Сыворотка.	531,5 кружечки.	468,5 сыворотка.	318,7 кружечки.	681,3 Сыворотка.
Воды	276,1	517,9	323,6	420,1	191,2	622,2
Плотныхъ в—въ	160,7	45,3	207,9	48,4	127,5	59,1
Бѣлка и гемоглобина	151,6	38,1	—	—	123,6	49,9
Друг. орг. в—въ	5,2	2,8	—	—	2,4	3,8
Неорг. в—въ .	3,9	4,3	—	—	1,5	5,4
K_2O	2,421	0,154	2,62	0,13	0,238	0,173
Na_2O	0	2,406	0	2,08	0,667	2,964
CaO	0	0,072	—	—	0	0,070
MgO	0,069	0,021	—	—	0,005	0,031
Fe_2O_3	—	0,006	—	—	—	0,007
Cl	0,657	2,034	1,02	1,76	0,521	2,532
P_2O_5	0,903	0,106	—	—	0,224	0,181

	1000 ВѢСОВЫХЪ ЧАСТЕЙ КРУЖЕЧКОВЪ СОДЕРЖАТЪ			1000 ВѢСОВЫХЪ ЧАСТЕЙ СЫВОРОТКИ СОДЕРЖАТЪ		
	Свинья.	Лошадь.	Быкъ.	Свинья.	Лошадь.	Быкъ.
Воды	632,1	608,9	599,9	919,6	896,6	913,3
Плотныхъ в—въ	367,9	391,1	400,1	80,4	103,4	86,7
Бѣлка и гемоглобина . .	347,1	—	387,8	67,7	—	73,2
Друг. орг. в—въ	12,0	—	7,5	5,0	—	5,6
Неорг. в—въ .	8,9	—	4,8	7,7	—	7,9
K_2O	5,543	4,92	0,747	0,273	0,27	0,254
Na_2O	0	0	2,093	4,272	4,43	4,351
CaO	0	—	0	0,136	—	0,126
MgO	0,158	—	0,017	0,038	—	0,045
Fe_2O_3	—	—	—	—	—	0,011
Cl	1,504	1,93	1,635	3,611	3,75	3,717
P_2O_5	2,067	—	0,703	0,188	—	0,266

Чтобы дать также картину состава человѣческой крови, я привожу безподобные анализы моего уважаемаго учителя,

Carl'a Schmidt'a [1]); но при этомъ я долженъ замѣтить, что примѣненный имъ методъ повліялъ на слишкомъ большія числа для содержанія кружечковъ въ крови.

Кровь 25-ти лѣтняго мужчины.

1000 grm. крови.

513,02 кровяныхъ клѣтокъ.

Воды	349,69
В—въ, не летучихъ при 120°	163,69
Гематина	7,70 (incl. 0,512 Fe)
Казеина крови	151,89
Неорг. сост. частей	3,74 (excl. Fe).

Хлора	0,898	Хлор. калія	1,887
Сѣрной кислоты	0,031	Сѣрнок. калія	0,068
Фосфорной кислоты	0,695	Фосфорнок. калія	1,202
Калія	1,586	„ натрія	0,325
Натрія	0,241	Натрія	0,175
Фосфорнок. извести	0,048	Фосфорнок. извести	0,048
„ магнезіи	0,031	„ магнезіи	0,031
Кислорода	0,206		
		Сумма	3,736

486,98 межклѣточной жидкости (плазмы).

Воды	439,02
В—въ, не летучихъ при 120°	47,96
Фибрина	3,93
Альбумина и. т. д.	39,89
Неорг. сост. частей	4,14.

Хлора	1,722	Сѣрнок. калія	0,137
Сѣрной кислоты	0,063	Хлорист. калія	0,175
Фосфорной кислоты	0,071	Хлорист. натрія	2,701
Калія	0,153	Фосфорнок. натрія	0,132
Натрія	1,661	Натрія	0,746
Фосфорнок. извести	0,145	Фосфорнок. извести	0,145
„ магнезіи	0,101	„ магнезіи	0,106
Кислорода	0,221		
		Сумма	4,142

1) C. Schmidt, Charakteristik der epidemischen Cholera. Leipzig u. Mitau 1850. S. 29 u. 32.

Плотность = 1,0599.

1000 grm. кровяныхъ клѣтокъ.

Воды	681,63
В—въ, не летучихъ при 120°	318,37
Гематина	15,02 (incl. 0,998 Fe).
Казеина крови и т. д.	296,07
Неорган. составныхъ частей	7,28 (excl. Fe).

Хлора	1,750	Сѣрнок. калія	0,132
Сѣрной кислоты	0,061	Флорист. калія	3,679
Фосфорной кислоты	1,355	Фосфорнок. калія	2,343
Калія	3,091	„ натрія	0,633
Натрія	0,470 =	Натрія	0,341
Фосфорнок. извести	0,094	Фосфорнок. натрія	0,094
„ магнезіи	0,060	„ магнезіи	0,060
Кислорода	0,401		

Сумма неорганич. составныхъ частей 7,282 (excl. желѣзо)

Плотность = 1,0886.

1000 grm. межклѣточной жидкости (плазмы).

Воды	901,51
В—въ, не летучихъ при 120°	98,49
Фибрина	8,06
Альбумина и т. д.	81,92
Неорган. составныхъ частей	8,51.

Хлора	3,536	Сѣрнок. калія	0,281
Сѣрной кислоты	0,129	Хлорист. калія	0,359
Фосфорной кислоты	0,145	Хлорист. натрія	5,546
Калія	0,314	Фосфорнок. натрія	0,271
Натрія	3,410 =	Натрія	1,532
Фосфорнок. извести	0,298	Фосфорнок. извести	0,298
„ магнезіи	0,218	„ магнезіи	0,218
Кислорода	0,455		

Сумма неорганич. составныхъ частей 8,505

Плотность = 1,0312.

1000 grm. сыворотки.

Воды	908,84
В—въ, не летучихъ при 120°	91,16
Альбумина и т. д.	82,59
Неорг. состав. частей	8,57

Хлора	3,565	Сѣрнок. калія	0,283
Сѣрной кислоты	0,130	Хлорист. калія	0,362
Фосфорной кислоты	0,146	Хлорист. натрія	5,591
Калія	0,317	Фосфорнок. натрія	0,273
Натрія	3,438	Натрія	1.545
Фосфорнок. извести	0,300	Фосфорнок. извести	0,300
„ магнезіи	0,220	„ магнезіи	0,220
Кислорода	0,458		

Сумма неорганич. составныхъ частей 8,574

Плотность = 1,0292.

Кровь 30 лѣтней женщины:

1000 grm. крови.

396,24 кровяныхъ клѣтокъ.

Воды	272,56
В—въ, не летучихъ при 120°	123,68
Гематина	6,99 (incl. 0,489 Fe.)
Казеина крови и т. д.	113,14
Неорг. состав. частей	3,55 (excl. Fe.)

Хлора	0,643	Сѣрнок. калія	0,062
Сѣрной кислоты	0,029	Хлорист. калія	1,353
Фосфорной кислоты	0,362	Фосфорнок. калія	0,835
Калія	1,412	Калія	0,340
Натрія	0,648	Натрія	0,874
Фосфорнок. извести „ магнезіи	0,086	Фосфорнок. извеети „ магнезіи	0,086
Кислорода	0,370		

Сумма неорганич. составныхъ частей (excl. желѣзо) 3,550

603,76 межклѣточной жидкости (плазмы).

Воды	551,99
В—въ, не летучихъ при 120°	51,77
Фибрина	1,91
Альбумина и т. д.	44,79
Неорг. состав. частей	5,07.

Хлора	2,202	Сѣрнок. калія	0,131
Сѣрной кислоты	0,060	Хлорист. калія	0,270
Фосфорной кислоты	0,144	Хлорист. натрія	3,417
Калія	0,200	Фосфорнок. натрія	0,267
Натрія	1,016	Натрія	0,648
Фосфорнок. извести „ магнезіи	0,332	Фосфорнок. извести „ магнезіи	0,332
Кислорода	0,211		

Сумма неорганич. составныхъ частей 5,065

Плотность = 1,0503.

1000 grm. кровяныхъ клѣтокъ.

Воды	687,88
В—въ, не летучихъ при 120°	312,12
Гематина	18,48 (incl. 1,229 Fe.)
Казеина крови и т. д.	284,68
Неорг. сост. частей	8,96 (excl. Fe.)

Хлора	1,623	Сѣрнок. калія	0,157
Сѣрной кислоты	0,072	Хлорист. калія	3,414
Фосфорной кислоты	0,913	Фосфорнок. калія	2,108
Калія	3,565	Калія	0,857
Натрія	1,635	Натрія	2,205
Фосфорнок. извести	0,218	Фосфорнок. извести	0,218
„ магнезіи		„ магнезіи	
Кислорода	0,933		

Сумма неорганическ. составныхъ частей (исключая желѣзо красящаго в—ва крови) 8,959

Плотность = 1,0883.

1000 grm. межклѣточной жидкости.

Воды	914,25
В—въ, не летучихъ при 120°	85,75
Фибрина	3,16
Альбумина и т. д.	74,20
Неорг. сост. частей	8,39

Хлора	3,647	Сѣрнок. калія	0,217
Сѣрной кислоты	0,100	Хлорист. калія	0,447
Фосфорной кислоты	0,237	Хлорист. натрія	5,659
Калія	0,332	Фосфорнок. натрія	0,443
Натрія	3,173	Натрія	1,074
Фосфорнок. извести	0,550	Фосфорнок. извести	0,550
„ магнезіи		„ магнезіи	
Кислорода	0,351		

Сумма неорганич. составныхъ частей 8,390

Плотность = 1,0269.

1000 grm. сыворотки.

Воды	915,15
Веществъ, не летучихъ при 120°	82,85
Альбумина и т. д.	74,43
Неорг. сост. частей	8,44.

Хлора	3,659	Сѣрнок. калія	0,218
Сѣрной кислоты . . .	0,100	Хлорист. калія . . .	0,448
Фосфорной кислоты .	0,238	Хлорист. натрія . . .	5,677
Калія	0,333	Фосфорнок. натрія . .	0,444
Натрія	3,183	Натрія	1,077
Фосфорнок. извести	0,552	Фосфорнок. извести	0,552
„ магнезіи		„ магнезіи	
Кислорода	0,351		

Сумма неорганич. составныхъ частей 8,416

Плотность = 1,0261.

Болѣе точныя количественныя опредѣленія органическихъ составныхъ частей кровяныхъ шариковъ сдѣланы Hoppe-Seyler'омъ и его учениками [1]).

1000 вѣсовыхъ частей органическихъ веществъ красныхъ кровяныхъ шариковъ содержатъ:

	Кровь чѣловѣка.		Кровь собаки	Кровь ежа.	Кровь гуся.	Кровь Coluber natrix.
	I.	II.				
Оксигемоглобина .	86,8	94,3	86,5	92,3	62,7	46,7
Бѣлковъ и нуклеина	12,2	5,1	12,6	7,0	36,4	45,9
Лецитина	0,7	0,4	0,6	0,7	0,5	0,9
Холестерина . . .	0,3	0,3	0,4	—	0,5	

Такимъ образомъ гемоглобинъ [2]) есть единственная органическая составная часть, свойственная кровянымъ шарикамъ. Онъ составляетъ большую часть ихъ, $^9/_{10}$ сухаго вещества. О составѣ гемоглобина и о его образованіи мы уже говорили (см. выше стр. 25 и 91 до 103). О значеніи гемоглобина при дыханіи мы подробнѣе поговоримъ въ 14 лекціи. Продукты его распада мы тоже разсмотримъ послѣ, въ 17 и 18 лекціи.

---

1) Hoppe-Seyler, Med. chem. Unters. S. 391 и Gustav Jüdell, ibid. S. 386, Berlin 1868.

2) Описаніе всѣхъ физическихъ и химическихъ свойствъ гемоглобина противорѣчило-бы цѣли этого учебника. Ссылаюсь на работы Hoppe-Seyler'a, въ его „Med. chem. Untersuchungen". Berlin 1866—1871, также на работы Hüfner'a и его учениковъ въ Zeitschr. f. physiol. Chem. и въ Journ. f. prakt. Chem. за послѣдніе годы. Сравни также Neucki und Sieber, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XVIII. S. 401. u. Bd. XX. S. 325 und 332. 1886.

Органическія вещества сыворотки слѣдующія: бѣлокъ, жиръ, мыла, холестеринъ, лецитинъ, сахаръ, мочевина, креатинъ и желтое красящее вещество — лютеинъ, — растворимое въ алкоголѣ и эѳирѣ. Между бѣлками, составляющими главную массу органическихъ веществъ, слѣдуетъ различать 2 группы: альбумины и глобулины. Первые растворяются въ водѣ, послѣдніе-же нерастворимы въ водѣ, но за то растворимы въ разведенномъ растворѣ поваренной соли. Если поэтому подвергнуть кровь діализу, то щелочныя соли просачиваются, а глобулины получаются въ осадкѣ, между тѣмъ какъ альбумины остаются въ растворѣ (ср. выше стр. 52). Количественное отношеніе тѣхъ и другихъ весьма измѣнчиво. *Во время голоданія уменьшается количество альбуминовъ, а количество глобулиновъ возрастаетъ.* Кажется, что глобулины представляютъ собою ту форму, въ которой бѣлки переносятся изъ одного органа въ другой. Мы знаемъ, что во время голоданія болѣе нѣжные органы — «жизненные центры» — питаются на счетъ мышцъ скелета [1]). Такъ, напр., Voit [2]) нашелъ, что кошка теряетъ послѣ 13-ти дневнаго голоданія 3,2 % вѣса головнаго и спиннаго мозга, 2,6 % — сердца и 30,5 % — мышцъ скелета. Miescher доказалъ упомянутыми уже (стр. 89) опытами надъ рейнскимъ лососемъ, что это животное не принимаетъ никакой пищи во время своего пребыванія въ прѣсной водѣ и что его половые органы, яичники и сѣмянныя железы развиваются на счетъ мышцъ. Miescher обратилъ также вниманіе на то, что къ этому времени увеличивается количество глобулинныхъ веществъ крови, которыя будто бы сильно походятъ на глобулинныя вещества мышцъ, и что это увеличеніе достигаетъ maximum'а, когда абсолютный ростъ яичниковъ достигъ своего крайняго предѣла [3]). E. Tiegel [4]) находилъ постоянно въ сывороткѣ крови змѣй съ пустымъ пищеварительнымъ каналомъ только

1) См. Chossat, Mém. présentés par divers savants à l'acad. des sciences de l'institut de France VIII. p. 438. 1843. Bidder u. Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. S. 327. 1852.

2) C. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 355. 1866.

3) F. Miescher-Rüsch, „Statistische und biologische Beiträge zur Kenntniss vom Leben des Rheinlachses". Отдѣльный оттискъ изъ Schweizerische Literatursammlung zur internationalen Fischereiausstellung in Berlin 1880. S. 211 и Compte rendu des travaux présentés à la soixante-septième session de la société Helvétique des sciences naturelles, réunie à Lucerne les 16, 17 et 18 septem. 1884. p. 116.

4) E. Tiegel, Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 278. 1880.

глобулины и отсутствіе альбуминовъ; въ крови же змѣй, переваривавшихъ пищу — всегда оба вида бѣлковъ. Что и у голодающихъ млекопитающихъ глобулины растутъ въ сывороткѣ крови на счетъ альбуминовъ, — доказано ученикомъ Miescher'a, A. E. Burckhardt'омъ [1]).

Съ этимъ вполнѣ согласно наблюденіе Данилевскаго [2]) что у животнаго тѣ мышцы всего богаче глобулинами, которыя всѣхъ менѣе работаютъ. Кажется, что мышцы представляютъ собою не только органы движенія, но и въ то-же время еще кладовыя для бѣлковъ. Если вспомнить, что глобулины являются при панкреатическомъ пищевареніи промежуточною ступенью между бѣлками и пептонами, то мы будемъ въ правѣ смотрѣть на нихъ, какъ на первые продукты распада бѣлковъ. Кажется мнѣ, что молекулы глобулина — это кирпичи, изъ которыхъ строятся болѣе сложные молекулы живой протоплазмы. Въ пользу этого говоритъ также появленіе глобулиновъ въ яйцахъ животныхъ, а также въ сѣменахъ и корняхъ растеній (ср. выше стр. 52, 54 и 62). Здѣсь они накоплены въ большомъ количествѣ, какъ строительный матеріалъ для предстоящаго роста зародыша.

Составъ **лимфы** ничѣмъ не отличается въ качественномъ отношеніи отъ состава плазмы. Въ количественномъ отношеніи слѣдуетъ замѣтить, что лимфа при одинаковомъ содержаніи неорганическихъ солей и одинаковомъ составѣ послѣднихъ содержитъ всегда меньше бѣлковъ, чѣмъ плазма крови. Лимфа, вытекающая изъ различныхъ частей тѣла, также показываетъ большое различіе въ содержаніи бѣлковъ. Тоже самое относится къ транссудатамъ, образующимся при патологическихъ процессахъ, какъ то: жидкости при брюшной водянкѣ, плевритѣ, воспаленіи мозга, Hydrocelle и отекахъ, какъ liquor pericardii, liquor cerebrospinalis при Hydrocephalus: всѣ эти транссудаты представляютъ собою ничто иное, какъ патологически увеличенную и застоявшуюся лимфу. Содержаніе бѣлка колеблется въ этихъ жидкостяхъ между 0,2 и

---

1) Albrecht Eduard Burckhardt, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XVI. S. 222, 1883. Противорѣчивое повидимому сообщеніе G. Salvioli (Du Bois's Arch. 1881. S. 268) объясняется вѣроятно тѣмъ, что время голоданія было при этихъ опытахъ весьма незначительно. Кромѣ того Salvioli примѣнилъ другой методъ для отдѣленія обоихъ видовъ бѣлковъ.

2) А. Данилевскій, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S. 124. 1885.

5 %[1]). Отношеніе обоихъ видовъ бѣлковъ — глобулиновъ и альбуминовъ, колеблется между такими же предѣлами, какъ и въ плазмѣ крови. Но особеннаго вниманія заслуживаютъ результаты произведенныхъ доселѣ изслѣдованій, что если взять отъ одного и того же индивида кровь, лимфу и млечный сокъ или кровь и патологическій транссудатъ, то отношеніе обоихъ видовъ бѣлковъ другъ къ другу въ транссудатѣ и въ плазмѣ крови всегда почти одинаково при всемъ различіи въ общемъ содержаніи бѣлковъ[2]).

Что Chylus голодающаго животнаго представляетъ собою ничто иное, какъ лимфу, и что только во время перевариванія обильной жиромъ пищи къ лимфѣ примѣшиваются жировыя капельки — объ этомъ я уже говорилъ (см. лекц. 12).

---

1) Относительно состава лимфы и патологическихъ трансудатовъ у человѣка и у млекопитающихъ см.: Scherer, Chemische und mikroskopische Unt. z. Path. u. s. w. Heidelberg. 1843. S. 106 ff. u. Verhandl. d. med. physik. Ges. zu Würzburg. Bd. 7. S. 268. 1857. C. Schmidt, Charakteristik der epidemischen Cholera gegenüber verwandten Transsudationsanomalien. Leipzig und Mitau 1850 u. Bullet. de St. Petersbourg 1861. T. 4. p. 355. Hoppe-Seyler, Deutche klinik. 1853. Nr. 37. u. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 9. S. 245. 1856. Gubler et Quevenne, Gaz. médic. de Paris 1854. Nr. 24, 27, 30, 34. V. Hensen und C. Dähnhardt, Virchow's Arch. Bd. 37. S. 55 u. 68. 1866. H. Nasse, Zwei Abhandlungen über Lymphbildnng. Akadem. Gelegenheitsschrift. Marburg 1872, Hensen, Pflüger's Arch Bd. 10. S. 94. 1875. O. Hammarsten, Upsala Läkare förenings förhandlingar 14. 33. 1878.

2) G. Salvioli, Du Bois's Arch. 1881. S. 268. u. F. A. Hoffmann, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XVI. S. 133. 1882.

ЛЕКЦІЯ XIV.

Газы крови и дыханіе. Роль кислорода при явленіяхъ внѣшняго и внутренняго дыханія.

По отношенію къ составу крови намъ осталось еще разсмотрѣть газообразныя составныя ея части. Посредствомъ насоса[1]) можно получить изъ крови 3 газа: кислородъ, углекислоту и азотъ.

Количество азота незначительно; оно не больше, чѣмъ вообще въ водныхъ жидкостяхъ, приходящихъ въ соприкосновеніе съ атмосфернымъ воздухомъ. Азотъ просто поглощенъ въ крови[2]) и, повидимому, не играетъ никакой роли въ жизненномъ процессѣ[3]).

---

1) Изображеніе и описаніе аппаратовъ, служащихъ для выкачиванія воздуха, а именно воздушныхъ насосовъ Ludwig'a и Pflüger'a, можно найти въ каждомъ учебникѣ общей физіологіи. Предполагая, что у каждаго изъ моихъ читателей есть такая книга, я считаю лишнимъ описывать эти аппараты. Тотъ, кто пожелаетъ познакомиться съ ними по оригинальнымъ сообщеніямъ, найдетъ описаніе воздушнаго насоса, помощью котораго была сдѣлана большая часть изслѣдованій газовъ крови въ лабораторіи Ludwig'a, въ статьѣ Alex. Schmidt'a, помѣщенной въ Verhandl. d. k. Sächs. Ges. d. Wissensch zu Leipzig. Math. phys. Classe. Bd. 19. S. 30. 1867, а описаніе аппарата Geissler-Pflüger'a въ Pflüger's Unters. aus dem phys. Laboratorium zu Bonn. Berlin 1865. S. 183. О методѣ анализированія газовъ см. Bunsen, „Gasometrische Methoden." Braunschweig. 2. Aufl. 1877 и J. Geppert, „Die Gasanalyse und ihre physiologische Anwendung nach verbesserten Methoden." Berlin 1886.

2) Для уразумѣнія явленій дыханія необходимо ясное пониманіе законовъ поглощенія газовъ. Начинающему, который не имѣетъ такого понятія ни о законѣ Dalton'a, ни о коэффиціентѣ поглощенія, ни о парціальномъ давленіи и т. п., совѣтую предварительно справиться по учебникамъ физики, такъ какъ это необходимо для пониманія настоящей и слѣдующихъ лекцій.

3) До послѣдняго времени многіе придерживались того взгляда, будто незначительная часть азота образуется изъ распада и окисленія азотистыхъ пищевыхъ веществъ въ животномъ тѣлѣ въ видѣ свободнаго элемента, но этотъ взглядъ ни разу не былъ подтвержденъ вполнѣ безупречными опытами. Объ этомъ продолжительномъ спорѣ см. Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 16. S. 508. 1880. Seegen und Nowack, Pflüger's Arch. Bd. 25. S. 383. 1881. Hans Leo, Pflüger's Arch. Bd. 26. S. 218. 1881. J. Reiset, Compt. rend. T. 96. p. 549. 1883. Въ этихъ работахъ цитирована также вся прежняя литература.

За то оба другихъ газа имѣютъ громадное физіологическое значеніе: кислородъ, какъ мы видѣли, представляетъ собою самое необходимое питательное вещество, обильнѣйшій источникъ силы, а углекислота есть одинъ изъ конечныхъ продуктовъ обмѣна веществъ, соединеніе, въ видѣ котораго большая часть углерода оставляетъ животное тѣло.

Поступленіе кислорода и отдача углекислоты совершается у нисшихъ животныхъ на всей поверхности тѣла, у высшихъ же преимущественно или исключительно въ предназначенныхъ для этого органахъ: въ легкихъ, жабрахъ, дыхательныхъ трубкахъ (трахеяхъ). Это явленіе называютъ наружнымъ дыханіемъ въ противоположность внутреннему, подъ которымъ понимаютъ потребленіе кислорода и развитіе углекислоты въ тканяхъ. Нѣкоторые авторы понимаютъ однако подъ внутреннимъ дыханіемъ лишь чисто физическій процессъ обмѣна газовъ черезъ стѣнки капилляровъ — диффузію углекислоты изъ тканей въ кровь и кислорода изъ крови въ ткани — а не химическій процессъ окисленія, связыванія кислорода и развитія углекислоты въ тканевыхъ элементахъ. Вслѣдствіе процесса наружнаго дыханія венозная кровь становится артеріальною, вслѣдствіе же процесса внутренняго дыханія артеріальная кровь дѣлается венозною.

Такъ какъ кожа и легкія также представляютъ собою ткани, требующія кислорода для совершенія своихъ отправленій, то въ нихъ процессъ внутренняго дыханія происходитъ одновременно съ процессомъ наружнаго. Послѣднее преобладаетъ въ легкихъ. Вотъ почему кровь легочныхъ венъ артеріальна. Въ кожѣ большей части животныхъ преобладаетъ первое явленіе: оттого и въ кожныхъ венахъ кровь венозна.

Прослѣдимъ теперь подробнѣе судьбу кислорода и углекислоты при наружномъ и внутреннемъ дыханіи. Начнемъ съ **кислорода.**

Артеріальная кровь собаки, на которой произведена большая часть анализовъ[1]) газовъ крови, содержитъ на 100 объемовъ 19—25 объемовъ кислорода при 0°C и 760 mm. ртутн. давл. Въ артеріальной крови травоядныхъ

1) Pflüger, Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1867. S. 722. и Pflüger's Arch. Bd. 1. S. 288. 1868. Тамъ-же указаны всѣ прежніе анализы.

— барана, кролика — содержаніе кислорода найдено меньше: 10—15% по объему[1]).

Это количество кислорода слишкомъ велико для того, чтобы быть просто поглощеннымъ въ крови. 100 объемовъ воды поглощаютъ при 0°C изъ атмосферы чистаго кислорода 4 объема этого газа, а изъ атмосфернаго воздуха, въ которомъ парціальное давленіе кислорода въ 5 разъ меньше, — меньше 1 объема кислорода, при температурѣ-же тѣла — еще гораздо меньше. Да кромѣ того водные растворы поглощаютъ меньше кислорода, чѣмъ чистая вода. Эти 10—25 объемовъ кислорода въ артеріальной крови должны, слѣдовательно, быть большею частью связаны химически[2]). И въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что такое нестойкое соединеніе образуетъ гемоглобинъ[3]). Это слѣдуетъ изъ того, что чистый растворъ гемоглобина, содержащій его столько-же, сколько и кровь, связываетъ столько-же кислорода и столько-же отдаетъ его воздушной пустотѣ, какъ и кровь. Большее содержаніе кислорода въ крови собаки въ сравненіи въ кровью травоядныхъ объясняется большимъ содержаніемъ кровяныхъ кружечковъ и гемоглобина. Содержаніе гемоглобина и вмѣстѣ съ тѣмъ кислорода въ крови гораздо меньше у холоднокровныхъ животныхъ, чѣмъ у теплокровныхъ.

Соединеніе кислорода съ гемоглобиномъ, т. н. «оксигемоглобинъ», какъ извѣстно, окрашено свѣтлѣе, чѣмъ возстановленный гемоглобинъ и показываетъ въ спектрѣ другія полосы поглощенія. На этомъ основанъ ярко красный цвѣтъ артеріальной крови и темнокрасный цвѣтъ венозной.

Если кислородъ химически связанъ съ гемоглобиномъ, то мы должны ожидать, что между ними существуетъ простое эквивалентное отношеніе. Было-бы интересно найти, сколько атомовъ кислорода приходится на 1 атомъ желѣза. Но для этого произведенные до сихъ поръ анализы не совсѣмъ точны. Большинство опредѣленій свободно связаннаго кислорода въ оксигемоглобинѣ произведено на крови

1) Щелковъ, Du Bois's Arch. 1864. S. 516. Preyer, Wiener med. Jahrb. 1865. S. 145. Fr. Walter, Arch. f. exp. Path. u. Pharmak. Bd. VII. S. 148. 1877.

2) Liebig въ его Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 79. S. 112. 1851. Lothar Meyer, Die Gase des Blutes. Diss. Göttingen 1857. Henle und Pfeufer's Zeitschr. f. rat. Med. N. F. Bd. 8. S. 256. 1857.

3) Hoppe-Seyler, Arch. f. path. Anatom. Bd. 29. S. 598. 1864. и med. chem. Unters. S. 191. 1867.

собакъ [1]). Но содержаніе желѣза въ гемоглобинѣ крови собаки никогда еще не было точно опредѣлено. Относительно содержанія желѣза въ гемоглобинѣ крови лошади имѣются, правда, точныя данныя [2]), но самыя точныя опредѣленія кислорода [3]) колеблятся въ очень большихъ предѣлахъ. По анализамъ Hüfner'a и Bücheler'a на 1 grm. гемоглобина лошадиной крови приходится 1,1—1,8 Ccm. кислорода. Отсюда слѣдуетъ, что на одинъ атомъ желѣза приходится около 2—3 атомовъ кислорода. Эти числа пока могутъ убѣдить въ томъ, что количество кислорода, принятое при переходѣ отъ гемоглобина къ оксигемоглобину, по крайней мѣрѣ въ четыре раза больше того количества, которое потребляется при переходѣ закиси желѣза въ окись, или желѣзисто-синеродистаго калія въ желѣзосинеродистый калій. Возможно, пожалуй, что и сѣра гемоглобина играетъ роль при нестойкомъ связываніи кислорода, и что подобную-же роль играютъ атомы сѣры во всѣхъ бѣлковыхъ тѣлахъ (ср. выше стр. 24—25).

Кислородъ можетъ быть вытѣсненъ изъ нестойкаго соединенія съ гемоглобиномъ равнымъ объемомъ окиси углерода [4]) или окиси азота [5]). Этотъ фактъ также говоритъ за химическое связываніе кислорода.

Можно бы было, пожалуй, возразить: если оксигемоглобинъ дѣйствительно химическое соединеніе, — то какъ можетъ это соединеніе разлагаться подъ вліяніемъ одной только воздушной пустоты? На самомъ дѣлѣ оксигемоглобинъ разлагается не воздушною пустотою, а теплотою. При очень низкой температурѣ — ниже 0° C. — можно

---

1) Hüfner, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 317. 1877. Тамъ-же приведены прежнія опредѣленія. Joh. Marshall, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S. 81. 1883.

2) O. Zinoffsky, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 10. S. 16. 1885. (Ср. выше стр. 58).

3) Hüfner, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd 8. S. 385. 1884. Тамъ-же цитированы и прежнія опредѣленія.

4) Cl. Bernard, Leçons sur les effets des substances toxiques etc. Paris 1857. Hoppe-Seyler, Virchow's Arch. Bd. 11. S. 288. 1857 и Bd. 29. S. 233 и 597. 1863. Lothar Meyer, De sanguine oxydocarbonico infecto. Diss. Vratislaviae 1858. Hoppe-Seyler, Med. chem. Unters. S. 201. 1867. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 131. 1877. Joh. Marshall, l. c. R. Külz, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S. 384. 1883. G. Hüfner, Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 30. S. 69. 1884.

5) L. Hermann, Du Bois's Arch. 1865. S. 469. Hoppe-Seyler, Med. chem. Unters. S. 204. 1867. W. Preyer, Die Blutkrystalle. Jena. 1871. S. 144. Подолинскій, Pflüger's Arch. Bd. 6. S. 553. 1872.

дать раствору оксигемоглобина испариться до суха въ воздушной пустотѣ, при чемъ выдѣлившіеся кристаллы оксигемоглобина не разлагаются. Чѣмъ выше температура, тѣмъ больше должно быть давленіе кислорода для того, чтобы удержать въ равновѣсіи расщепляющую силу теплоты. Сродство извѣстнаго вещества тѣмъ больше, чѣмъ больше количество атомовъ, дѣйствующихъ во время притяженія, чѣмъ больше количество атомовъ въ единицѣ объема. Это явленіе называютъ «массовымъ дѣйствіемъ»[1]) (ср. выше стр. 159). При образованіи и разложеніи оксигемоглобина дѣйствуютъ, слѣдовательно, двѣ противуположныя силы: теплота стремится разъединить, химическое сродство — соединить. Химическое сродство увеличивается съ массовымъ дѣйствіемъ, съ плотностью и съ парціальнымъ давленіемъ кислорода. Значитъ, воздушная пустота дѣйствуетъ только тѣмъ, что низводитъ массовое дѣйствіе кислорода до minimum'а и доставляетъ побѣду антагонистически дѣйствующей теплотѣ.

Да будетъ мнѣ позволено напомнить объ одномъ вполнѣ аналогичномъ явленіи изъ неорганической химіи. При обжиганіи извести углекислота отдѣляется отъ извести теплотою. Но это отдѣленіе не удается въ атмосферѣ чистой углекислоты; наоборотъ — при высокой температурѣ ѣдкая известь соединяется съ углекислотою, если парціальное давленіе послѣдней довольно значительно. Если хотятъ быстро и совершенно обжечь углекислую известь, то нужно при этомъ пропускать токъ другаго газа, значитъ, уменьшить парціальное давленіе углекислоты.

То-же самое мы видимъ по отношенію къ гемоглобину и къ кислороду. Въ альвеоляхъ легкихъ, гдѣ парціальное давленіе кислорода значительно, гемоглобинъ насыщается кислородомъ совершенно, или почти совершенно. Въ капиллярахъ тканей, гдѣ просто поглощенный кислородъ удаляется изъ окружности красныхъ кровянныхъ кружечковъ черезъ просачиваніе, или связывается возстановляющими веществами, такъ что парціальное давленіе уменьшается, часть связаннаго кислорода тотчасъ освобождается вслѣдствіе разъединяющей силы теплоты, и парціальное давленіе кислорода

1) Относительно того, какъ механическая теорія теплоты объясняетъ явленіе массоваго дѣйствія, см. Lothar Meyer, „Die modernen Theorien der Chemie.“ 5. Aufl. Breslau 1884. S. 479.

опять возрастаетъ, пока не наступитъ равновѣсіе теплоты. Этимъ достигается то, что красный кровяной шарикъ постоянно окруженъ атмосферою кислорода, имѣющаго опредѣленное парціальное давленіе.

Такое приспособленіе приноситъ двойную пользу. Во первыхъ, количество кислорода, подвозимое потокомъ крови каждой ткани въ единицу времени, гораздо значительнѣе того количества, которое могло бы быть при простомъ поглощеніи кислорода безъ химическаго связыванія. Процессы окисленія могутъ совершаться гораздо интенсивнѣе, а въ кислородѣ никогда не наступаетъ недостатка. Количество кислорода въ плазмѣ при интенсивномъ потребленіи кислорода едва-ли меньше, чѣмъ при умѣренномъ. При нормальныхъ условіяхъ нѣтъ никогда полнаго израсходованія запаса кислорода въ капиллярахъ. Въ венозной крови было всегда еще найдено по крайней мѣрѣ 5 объемныхъ процентовъ кислорода, а часто и больше. Только въ крови удушенныхъ кислородъ исчезаетъ до крайне незначительныхъ остатковъ[1]).

Во вторыхъ, химическое связываніе кислорода доставляетъ то громадное преимущество, что интенсивность явленій окисленія въ высшей степени независима отъ парціальнаго давленія кислорода въ средахъ, окружающихъ животныхъ. Прямыми опытами доказано, что парціальное давленіе кислорода въ окружающей атмосферѣ можетъ увеличиться втрое и уменьшиться вдвое, и при этомъ не замѣчается никакого нарушенія въ процессѣ дыханія млекопитающаго[2]).

Если парціальное давленіе еще болѣе уменьшается, то дыхательныя движенія совершаются быстрѣе и лишь, когда парціальное давленіе кислорода вдыхаемаго воздуха доходитъ до 3,5 % одной атмосферы, животныя погибаютъ[3])

Fraenkel и Geppert[4]) заставляли собакъ дышать

1) Н. Строгановъ, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 22. 1876. Тамъ же цитированы прежнія изслѣдованія крови удушенныхъ.

2) Wilhelm Müller, Ann. d. Chem u. Pharm. Bd. 108. S. 257. 1858 или Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wissensch. Wien. Bd. 33. S. 99. 1858. Paul Bert, La pression barométrique. Paris 1878. A. Fraenkel und J. Geppert, Ueber die Wirkungen der verdünnten Luft auf den Organismus. Berlin. Hirschwald. 1883. Ср. также L. de Saint-Martin, Compt. rend. T. 98. p. 241. 1884 и С. Лукьяновъ, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 313. 1884.

3) Н. Строгановъ, l. c. p. 31. Тамъ-же и прежнія литературныя указанія.

4) Fraenkel und Geppert, l. c. p. 47. Тамъ-же критически разсмотрѣны опыты Paul Bert'a, произведенные подобнымъ же образомъ.

разрѣженнымъ атмосфернымъ воздухомъ и анализировали газы артеріальной крови. Они нашли, что когда давленіе воздуха уменьшалось до 410 mm. ртутн. столба, содержаніе кислорода въ артеріальной крови оставалось нормальнымъ. Когда давленіе воздуха падало до 378—365 mm. ртутн. столба, значитъ, уменьшалось на полъ-атмосферы, содержаніе кислорода въ артеріальной крови становилось немногимъ меньше. Лишь тогда, когда атмосферное давленіе было меньше 300 mm., количество кислорода въ артеріальной крови значительно уменшалось.

A priori можно было бы ожидать, что независимость отъ парціальнаго давленія кислорода будетъ гораздо значительнѣе, потому что, какъ показали опыты Worm Müller'a[1]), кровь внѣ тѣла почти совершенно насыщается кислородомъ при взбалтываніи съ атмосфернымъ воздухомъ, показывающимъ только 75 mm. ртутн. давл. Но эти опыты были произведены при комнатной температурѣ. При температурѣ тѣла диссоціація оксигемоглобина начинается уже, какъ доказано опытами Paul Bert'a[2]), Fraenkel'я и Geppert'a[3]), при болѣе высокомъ парціальномъ давленіи. Кромѣ этого мы еще должны принять во вниманіе, что въ легкихъ кислородъ не можетъ при незначительномъ напряженіи достаточно скоро проходить черезъ стѣнки альвеолъ для того, чтобы насытить каждый кровяной кружечекъ кратчайшимъ путемъ черезъ капилляры.

Съ результатами опытовъ надъ животными вполнѣ согласны наблюденія, сдѣланныя при взбираніи на горы и при подъемахъ на воздушныхъ шарахъ[4]). Разстройства при путешествіяхъ на воздушныхъ шарахъ начинаются лишь на высотѣ 5000 метровъ, что соотвѣтствуетъ 400 mm. ртутн. давл. На равнинахъ горныхъ хребтовъ Андовъ 4000 метровъ надъ уровнемъ моря люди и животныя процвѣтаютъ такъ же хорошо, какъ и у морскаго прибрежія.

Спрашивается теперь: *гдѣ, въ какихъ органахъ и тканяхъ нашего тѣла совершается потребленіе кислорода?*

Lavoisier, который первый указалъ на значеніе кис-

1) J. Worm Müller, Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 22. S. 351. 1870.

2) Paul Bert, l. c. p. 691.

3) Fraenkel und Geppert, l. c. p. 57—60.

4) Интересное сопоставленіе этихъ наблюденій находится у Paul Bert'a, l. c. Ср. также Fraenkel und Geppert, l. c.

лорода для жизненнаго процесса, полагалъ, что сгораніе совершается исключительно въ легкихъ. Лишь послѣ того, какъ Magnus [1]) анализировалъ газы крови, было доказано, что кислородъ попадаетъ въ капилляры и тамъ только отчасти исчезаетъ. Оставался однако все еще нерѣшеннымъ вопросъ, совершаются ли явленія окисленія въ замкнутыхъ кровеносныхъ путяхъ или же свободный кислородъ просачивается черезъ стѣнки капилляровъ въ ткани.

Первое предположеніе, будто кислородъ потребляется уже въ замкнутыхъ путяхъ крови, имѣло приверженцевъ до послѣдняго времени. Противъ этого предположенія можно возразить, что въ тканяхъ освобождается живая сила — въ особенности въ мышцахъ — и что обильнѣйшимъ источникомъ силы въ нашемъ тѣлѣ служитъ вѣдь сродство кислорода къ пищевымъ веществамъ. Но съ другой стороны мы знаемъ, что въ пищевыхъ веществахъ накоплено значительное количество химическихъ силъ напряженія, которыя безъ окисленія, уже при простомъ расщепленіи этихъ веществъ превращаются въ живую силу (ср. выше стр. 175—181 и ниже лекц. 19). Количество этихъ силъ напряженія въ точности неизвѣстно, и мы должны поэтому допустить возможность, что оно достаточно для того, чтобы произвести мышечную работу, что образовавшіеся при этомъ продукты расщепленія просачиваются въ капилляры, тамъ лишь окисляются и служатъ тѣлу источникомъ теплоты.

Этотъ взглядъ, казалось, былъ подтвержденъ слѣдующимъ изслѣдованіемъ Ludwig'a и Al. Schmidt'a [2]). Въ крови удушенныхъ животныхъ содержатся, какъ мы уже видѣли, лишь слѣды кислорода, а иногда даже его вовсе нѣтъ. Если къ такой свободной отъ кислорода крови прибавить его внѣ тѣла, то въ короткое время значительная часть этого искусственно подвезеннаго кислорода исчезаетъ и увеличивается содержаніе углекислоты. Кровь удушенныхъ содержитъ, слѣдовательно, легко окисляющіяся вещества. Кровь неудушенныхъ животныхъ также связываетъ внѣ тѣла немного кислорода [3]), но это количество гораздо

1) G. Magnus, Ann. d. Physik. Bd. 40. S. 583. 1837 и Bd. 64. S. 177. 1845.

2) Al. Schmidt, Ber. über die Verhandl. d. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig. Math. phys. Classe. Bd. 19. S. 99. 1867. Ср. также Н. Строгановъ, l. c. p. 41.

3) Pflüger, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867. S. 321 и 722.

меньше, чѣмъ въ крови удушенныхъ [1]). Эти явленія Ludwig и Al. Schmidt объясняютъ слѣдующимъ образомъ. Въ нормальномъ состояніи изъ тканей постоянно переносятся легко окисляемыя соединенія въ капилляры, но тамъ, по мѣрѣ проникновенія, они тотчасъ-же разлагаются свободнымъ кислородомъ, такъ что въ нормальной крови нельзя доказать ихъ присутствія. Въ крови-же удушенныхъ они накопляются вслѣдствіе недостатка въ кислородѣ и узнаются по способности поглощать кислородъ. На основаніи законовъ диффузіи газовъ мы должны, правда, ожидать, что кислородъ станетъ проникать изъ крови въ жидкости всѣхъ тканей. Возможно однако, что кислородъ встрѣчаетъ въ этомъ отношеніи препятствія, сталкиваясь постоянно съ несущимися изъ тканей въ кровь возстановляющими веществами, такъ что онъ никогда не попадаетъ дальше стѣнокъ капилляровъ.

Въ пользу противуположнаго мнѣнія, будто окисленіе совершается и въ остальныхъ тканяхъ [2]), ссылались на слѣдующія явленія сравнительной физіологіи [3]). Извѣстно, что почти всѣ безкровныя нисшія животныя погибаютъ безъ кислорода, что каждая клѣтка нуждается въ этомъ источникѣ силы [4]). Растительная клѣтка также не обнаруживаетъ существенно другаго обмѣна веществъ и не можетъ обойтись безъ свободнаго кислорода (ср. выше стр. 45). Высшія животныя, съ дифференцированною системою кровеносныхъ сосудовъ, нуждаются, въ первыхъ стадіяхъ развитія еще до появленія кровяныхъ клѣтокъ, — въ кислородѣ, какъ этому учитъ дыханіе птичьяго яйца [5]).

---

1) Al. Schmidt, l. c. p. 108.

2) Насколько мнѣ извѣстно, взглядъ этотъ былъ впервые высказанъ Moritz'омъ Traube, Virchow's Arch. Bd. 21. S. 386. 1861.

3) Pflüger въ его Архивѣ. Bd. 10. S. 270. 1875.

4) Вопросъ, могутъ ли извѣстные низшіе организмы — дрожжевыя клѣтки, извѣстныя бактеріи — жить абсолютно безъ свободнаго кислорода — „анаэробіозъ“ —, до сихъ поръ еще составляетъ предметъ споровъ. Кажется однако, что правы тѣ, которые принимаютъ анаэробіозъ для извѣстныхъ грибковъ и бактерій. См. J. W. Gunning, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 16. S. 314. 1877. Bd. 17. S. 266. 1878. Bd. 20. S. 434. 1879. Nencki, ibid. Bd. 19. S. 337. 1879. Br. Lachowicz und Nencki, Pflüger's Arch. Bd. 33. S. 1. 1883. Nencki, ibid. p. 10 и Arch f. exper. Path. u. Pharm. Bd. XXI. S. 299. 1886. Ср. также G. Bunge, „Ueber das Sauerstoffbedürfniss der Darmparasiten.“ Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 48. 1883.

5) J. Baumgärtner, Der Athmungsprocess im Ei. Freiburg in B. 1861.

Доказательства дыханія въ тканяхъ развитыхъ высшихъ животныхъ мы однако не можемъ видѣть въ этихъ фактахъ, ибо сущность высшей организаціи заключается именно въ томъ, что, вмѣстѣ съ дифференцированіемъ тканей и органовъ, наступаетъ распредѣленіе труда. Можно предположить, что только у нисшихъ животныхъ расщепленіе и окисленіе совершаются въ одной и той-же клѣткѣ, но что у высшеорганизованныхъ, напротивъ, окисленіе совершается исключительно въ крови, а въ остальныхъ тканяхъ происходятъ лишь процессы расщепленія.

Но можно доказать, что у насѣкомыхъ, у которыхъ, какъ извѣстно, есть уже кровеносная система, — хотя она не такъ развита, какъ у позвоночныхъ, — окисленіе все таки совершается и въ тканяхъ. Въ пользу этого говоритъ тотъ фактъ, что *самыя тонкія вѣтви дыхательныхъ трубокъ идутъ къ отдѣльнымъ клѣткамъ тканей*[1]). Особенно убѣдительны наблюденія, сдѣланныя Max'омъ Schultze[2]) надъ Lampyris splendidula. Въ свѣтящихся органахъ этого животнаго сидятъ на концахъ дыхательныхъ трубокъ извѣстныя клѣтки, «подобно маленькимъ цвѣткамъ, сидящимъ на цвѣточномъ стеблѣ со многими развѣтвленіями». Эти клѣтки, равно какъ и концы дыхательныхъ трубокъ, окрашиваются гиперосміевою кислотою въ интенсивный черный цвѣтъ вслѣдствіе отдѣленія металлическаго осмія. Слѣдовательно, въ этихъ клѣткахъ находится вещество, энергически притягивающее кислородъ. Можно поэтому предположить, что это вещество при своемъ соединеніи съ кислородомъ, доставленнымъ черезъ трахеи, способствуетъ развитію свѣта. Свѣченіе парнаго свѣтящагося органа продолжается еще послѣ изолированія послѣдняго, даже микроскопическій разрѣзъ его продолжаетъ еще свѣтиться. M. Schultze видѣлъ подъ микроскопомъ, что «съ ритмическимъ прираженіемъ и убавленіемъ свѣта, который эти животныя проявляютъ въ большинствѣ случаевъ ясно, первое появленіе свѣта состоитъ въ мерцаніи маленькихъ точекъ, разсѣянныхъ по свѣтящемуся органу, число и расположеніе которыхъ соотвѣтствуетъ болѣе или менѣе числу и

1) Kupffer, „Beitr. zur Anat. u. Physiol., als Festgabe C. Ludwig, gewidmet von seinen Schülern 1875. S. 67. Finkler, Pflüger's Arch. Bd. 10. S. 273. 1875.

2) Max Schultze, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 1. S. 124. 1865.

расположенію клѣтокъ трахеальныхъ концовъ». Съ отнятіемъ кислорода свѣченіе прекращается [1]). Max Schultze обращаетъ далѣе вниманіе на то, что концы дыхательныхъ трубокъ окрашиваются и въ другихъ органахъ, не только въ свѣтящемся органѣ, въ черный цвѣтъ, если ввести животныхъ живыми еще въ гипероміевую кислоту.

На основаніи этихъ фактовъ не можетъ быть сомнѣнія въ потребленіи свободнаго кислорода въ тканяхъ насѣкомыхъ. Скептическій критикъ не рѣшится однако перенести эти результаты прямо на позвоночныхъ животныхъ. Что касается послѣднихъ, то выступленіе кислорода черезъ стѣнки капилляровъ несомнѣнно доказано только для дѣтскаго мѣста млекопитающихъ и для слюнныхъ железъ.

Кровь пупочной вены окрашена въ болѣе ярко красный цвѣтъ, чѣмъ кровь пупочныхъ артерій, и просредствомъ спектроскопа можно доказать присутствіе оксигемоглобина въ пупочной венѣ [2]). Кровеносные сосуды матери и плода, какъ извѣстно, не сообщаются между собою въ дѣтскомъ мѣстѣ; они образуютъ двѣ замкнутыя системы капилляровъ. Такимъ образомъ кислородъ долженъ сначала пройти черезъ стѣнки капилляровъ материнской кровеносной системы, а потомъ черезъ стѣнки капилляровъ плода, для того чтобы попасть въ кровь послѣдняго.

Что и въ слюнныхъ железахъ кислородъ проходитъ черезъ стѣнки капилляровъ — слѣдуетъ изъ того простаго факта, что въ слюнѣ находится свободный кислородъ. Слѣдовательно, количество кислорода, выступившаго изъ крови, такъ велико, что клѣтки железистой ткани не потребляютъ его и поэтому излишекъ его переходитъ въ отдѣленіе. Съ помощью газоваго насоса Pflüger [3]) констатировалъ присутствіе просто поглощеннаго кислорода въ слюнѣ подче-

1) Интересное сопоставленіе многочисленныхъ наблюденій относительно свѣченія различныхъ животныхъ и зависимости свѣченія отъ доступа кислорода находится у Milne Edwards'a, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée. T. 8. p. 93—120. Paris 1863 и у Pflüger'a, въ его Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 10. S. 275—300. 1875. О попыткахъ химическаго объясненія этого явленія см. Br. Radziszewsky, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 16. S. 597. 1883. Тамъ же цитирована прежняя литература по этому вопросу.

2) Zweifel, Arch. f. Gynäkologie. Bd. 9. S. 291. 1876. Zuntz, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 605. 1877.

3) Pflüger, въ его Архивѣ. Bd. 1. S. 686. 1868.

люстной железы собаки: онъ нашелъ 0,4—0,6 % объема слюны. Этотъ фактъ былъ подтвержденъ Hoppe-Seyler'омъ. Hoppe-Seyler воспользовался очень чувствительнымъ реактивомъ на свободный кислородъ, а именно гемоглобиннымъ растворомъ, при соприкосновеніи котораго съ жидкостями, содержащими кислородъ, тотчасъ появляются линіи, характерныя для оксигемоглобина[1]). Hoppe-Seyler нашелъ, что отдѣленія подчелюстной и околоушной железъ содержатъ также кислородъ.

Въ желчи же и въ мочѣ Hoppe-Seyler не могъ съ помощью упомянутаго чувствительнаго реактива доказать никакихъ слѣдовъ кислорода[2]).

Въ лимфѣ также не удалось еще до сихъ поръ съ достовѣрностью доказать присутствіе свободнаго кислорода. Такимъ образомъ доступъ свободнаго кислорода не доказанъ еще съ достовѣрностью для большей части органовъ позвоночныхъ.

Pflüger и Oertmann[3]) пытались доказать это слѣдующимъ путемъ. Они показали, что лягушка, въ сосудистой системѣ которой вмѣсто крови циркулировалъ растворъ поваренной соли, потребляла въ атмосферѣ чистаго кислорода столько же кислорода и развивала столько же углекислоты, какъ и нормальная кровь-содержащая лягушка. Въ центральный конецъ вскрытой брюшной вены (Vena abdominalis[4]) лягушки вставляютъ тонкую канюлю и вводятъ по направленію къ центру 0,75 % растворъ поваренной соли до тѣхъ поръ, пока изъ периферическаго отверстія вены не станетъ вытекать все болѣе и болѣе разжиженая кровь и, наконецъ, чистый растворъ поваренной соли[5]). Такія лягушки живутъ еще впродолженіи 1—2 дней. Когда такихъ лягушекъ вводили въ атмосферу чистаго кислорода, то онѣ

---

1) Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 135. 1877. Аппаратъ, которымъ Hoppe-Seyler пользовался, описанъ тамъ-же.

2) Слѣды кислорода, которые Pflüger (см. его архивъ Bd. 2. S. 156. 1869) нашелъ въ газахъ, выкачанныхъ изъ мочи, молока и желчи, нужно приписать по всей вѣроятности неизбѣжному загрязненію атмосфернымъ воздухомъ.

3) E. Oertmann, Pflüger's Arch. Bd. 15. S. 381. 1877.

4) Для ориентированія въ анатоміи лягушки можетъ служить работа Alex. Ecker'a, „Die Anatomie des Frosches." Braunschewig. Vieweg & Sohn. 1864—1882. Въ этой книгѣ помѣщено много рисунковъ, а также сопоставлена вся литература.

5) Этотъ методъ обезкровленія лягушекъ былъ впервые примѣненъ Cohnheim'омъ, Virchow's Arch. Bd. 45. S. 333. 1869.

потребляли въ ближайшіе 10—12 часовъ столько же кислорода и развивали столько же углекислоты, какъ и нормальныя. Изъ этого опыта Oertmann заключаетъ, что окисленіе совершается только въ тканяхъ, потому что однѣ ткани потребляли столько же кислорода, сколько ткани вмѣстѣ съ кровью. Но нѣтъ надобности дѣлать такой выводъ. Факты эти можно еще иначе истолковать. Здѣсь опять таки можно было бы указать на то, что и въ тканяхъ «соляной лягушки» происходили только процессы расщепленія, а продукты расщепленія проникли черезъ стѣнки капилляровъ въ кислородъ-содержащій растворъ поваренной соли и окислились въ замкнутой сосудистой системѣ. Недостатокъ въ гемоглобинѣ былъ замѣщенъ парціальнымъ давленіемъ кислорода, которое въ 5 разъ больше.

Наконецъ достоинъ вниманія слѣдующій фактъ, наблюдавшійся Ludwig'омъ и его учениками. Афанасьевъ[1]) нашелъ, что возстановляющія вещества крови удушенныхъ находятся только въ кровяныхъ клѣткахъ, но не въ сывороткѣ, а Чирьевъ[2]) показалъ, что и лимфа удушенныхъ животныхъ не содержитъ этихъ веществъ.

Кажется такимъ образомъ, *что участіе крови въ явленіяхъ окисленія состоитъ въ томъ, что въ ней плаваютъ живыя клѣтки, что всѣ окисленія въ нашемъ тѣлѣ совершаются исключительно въ активныхъ тканевыхъ элементахъ, въ клѣткахъ и въ продуктахъ ихъ превращенія, а не въ омывающихъ ихъ жидкостяхъ.*

Всѣ приведеные факты и аналогіи говорятъ въ пользу этого предположенія, такъ что никакой физіологъ не сомнѣвается теперь уже въ этомъ.

Является теперь вопросъ: *какъ-же объяснить быстрое и совершенное окисленіе пищевыхъ веществъ въ нашихъ тканяхъ?* Даже послѣ самаго сытнаго обѣда поступившія пищевыя вещества большею частью окисляются по прошествіи менѣе 12 часовъ въ конечные продукты: углекислоту, воду и мочевину. Внѣ тѣла-же кислородъ вовсе не дѣйствуетъ на бѣлки, жиры и углеводы при температурѣ тѣла. Значитъ, въ тѣлѣ окисленію должны способствовать еще другія условія.

---

1) Н. Афанасьевъ, Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. Bd. 24. S. 253. 1872.

2) С. Чирьевъ, ibid. Bd. 26. S. 116. 1874

Прежде всего слѣдовало бы думать, что такимъ условіемъ является щелочность крови, лимфы и протоплазмы всѣхъ тканей. Извѣстно вѣдь, что окисленіе органическихъ веществъ совершается въ щелочномъ растворѣ быстрѣе, чѣмъ въ нейтральномъ и кисломъ. Напомню о свойствахъ пирогаллола и вообще всѣхъ многоатомныхъ феноловъ, лейкосоединеній многочисленныхъ красящихъ веществъ, виноградная сахара и т. д. Послѣдній въ растворѣ ѣдкаго натрія поглощаетъ энергически кислородъ при температурѣ тѣла. Но мы не должны забывать, что для этого необходима свободная щелочь, а въ нашихъ тканяхъ могутъ находиться только углекислыя — можетъ быть даже только двууглекислыя — щелочи, такъ какъ свободная углекислота проникаетъ черезъ всѣ тканевые элементы.

Nencki и Sieber[1]) показали, правда, что разведенные растворы углекислаго натрія и виноградная сахара или бѣлка также поглощаютъ кислородъ. Но количество поглощеннаго кислорода было крайне ничтожно, а поглощеніе совершалось весьма медленно. Слѣдовательно, въ нашихъ тканяхъ должны вступать въ дѣйствіе еще другіе факторы.

Вслѣдствіе этого прибѣгли къ предположенію, что часть вдыхаемаго кислорода превращается въ нашихъ тканяхъ въ то энергически окисляющее видоизмѣненіе, которое мы называемъ озономъ. Уже Schönbein[2]), открывшій озонъ, высказалъ это предположеніе. Что-же мы знаемъ объ озонѣ?

Если пропустить индуктивый токъ черезъ кислородъ, то послѣдній уплотняется и содержитъ теперь озонъ. Лишь небольшая часть — не болѣе 5% — кислорода превращается въ озонъ. Озонъ занимаетъ $^2/_3$ объема кислорода, изъ котораго онъ образовался. Это было доказано Soret'омъ[3]) слѣдующимъ образомъ. Терпентинное масло поглощаетъ изъ кислорода, содержащаго озонъ, только озонъ. По уменьшенію объема узнаютъ количество озона. Если нагрѣть часть того-же самаго кислорода, содержащаго озонъ, то послѣдній

1) Nencki u. Sieber, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 26. S. 1. 1882. Ср. также Schmiedeberg, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XIV. S. 291 bis 295. 1881. Salkowski, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S 115. 1882.

2) Schönbein, Poggendorff's Ann. Bd. 65. S. 171. 1845.

3) Soret, Ann. Chem. Pharm. Bd. 127. S. 38. 1863. Bd. 130. S. 95. 1863. Suppl. V. S. 148. 1867. Comptes rendus. T. 57. p. 604. 1863.

распадается и объемъ газа увеличивается. Это увеличеніе объема всегда вдвое меньше уменьшенія объема при поглощеніи. Изъ 1 объема озона получается, слѣдовательно, при кипяченіи $1^1/_2$ объема кислорода, изъ 2 объемовъ озона — 3 объема кислорода. Изъ этого факта и изъ гипотезы Avogadro, что равные объемы газовъ содержатъ равныя количества молекуловъ, слѣдуетъ, что въ одномъ молекулѣ озона должны содержаться 3 атома кислорода. Три двуатомыхъ молекула кислорода дали два трехатомныхъ молекула озона. Мы можемъ вообразить, что этотъ процессъ совершается слѣдующимъ образомъ: Подъ вліяніемъ живой силы электрическаго тока оба атома кислороднаго мелекула отдѣляются другъ отъ друга, и каждый изъ нихъ нестойко соединяется съ нераспавшимся еще молекуломъ кислорода. Этотъ-то третій, нестойко связанный атомъ кислорода, имѣетъ сильное сродство къ удобоокисляемымъ веществамъ[1]). И въ самомъ дѣлѣ, при окисленіяхъ озономъ связывается всегда лишь $^1/_3$ по вѣсу озона, и уменьшеніе объема озонъ — содержащаго кислорода не наступаетъ.

Съ этимъ предположеніемъ вполнѣ согласенъ фактъ, что озонъ окисляетъ уже при низкой температурѣ тѣ вещества, которыя окисляются обыкновеннымъ кислородомъ лишь при высокой температурѣ. Атомы кислорода должны отдѣлиться другъ отъ друга лишь подъ вліяніемъ живой силы теплоты. У озона это совершилось уже раньше, благодаря живой силѣ электрическаго тока.

Озонъ, какъ извѣстно, получается какъ побочный продуктъ при медленномъ окисленіи фосфора. Мы можемъ вообразить себѣ, что при медленномъ окисленіи изъ 2-хъ атомовъ молекула кислорода только одинъ связывается, а другой пристаетъ къ неразложившемуся молекулу кислорода.

Изъ этого слѣдуетъ, что третій атомъ кислорода въ молекулѣ озона, вызывающемъ энергическое окисленіе, не можетъ имѣть никакихъ другихъ свойствъ, какъ свойства только кислорода in statu nascendi. Въ самомъ дѣлѣ можно доказать, что вездѣ, гдѣ ни совершается медленное окисленіе, часть кислорода получаетъ «активныя

1) Clausius, Poggendorff's Ann. Bd. 121. S. 250. 1864.

свойства» и дѣйствуетъ точно такимъ-же образомъ, какъ и озонъ, образовавшійся при медленномъ окисленіи фосфора. Мы не можемъ ожидать, что озонъ образуется въ присутствіи окисляющихся веществъ, связывающихъ атомъ возрождающагося кислорода, раньше, чѣмъ этотъ атомъ успѣетъ соединиться съ молекуломъ кислорода въ молекулъ озона.

Вотъ съ какими условіями мы встрѣчаемся въ организмѣ. Поэтому-то въ организмѣ никогда не образуется озонъ, но совершаются энергическіе окислительные процессы. Уже a priori должно считать тщетными всѣ попозновенія обнаружить озонъ въ животномъ тѣлѣ. Мы могли бы ввести въ кровь нѣсколько литровъ кислорода, содержащаго озонъ, и все таки не получили бы обратно ни единаго молекула озона.

Что при медленномъ окисленіи обыкновеннымъ кислородомъ часть атомовъ послѣдняго получаетъ «активныя свойства», доказано слѣдующими опытами.

Если окисленіе пирогаллола въ щелочномъ растворѣ совершается атмосфернымъ кислородомъ въ присутствіи амміака, то послѣдній окисляется въ азотную кислоту[1]). При окисленіи бензальдегида на воздухѣ образуется перекись водорода[2]). Если металлическій натрій окисляется на воздухѣ въ присутствій петролеваго эѳира, то углеводы, составляющіе послѣдній, превращаются въ соотвѣтственные спирты и кислоты[3]).

Бензолъ, какъ извѣстно, не переходитъ въ фенолъ отъ дѣйствія обыкновенныхъ окисляющихъ веществъ, но переходитъ въ него отъ дѣйствія озона[4]). Этотъ переходъ можетъ также совершиться подъ вліяніемъ обыкновеннаго кислорода, но въ присутствіи сѣрнокислой закиси желѣза или закиси мѣди[5]). Для объясненія этого процесса мы должны предположить, что закись связываетъ

---

1) Этотъ опытъ Baumann'a сообщенъ Hoppe-Seyler'омъ въ Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 12. S. 1553. 1879.

2) Раденовичъ, ibid. 1873. S. 1208.

3) Hoppe-Seyler, ibid. Bd. 12. S. 1553—1554. 1879.

4) Nencki und P. Giacosa, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 4. S. 339. 1880. Leeds (Ber. d. deutsch. chem. Ges Bd. 14. S. 975. 1881) не могъ этого подтвердить: при его опытахъ бензолъ окислялся въ угольную, щавелевую, муравьиную и уксусную кислоты. Впрочемъ опыты эти были произведены при другихъ условіяхъ.

5) Nencki und Sieber, Journ f. prakt. Chem. Bd. 26. S. 24 bis 25. 1882.

одинъ изъ обоихъ атомовъ, и что другой, освобождающійся, окисляетъ бензолъ.

Такую-же роль, какъ закись желѣза или мѣди, играетъ водородный палладій. Graham показалъ, что если при электролизѣ воды отрицательнымъ электродомъ сдѣлать палладій, то на немъ не получается отдѣленія водорода. Водородъ соединяется съ палладіемъ. Металлъ воспринимаетъ 900 объемовъ этого газа при увеличеніи собственнаго объема. Изъ этого соединенія опять освобождается часть водорода: она обнаруживаетъ свойства возрождающагося водорода. По этому, если водородный палладій приходитъ въ соприкосновеніе съ атмосфернымъ кислородомъ, то водородъ окисляется, часть кислорода дѣлается «активною» и, въ случаѣ присутствія бензола, послѣдній окисляется въ фенолъ, какъ и отъ дѣйствія озона [1]).

Возрождающійся кислородъ окисляетъ даже еще болѣе энергически, чѣмъ озонъ, чего и слѣдуетъ ожидать a priori. Озонъ не можетъ напр. окислить ни свободнаго азота, ни окиси углерода. Возрождающійся-же кислородъ, образующійся при дѣйствіи водороднаго палладія на обыкновенный кислородъ, окисляетъ свободный азотъ въ азотистую кислоту, а окись углерода въ углекислоту [2]).

Если ввести въ наше тѣло бензолъ, то большая часть его появляется въ мочѣ [3]) въ видѣ фенола. Мы можемъ, слѣдовательно, допустить, что и въ нашихъ тканяхъ выступаютъ возстановляющія вещества, играющія такую-же роль, какую играютъ при упомянутыхъ опытахъ закиси металловъ или водородный палладій. Я уже упомянулъ, что въ крови удушенныхъ животныхъ можно доказать

1) Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 22. 1878 и Bd. 10. S. 35. 1886 Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 12. S. 1551. 1879 и Bd. 16. S. 117. и 1917. 1883. Ср. также Leeds, ibid. Bd. 14. S. 975. 1881. Moritz Traube, ibid. Bd. 15. S. 659. 1882. Bd 16. S. 123 и 1201. 1883. Bd. 18. S. 1877–1900. 1885. Baumann und Preusse, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 4. S. 455. 1880. Nencki, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 23. S. 87. 1880 и Baumann, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 244. 1881 и Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 16. S. 2146. 1883. Moritz Traube сдѣлалъ важныя возраженія противъ теоріи активированія кислорода возстановляющими веществами. Въ моемъ изложеніи я придерживался этой теоріи, но заявляю, что здѣсь рѣчь идетъ лишь о гипотезахъ и аналогичныхъ выводахъ, которые могутъ также быть истолкованы въ другомъ смыслѣ. Пусть начинающій попытается изученіемъ цитированныхъ интересныхъ и поучительныхъ работъ прійти къ собственному заключенію.

2) Baumann, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 244. 1881.

3) Schultzen und Naunyn, Reichert und Du Bois's Arch. 1867. S. 349.

существованіе такихъ возстановляющихся веществъ (стр. 252 и 257). Они находятся во осѣхъ тканяхъ. Ehrlich[1]) показалъ, что синія красящія вещества — ализариновая и индофеноловая лазурь — обезцвѣчиваются въ тканяхъ живаго животнаго и что при доступѣ воздуха ткани опять синѣютъ. Мы можемъ предположить, что *эти возстановляющія, легко окисляющіяся вещества образуются изъ пищевыхъ веществъ отъ дѣйствія ферментовъ на ряду съ другими, трудно окисляющимися продуктами расщепленія. Но, какъ только легко окисляющіяся вещества будутъ окислены отъ дѣйствія вдыхаемаго воздуха, часть кислорода пріобрѣтаетъ „активныя“ свойства и окисляетъ также трудно окисляющіяся вещества.*

Что въ клѣткахъ образуются возстановляющіяся вещества подъ вліяніемъ броженія — видно по маслянокислому броженію. Освобождающійся при этомъ процессѣ водородъ окисляется обыкновеннымъ кислородомъ въ воду. При достаточномъ доступѣ воздуха мы никогда не видимъ, чтобы процессы броженія сопровождались выдѣленіемъ водорода[2]). Этимъ и объясняется отсутствіе водорода въ атмосферѣ, не смотря на то, что явленія броженія распространены на поверхности земли.

Что на ряду съ процессами расщепленія, вызываемыми микроорганизмами гніенія, совершаются интенсивные окислительные процессы, видно, далѣе, изъ образованія селитры. Азотъ, имѣющій столь незначительное сродство къ кислороду, переходитъ въ высшую степень окисленія. Это совершается на счетъ атома кислорода, освобождающагося при окисленіи возстановляющихъ продуктовъ гніенія; онъ окисляетъ образовавшійся изъ расщепленія амміакъ. Что въ образованіи селитры принимаютъ дѣятельное участіе микроорганизмы гніенія., доказано новѣйшими изслѣдованіями[3]).

Та же способность, какая присуща этимъ одноклѣточнымъ существамъ — микроорганизмамъ броженія и гніенія,

---

1) P. Ehrlich, „Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus.“ Berlin. 1885.

2) Hoppe-Seyler, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 16. 1876. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 214. 1884.

3) Th. Muntz et A. Schlösing, Compt. rend. T. 84, p. 301. 1877. T. 85, p. 1018. 1877. T. 89. p. 891. 1879. R. Warrington, Chem. News, Vol. 36, p. 263. 1877. Vol. 39, p. 224. 1879.

свойственна, можетъ быть, всѣмъ клѣткамъ нашего тѣла. Но мы нисколько не должны предполагать, что образованныя ими возстановляющія вещества всегда одни и тѣже. Hoppe-Seyler [1]) того мнѣнія, что и въ тканяхъ животнаго организма точно такъ-же, какъ въ извѣстныхъ одноклѣточныхъ микроорганизмахъ броженія, освобождается водородъ. То обстоятельство, что и въ тканяхъ нельзя доказать присутствія водорода, не противорѣчитъ этому взгляду. Во всякомъ случаѣ нѣтъ надобности, чтобы возрождающійся водородъ былъ единственнымъ возстановляющимъ веществомъ, отъ дѣйствія котораго въ нашихъ тканяхъ образуется активный кислородъ. Эти возстановляющія вещества могли бы быть различны въ различныхъ тканевыхъ элементахъ, да и въ одной и той же клѣткѣ они различны и перемѣнчивы, смотря по отправленіямъ въ данный моментъ [2]).

Какъ сильно можетъ совершаться окисленіе органическихъ пищевыхъ веществъ послѣ предшествовавшаго расщепленія послѣднихъ — всего лучше видно на т. н. «самозагораніи» сѣна. Если складывать не вполнѣ высушенное сѣно въ большіе стога, то внутри сыраго стога совершаются процессы расщепленія отъ дѣйствія организованныхъ или неорганизованныхъ ферментовъ. (Всѣ расщепленія, вызываемыя броженіемъ, совершаются при воспринятіи воды. Поэтому сушеніе служитъ лучшимъ средствомъ для предохраненія отъ разложенія). При расщепленіи освобождается теплота и по мѣрѣ накопленія образовавшихся удобоокисляемыхъ продуктовъ расщепленія увеличивается въ то-же время температура внутри стога сѣна. Если теперь разбросать сѣно, такъ что атмосферный кислородъ получаетъ доступъ во внутрь стога, то образовавшіеся окисляемые продукты расщепленія воспламеняются, и весь стогъ сгораетъ яркимъ пламенемъ.

Быстрое окисленіе пищевыхъ веществъ въ нашихъ тканяхъ вовсе не кажется загадочнымъ, если обратить вниманіе на всѣ приведенныя аналогіи. Мы не должны однако забывать, что появленіе активнаго кислорода остается пока еще гипотезою, и что всѣ эти явленія можно истолковать

1) Hoppe-Seyler, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 16. 1876. Ср. Nencki, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 23. S. 87. 1880 и Baumann, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 244. 1881.

2) Ср. Br. Radziszewski, „Zur Theorie der Phosphorescenzerscheinung.“ Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 16. S. 597. 1883.

еще иначе. Въ этомъ отношеніи заслуживаетъ, по моему мнѣнію, вниманія гипотеза, высказанная впервые, на сколько мнѣ извѣстно, Moritz'омъ Traube[1]). Я имѣю въ виду предположеніе, что въ нашемъ тѣлѣ дѣйствуютъ «переносители кислорода», т. е., вещества, нестойко связывающія обыкновенный кислородъ и переносящія его на такія вещества, которыя прямо не воспринимаютъ кислорода.

Извѣстнымъ примѣромъ подобнаго перенесенія кислорода служитъ окись азота при добываніи англійской сѣрной кислоты. Сѣрнистая кислота не можетъ соединиться прямо съ кислородомъ. Но, если при этомъ есть окись азота, то она нестойко связываетъ свободный кислородъ и переноситъ его на сѣрнистую кислоту, которая окисляется вслѣдствіе этого въ сѣрную. Небольшое количество окиси азота можетъ перевести неограниченное количество сѣрнистой кислоты въ сѣрную.

Подобную же роль, какую играетъ окись азота при окисленіи сѣрнистой кислоты, играетъ индигосѣрнокислый калій при окисленіи виноградnаго сахара. Если нагрѣть на воздухѣ растворъ виноградnаго сахара съ незначительнымъ количествомъ углекислой щелочи, то происходитъ лишь незначительное и медленное поглощеніе кислорода. Но если къ этой смѣси прибавить индигосѣрнокислой щелочи, то послѣдняя отдаетъ нестойко связанный атомъ кислорода сахару и обезцвѣчивается. Если теперь взбалтывать растворъ на воздухѣ, то онъ снова окрашивается въ синій цвѣтъ. Индигосѣрная кислота опять приняла кислородъ изъ воздуха. Если оставить растворъ на мгновеніе въ покоѣ, то онъ опять обезцвѣчивается. Синее окрашиваніе сохраняется лишь на такой поверхности, которая соприкасается прямо съ атмосфернымъ кислородомъ. Такимъ образомъ, незначительное количество индигосѣрной кислоты можетъ при достаточномъ доступѣ воздуха окислять большія количества виноградnаго сахара.

То-же самое можно вызвать окисью мѣди. Синій растворъ амміачнощелочной окиси мѣди обезцвѣчивается при нагрѣваніи съ виноградnымъ сахаромъ. Окись мѣди возстановлена въ закись; она отдала одинъ атомъ кислорода виноградному сахару. При взбалтываніи на воздухѣ появля-

1) Moritz Traube, Theorie der Fermentwirkungen. Berlin. 1858.

ется тотчасъ снова окрашиваніе и. т. д. Закись мѣди играетъ здѣсь ту-же роль переносителя кислорода, какъ окись азота при образованіи сѣрной кислоты.

Дальнѣйшимъ примѣромъ служитъ окисленіе щавелевой кислоты въ присутствіи соли желѣза. При освѣщеніи щавелевая кислота окисляется въ углекислоту при возстановленіи окиси желѣза; незначительное количество соли желѣза можетъ постепенно способствовать окисленію большаго количества щавелевой кислоты, причемъ образовавшаяся закись желѣза опять принимаетъ кислородъ при доступѣ воздуха [1]).

При попыткѣ объяснить такимъ-же образомъ быстрое окисленіе въ нашемъ организмѣ наталкиваются на препятствіе: нельзя доказать присутствія переносителя кислорода. Можно было бы подумать о гемоглобинѣ. Но прямые опыты показали, *что кислородъ, не стойко связанный въ оксигемоглобинѣ, вызываетъ только такія окисленія, какія вызываются обыкновеннымъ молекулярнымъ кислородомъ* [2]). Кромѣ того, нужно принять во вниманіе, что окисленія совершаются по преимуществу въ тканяхъ, которыя не содержатъ гемоглобина. Исключеніе составляетъ только часть мышцъ, да и въ нихъ содержатся лишь слѣды гемоглобина. Роль гемоглобина въ крови ограничивается только тѣмъ, что онъ разноситъ кислородъ въ концентрированномъ видѣ по всѣмъ органамъ и отдаетъ его туда, гдѣ совершается его потребленіе. Въ этомъ смыслѣ можно, пожалуй, считать гемоглобинъ переносителемъ кислорода. Но ему нельзя приписывать той же роли, какъ переносителямъ кислорода въ вышеприведенныхъ 4-хъ примѣрахъ. Тѣ переносители кислорода отдаютъ свой кислородъ и такимъ веществамъ, которыя не окисляются прямо на воздухѣ; гемоглобинъ-же отдаетъ его только такимъ веществамъ, которыя въ состояніи связывать обыкновенный молекулярный кислородъ.

Скорѣе можно было-бы считать переносителемъ кислорода въ нашихъ тканяхъ окись желѣза. Вездѣ, гдѣ только находятся бѣлокъ и нуклеинъ, находится также нестойко связанная окись желѣза. При этомъ нужно еще обратить вниманіе на то, что при окисленіи закиси желѣза

1) Pfeffer, Unters. aus dem botan. Inst. zu Tübingen. Bd. 1. S. 679. 1885.

2) Hoppe-Seyler, Med. chem. Unt. Hft. I. S. 133. 1866.

въ окись два атома желѣза всегда связываютъ одинъ только атомъ кислорода, что окисленію, значитъ, должно предшествовать расщепленіе кислороднаго молекула, и что при возстановленіи кислородъ не отщепляется въ молекулярномъ видѣ. Но съ другой стороны нужно принять въ вниманіе, что при окисленіи щавелевой кислоты въ приведенномъ примѣрѣ перенесеніе кислорода совершается закисью желѣза при одновременномъ дѣйствіи живой силы солнечнаго свѣта. Мы должны были бы, слѣдовательно, допустить существованіе аналогичной живой силы въ нашихъ тканяхъ. Достаточно-ли для этого теплоты тѣла — подлежитъ сомнѣнію.

Другая теорія происхожденія быстраго окисленія въ нашихъ тканяхъ дана Schmiedeberg'омъ[1]) на основаніи точныхъ его опытовъ.

Schmiedeberg также отрицаетъ предположеніе о приниманіи кислородомъ активныхъ свойствъ. Онъ того мнѣнія, что не кислородъ измѣняется въ нашихъ тканяхъ, но что атомы водорода отщепляются отъ дѣйствія ферментовъ изъ углеродистыхъ соединеній, и что освобождающіяся при этомъ единицы сродства связываютъ обыкновенный кислородъ. Въ подтвержденіе этого мнѣнія онъ ссылается на слѣдующіе факты.

Бензойный спиртъ и салициловый альдегидъ не окисляются атмосфернымъ кислородомъ въ присутствіи воды въ такомъ количествѣ, которое можно было бы доказать. Если эти тѣла соприкасаются не съ водою, а ceteris paribus съ разведеннымъ растворомъ углекислаго натрія или съ кровью, то весьма незначительная часть бензойнаго спирта окисляется въ бензойную кислоту, а салициловый альдегидъ не измѣняется и при этихъ обстоятельствахъ. Но при пропусканіи веществъ съ кровью, содержащею кислородъ, черезъ вырѣзанныя почки или легкія собаки или свиньи значительная часть обоихъ ароматическихъ соединеній окисляется въ бензойную resp. въ салициловую кислоту.

Эти факты можно однако истолковать также и въ смыслѣ обѣихъ другихъ, только что изложенныхъ гипотезъ. Мы можемъ представить себѣ, что при пропусканіи крови черезъ органы образуются возстановляющія вещества, что часть

---

1) Schmiedeberg, Arch. f. exp. Path. und Pharmak. Bd. XIV. S. 288 и 379. 1881.

кислорода дѣлается при ихъ окисленіи активною и что этотъ активный кислородъ окисляетъ ароматическія соединенія, или мы можемъ предположить, что въ тканяхъ органовъ, черезъ которые совершается пропусканіе, дѣйствуютъ переносители кислорода.

Противъ предположенія объ активномъ кислородѣ въ тканяхъ ссылались на то, что извѣстныя легкоокисляющіяся вещества: пирогаллолъ[1]), бренцкатехинъ[2]), фосфоръ[3]), проходятъ черезъ ткани нашего тѣла частью или совершенно неизмѣненными. Окись углерода[4]), окисляющаяся возрождающимся кислородомъ (in statu nascendi) въ углекислоту, и такъ легко окисляющаяся щавелевая кислота[5]) вовсе не измѣняются въ организмѣ.

Но эти факты можно также истолковать иначе. Отъ кишечника къ почкамъ ведетъ тысяча путей. Нѣтъ надобности, чтобы каждый молекулъ при своемъ странствованіи попадалъ въ тѣ мѣста, гдѣ онъ встрѣчается съ возрождающимися атомами кислорода. A priori даже весьма вѣроятно, что вещества, не принадлежащія къ нормальной пищѣ или даже ядовитыя, попадаютъ именно не въ тѣ тканевые элементы, въ которыхъ совершается самое интенсивное окисленіе, какъ источникъ силы для совершенія нормальныхъ отправленій. Эти тканевые элементы дѣлаютъ выборъ, какъ каждая клѣтка вообще: они работаютъ вполнѣ опредѣленнымъ матеріаломъ и отталкиваютъ отъ себя все вредное (ср. стр. 6, 105, 160, 170, 171 и начало 17 лекц.).

---

1) Cl. Bernard, Leçons sur les propriétés physiologiques etc. des liquides de l'organisme. T. II. p. 144. 1859. Baumann und Herter, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 249. 1877.

2) Baumann und Herter, l. c.

3) Hans Meyer, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XIV. S. 329. 1881. Тамъ уже цитирована прежняя литература по этому вопросу.

4) Gaetano Gaglio, Arch. f. exp. Path. u. Pharmak. Bd. XXII. S. 236. 1887. При опытахъ Gaglio окись углерода была вдыхаема. Ст. Залѣскій (Arch. f. exp. Path. u. Pharmak. Bd. XX. S. 34. 1885) нашелъ, что послѣ интраперитональной инъекціи крови, содержащей окись углерода, послѣдняя не выдѣлялась черезъ легкія. Такимъ образомъ кажется, что введенная такимъ путемъ окись углерода все таки окисляется*).

*) Такого предположенія изъ этихъ опытовъ еще нельзя вывести, ибо 1) окись углерода, введенная въ связанномъ видѣ съ кровью въ брюшную полость, можетъ все таки выводиться легкими въ неизмѣненномъ видѣ, но въ такихъ незначительныхъ количествахъ, что ихъ нельзя доказать химически, или-же она можетъ оставаться въ тканяхъ въ неизмѣненномъ видѣ, 2) чистая окись углерода, введенная въ брюшную полость выдѣляется черезъ легкія въ неизмѣненномъ видѣ (Ст. Залѣскій l. c.) Прим. ред.

5) Gaglio, l. c. p. 246 ff.

То обстоятельство, что бренцкатехинъ и пирогаллолъ не окисляются, объясняется еще другимъ путемъ. Они именно не циркулируютъ въ свободномъ состояніи по животному тѣлу, а вступаютъ подобно всѣмъ гидроксильнымъ ароматическимъ углеводамъ и всѣмъ феноламъ, въ соединеніе съ сѣрною кислотою, образующеюся въ тканяхъ изъ распада альбуминатовъ. Фенолы играютъ при этомъ такую-же роль, какъ спирты при образованіи эѳирносѣрныхъ кислотъ. Здѣсь происходитъ соединеніе при выдѣленіи воды, сѣрная кислота превращается изъ двуосновной кислоты въ одноосновную и появляется въ мочѣ въ видѣ щелочной соли.

Эти парныя сѣрныя кислоты были открыты Baumann'омъ. Онъ показалъ, что моча травоядныхъ постояно содержитъ большія количества фенилосѣрнокислаго калія [1]). На ряду съ этимъ находится еще другая парная сѣрная кислота, въ которой фенолъ замѣщенъ метилированнымъ феноломъ — крезоломъ [2]); есть далѣе парныя сѣрныя кислоты съ бренцкатехиномъ [3]) и съ индоксиломъ [4]). Въ мочѣ человѣка было также доказано постоянное присутствіе этихъ соединеній и только въ мочѣ плотоядныхъ ихъ не нашли при исключительной мясной пищѣ. Но, если дать собакамъ фенолы, то и у нихъ появляются въ мочѣ соотвѣтствующія парныя сѣрныя кислоты (ср. лекц. 17 и 18).

Кажется, что сѣрная кислота, которая, какъ высшая степень окисленія сѣры, не можетъ далѣе окисляться, предохраняетъ отъ окисленія органическое парное соединеніе, даже если она принадлежитъ къ группѣ жировъ. Salkowski [5]) нашелъ, что этилсѣрная кислота, данная собакѣ, переходитъ въ мочу неизмѣненною.

Вопросъ, распадается ли въ нашихъ тканяхъ бензойное зерно отъ дѣйствія расщепляющихъ и окисляющихъ реактивовъ, до сихъ поръ еще не рѣшенъ. Всѣ ароматическія соединенія, судьба которыхъ въ нашемъ организмѣ до сихъ поръ подробно изслѣдованы, появлялись опять въ мочѣ въ видѣ ароматическихъ соединеній, хотя большею частью

1) Baumann, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 69. 1876. Bd. 13. S. 285. 1876.
2) C. Preusse, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 355. 1878. Brieger, ibid. Bd. 4. S. 204. 1880.
3) Baumann, l. c. Bd. 12. S. 63. 1876.
4) Baumann und L. Brieger, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 3, S. 254. 1879.
5) E. Salkowski, Pflüger's Arch. Bd. 4. S. 91. 1871.

и въ измѣненной формѣ. Но эти опыты не были вполнѣ точны въ количественномъ отношеніи. Возможно пожалуй, что разрушается по крайней мѣрѣ незначительная часть. Внѣ тѣла бензолъ можетъ отъ дѣйствія озона при обыкновенной температурѣ окислиться въ углекислоту, щавелевую, муравинную и уксусную кислоты и аморфный черный остатокъ [1]). Если въ нашихъ тканяхъ дѣйствительно появляется активный кислородъ, то и тамъ могло бы совершиться разрушеніе бензольнаго зерна.

Отъ дѣйствія гипермарганцовокислаго калія въ щелочномъ растворѣ фенолъ окисляется и расщепляется: образуется щавелевая кислота. Это побудило Salkowsk'аго [2]) изслѣдовать кровь кроликовъ, отравленныхъ феноломъ, на щавелевую кислоту. Въ двухъ случаяхъ изъ трехъ можно было доказать присутствіе щавелевой кислоты, но это не удалось въ крови двухъ здоровыхъ кроликовъ.

Опыты, произведенные Tauber'омъ [3]) и Auerbach'омъ [4]) въ лабораторіи Salkowsk'аго, и Schaffer'омъ [5]) въ лабораторіи Neuck'аго, показали единогласно, что, если давать собакамъ внутрь фенолъ, то только часть его — смотря по введенному количеству 30—70 % — появляется въ мочѣ и въ калѣ. Но изъ этого еще не слѣдуетъ заключить, чтобы исчезнувшій фенолъ сгоралъ. Весьма возможно, что бензольное зерно не разрушилось, что фенолъ перешелъ въ другое ароматическое соединеніе. Въ самомъ дѣлѣ Schaffer нашелъ въ двухъ опытахъ, при которыхъ онъ опредѣлилъ количество парныхъ сѣрныхъ кислотъ, что оно увеличивалось послѣ введенія фенола соотвѣтственно количеству введеннаго фенола. Увеличенія количества щавелевой кислоты въ мочѣ нельзя было доказать при этихъ опытахъ, равно какъ при опытахъ Tauber'а и Auerbach'а. Послѣдній не могъ найти щавелевой кислоты также и въ крови.

Послѣ введенія въ организмъ человѣка, собаки и кролика извѣстныхъ ароматическихъ амидокислотъ — съ тремя атомами углерода въ боковой цѣпи: тирозина, фениламидо-

1) Leeds, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 14. S. 975. 1881.
2) E. Salkowski, Pflüger's Arch. Bd. 5. S. 357. 1872
3) E. Tauber, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 366. 1878.
4) Al. Auerbach, Virchow's Arch. Bd. 77. S. 226. 1879.
5) Fr. Schaffer, Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 18. S. 282. 1878.

пропіоновой кислоты и амидокоричной кислоты — Schotten[1]) и Baumann[2]) не могли доказать увеличенія количества какихъ-либо извѣстныхъ ароматическихъ соединеній въ мочѣ. Изъ этого они заключаютъ, что эти ароматическія соединенія вполнѣ окисляются[3]).

Но скептическій критикъ будетъ пока еще сомнѣваться и въ вѣрности этого вывода. Намъ вѣдь извѣстны далеко еще не всѣ ароматическія соединенія, могущія появиться въ мочѣ.

Относительно превращеній, претерпѣваемыхъ ароматическими соединеніями вслѣдствіе окисленія въ животномъ тѣлѣ, мы въ дѣйствительности знаемъ слѣдующее.

Углеводы превращаются въ гидроксильныя соединенія: бензолъ — въ оксибензолъ и діоксибензолъ[4]) — гидрохинонъ и бренцкатехинъ. Дальше однако окисленіе, повидимому, не идетъ, ибо уже послѣ дачи нѣсколькихъ милиграммовъ діоксибензола (бренцкатехина) послѣдній появляется въ неизмѣненномъ видѣ въ мочѣ[5]).

Если введенное ароматическое соединеніе имѣетъ боковую цѣпь, принадлежащую къ группѣ жировъ, то она большею частью измѣняется кислородомъ[6]). Такъ толуолъ (C_6H_5—CH_3), этилбензолъ (C_6H_5—C_2H_5), пропилбензолъ (C_6H_5 — C_3H_7) и бензойный спиртъ (C_6H_5—CH_2OH), всѣ окисляются въ бензойную кислоту (C_6H_5COOH).

Фенилоуксусная-же кислота (C_6H_5 — CH_2 — $COOH$) не окисляется кислородомъ. Неокисляющійся карбоксилъ повидимому защищаетъ здѣсь сосѣдній атомъ углерода точно такъ-же, какъ мы это видѣли на неокисляющейся сѣрной кислотѣ. Группа CH_2 въ фенилоуксусной кислотѣ защищена съ одной стороны неразрушающимся зерномъ бензола, съ другой — закисью углерода. Если-же между зерномъ бензола и карбоксиломъ вставленъ не одинъ атомъ углерода, а больше, то этой защиты недостаточно. Фенилпропіоновая кислота (C_6H_5 — CH_2—CH_2—$COOH$) и

1) C. Schotten, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S. 23. 1882. Bd. 8. S. 60. 1883.
2) Baumann, ibid. Bd. 10. S. 130. 1886.
3) Ср. также Nencki u. P. Giacosa, ibid. Bd. 4. S. 328. 1880.
4) Baumann u C. Preusse, ibid. Bd. 3. S. 156. 1879.
5) De Jonge, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 3. S. 184. 1879.
6) Schultzen u. Naunyn, Reichert und du Bois's Arch. 1867. S. 349. Nencki u. Giacosa, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 4. S. 325. 1880.

коричная кислота ($C_6H_5-CH=CH-COOH$) окисляются въ бензойную кислоту (C_6H_5COOH).

Если зерно бензола имѣетъ не одну боковую цѣпь, а больше, то всегда одна только изъ нихъ окисляется въ карбоксилъ. Такъ окисляются

Ксилолъ	$C_6H_4\begin{cases}CH_3\\CH_3\end{cases}$	въ	$C_6H_4\begin{cases}CH_3\\COOH\end{cases}$	Толуиловую кислоту.
Мезитиленъ	$C_6H_3\begin{cases}CH_3\\CH_3\\CH_3\end{cases}$	въ	$C_6H_3\begin{cases}CH_3\\CH_3\\COOH\end{cases}$	Мезитиленовую кислоту.
Цимолъ	$C_6H_4\begin{cases}C_3H_7\\CH_3\end{cases}$	въ	$C_6H_4\begin{cases}C_3H_7\\COOH\end{cases}$	Куминовую кислоту.

Многія ароматическія соединенія образуютъ въ животномъ тѣлѣ синтезы съ легко окисляющимися соединеніями группы жировъ и защищаютъ послѣдніе отъ окисленія. Самымъ извѣстнымъ примѣромъ этого рода служитъ образованіе гиппуровой кислоты изъ гликохоля и бензойной кислоты.

$$\begin{matrix}CH_2NH_2\\|\\COOH\end{matrix} + \begin{matrix}C_6H_5\\|\\COOH\end{matrix} = \begin{matrix}CH_2NH-CO-C_6H_5\\|\\COOH\end{matrix} + H_2O.$$

Гликоколь, окисляющійся въ отсутствіи ароматныхъ соединеній совершенно въ животномъ тѣлѣ и превращающійся въ углекислоту, воду и мочевину (ср. лекц. 16), находитъ себѣ черезъ соединеніе съ неразрушающеюся бензиновою кислотою защиту противъ окисленія кислородомъ и появляется въ мочѣ въ видѣ гиппуровой кислоты (ср. лекц. 16).

Schmiedeberg и его ученики[1]) наблюдали интересный синтезъ этого рода, при которомъ продуктъ окисленія сахара оставался предохраненнымъ отъ дальнѣйшаго разложенія и окисленія вслѣдствіе соединенія съ ароматическимъ соединеніемъ. Если дать собакѣ внутрь камфоры ($C_{10}H_{16}O$), то это соединеніе превращается въ гидроксильное точно такимъ же образомъ, какъ мы это видѣли съ бензоломъ; образуется камферолъ [$C_{10}H_{15}(OH)O$]. Но этомъ продуктъ не переходитъ въ мочу какъ таковой, а связывается съ гликуроновою кислотою, съ которою онъ

1) C. Wiedemann, Arch. f. exp. Path. und Pharmak. Bd. VI. S. 230. 1877. Schmiedeberg u. Hans Meyer, Zeitschrift f. physiol. Chem. Bd. 3. S. 422. 1879.

соединился при выступленіи воды. Составъ гликуроновой кислоты $C_6H_{10}O_7$, и, судя по ея свойствамъ и реакціямъ, ее слѣдуетъ считать производнымъ виноградnаго сахара, продуктомъ начинающагося окисленія. Если расщепить соединеніе камферола съ гликуроновою кислотою — «камфорогликуроновую кислоту» — черезъ кипяченіе съ разведенными кислотами, то освобождающаяся гликуроновая кислота быстро разлагается при побурѣніи и развитіи углекислоты, и съ трудомъ лишь удается получить большія количества неразложившейся кислоты для изслѣдованія. Этимъ легкимъ разложеніемъ и окисленіемъ объясняется то, что мы не находимъ этой кислоты въ нормальномъ обмѣнѣ веществъ животныхъ. Сахаръ тамъ быстро распадается, какъ только началось его окисленіе, на свои конечные продукты: углекислоту и воду. Кажется, что жиры имѣютъ вполнѣ опредѣленные пункты, на которые направляется дѣйствіе кислорода. Если они защищены на этихъ пунктахъ черезъ соединеніе съ неокисляющимися веществами, то кислородъ не можетъ на нихъ дѣйствовать. Но какъ только эти пункты дѣлаются свободными, жиры подвергаются быстроту разложенію и окисленію.

Schmiedeberg[1]) встрѣтился съ гликуроновую кислотою еще одинъ разъ. Онъ кормилъ собаку пищею, лишенною бѣлковъ, а именно саломъ и крахмальнымъ клейстеромъ и далъ ей внутрь бензола. Для образованія фенилосѣрной кислоты организмъ располагалъ въ данномъ случаѣ лишь незначительнымъ количествомъ сѣрной кислоты, образовавшейся изъ распада бѣлковыхъ тѣлъ тканей; въ пищѣ не было никакого подвоза сѣры. Поэтому не весь феноль, образовавшійся изъ бензола, появился въ мочѣ въ видѣ парнаго соединенія съ сѣрною кислотою. Можно было доказать, что часть выступила въ видѣ парной гликуроновой кислоты и другіе изслѣдователи наткнулись также неоднократно на гликуроновую кислоту. Jaffé[2]) нашелъ, что ортонитротолуолъ $\left(C_6H_4 \begin{cases} NO_2 \\ CH_3 \end{cases}\right)$ превращается въ организмѣ собаки въ ортонитробензойный спиртъ $\left(C_6H_4 \begin{cases} NO_2 \\ CH_2OH \end{cases}\right)$. Этотъ спиртъ появляется въ мочѣ, какъ

1) Schmiedeberg, Arch. f. exp. Path. und Pharm. Bd. XIV. S. 306—307. 1881.

2) Jaffé, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 47. 1878.

парный съ кислотою, которая повидимому идентична съ гликуроновою кислотою Schmiedeberg'a. Mering и Musculus[1]) нашли въ мочѣ человѣка и собакъ, которымъ они давали внутрь хлоралгидратъ или бутилхлоралгидратъ, соотвѣтственные спирты: трихлорэтиловый и трихлорбутиловый въ видѣ парныхъ соединеній съ гликуроновою кислотою. Достойно вниманія, что при этомъ процессѣ вещество, вступающее съ гликуроновою кислотою въ парное соединеніе, образуется черезъ возстановленіе, при процессахъ же, наблюдавшихся Schmiedeberg'омъ и Jaffé — черезъ окисленіе. При томъ, въ процессѣ, наблюдавшемся Mering'омъ и Musculus'омъ, не ароматическое соединеніе защищаетъ гликуроновую кислоту отъ окисленія, а жиръ, сдѣлавшійся вслѣдствіе соединенія съ хлоромъ трудно сгораемымъ.

---

1) von Mering und Musculus, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 8. S. 662. 1875. von Mering, Zeitsch. f. physiol. Chem. Bd. 6. S. 480. 1882. Ср. также Külz, Pflüger's Arch. Bd. 28. S. 506. 1882 и Kossel, Zeitsch. f. physiol. Chem. Bd. 4. S. 296. 1880.

ЛЕКЦІЯ XV[ая].

Газы крови и дыханіе. Продолженіе: роль углекислоты при явленіяхъ внутренняго и наружнаго дыханія. Кожное дыханіе. Кишечные газы.

До сихъ поръ мы, говоря о газахъ крови и о дыханіи, познакомились съ ролью кислорода и съ явленіями окисленія въ тканяхъ. Намъ осталось еще поговорить о газообразномъ конечномъ продуктѣ процессовъ окисленія и расщепленія — объ **углекислотѣ** и о ея роли при явленіяхъ внутренняго и наружнаго дыханія.

Количество углекислоты составляетъ въ венозной крови собаки 39—48% по объему — считая при 0° С. и 760mm ртутнаго давленія; въ артеріальной-же меньше среднимъ числомъ приблизительно на 8% по объему[1]).

Углекислота, подобно кислороду, не можетъ быть просто поглощенною въ крови. Для этого количество ея слишкомъ велико. Вода поглощаетъ изъ атмосферы чистой углекислоты при 0° С. двойной объемъ, при комнатой температурѣ равный объемъ, а при температурѣ тѣла — половину своего объема, значитъ, 50% по объему этого газа. Почти столько-же углекислоты содержится въ венозной крови. Если бы, слѣдовательно, углекислота была просто поглощена, то ея парціальное давленіе должно было бы равняться цѣлой атмосферѣ. Но на самомъ дѣлѣ этого быть не можетъ, потому что парціальное давленіе всѣхъ газовъ, вмѣстѣ взятыхъ, врядъ-ли можетъ быть больше одной атмосферы.

Благодаря изслѣдованіямъ Pflüger'a и его учениковъ: Wolffberg'a[2]), Strassburg'a[3]) и Nussbaum'a[4]),

1) А. Шефферъ, Wien. akad. Sitzungsb. Bd. 41. S. 589. 1860. Щелковъ, ibid. Bd. 45. S. 171. 1862.

2) Siegfried Wolffberg, Pflüger's Arch. Bd. 4. S. 465. 1871. Bd. 6. S. 23. 1872.

3) Gustav Strassburg, ibid Bd. 6. S. 65. 1872.

4) Moritz Nussbaum, ibid. Bd. 7. S. 296. 1873.

мы знаемъ точно парціальное давленіе углекислоты въ крови. Они пропускали кровь изъ сосуда живой собаки въ верхній конецъ перпендикулярно стоявшей стеклянной трубки. Въ трубкѣ находился азотъ, къ которому было прибавлено нѣсколько процентовъ углекислоты. Кровь стекала по стѣнкамъ трубки, не свертываясь, и у нижняго конца, благодаря особому приспособленію, тотчасъ-же удалялась, такъ что воздухъ не могъ проникать снаружи [1]). Когда упругость углекислоты въ крови была больше, чѣмъ въ газовой смѣси, находившейся въ трубкѣ, содержаніе углекислоты въ этой смѣси должно было увеличиться; когда-же упругость въ крови была меньше, содержаніе углекислоты въ газовой смѣси должно было уменьшиться. Многочисленными опытами доказано, что давленіе углекислоты въ крови большихъ венозныхъ стволовъ собаки и въ крови праваго предсердія составляетъ 5,4% атмосферы, а въ артеріальной крови 2,8% [2]).

Такъ какъ вода, какъ сказано выше, воспринимаетъ изъ атмосферы чистой углекислоты при температурѣ тѣла только около 50% по объему углекислоты, то венозная кровь, находящаяся подъ давленіемъ углекислоты, составляющемъ всего лишь 5% или $^1/_{20}$ одной атмосферы, не можетъ содержать болѣе $^{50}/_{20} = 2^1/_2\,\%$ по объему просто поглощенной углекислоты. Остальные 36—46% должны быть химически связаны. Взглядъ на составъ золы крови (см. выше стр. 236) учитъ, что веществами, связывающими углекислоту, должны быть щелочи: натрій и калій. Обратимъ сначала вниманіе на промежуточную жидкость крови. Зола плазмы не была еще ни разу анализирована. Для сыворотки, составъ золы которой можетъ лишь немногимъ разниться отъ состава золы плазмы, я нашелъ слѣдующія числа:

1000 grm. *сыворотки собачьей крови содержатъ:* [3])

K_2O . . .	0,202 grm.	Fe_2O_3 . .	0,010 grm.
Na_2O . .	4,341 „	P_2O_5 . . .	0,489 „
CaO . . .	0,176 „	Cl	3,961 „
MgO . . .	0,041 „		

1) Описаніе и рисунокъ этого аппарата находятся у Strassburg'a l. c. p. 69.

2) Strassburg, l. c.

3) Часть этого анализа уже опубликована въ Zeitschr. f. Biol. Bd. 12. S. 204. 1876.

Мы можемъ оставить безъ вниманія незначительное количество калія: оно образуется, можетъ быть, большею частью изъ распада лейкоцитовъ; въ плазмѣ живой крови находятся лишь слѣды его. Мы можемъ также оставить безъ вниманія незначительныя количества извести и магнезіи: они связаны большею частью съ альбуминатами и нуклеоальбуминатами и, можетъ быть, вовсе не участвуютъ въ связываніи углекислоты. Во всякомъ случаѣ большая часть углекислоты связана въ плазмѣ съ натріемъ. Изъ 4,341 натрія достаточно 3,463 для того, чтобы насытить единственную сильную минеральную кислоту плазмы — соляную. Остальныя 0,878 натрія могутъ стойко связать 0,623 grm. углекислоты = 316 Ccm. углекислаго газа (считая при 0 ° C. и 760 mm. ртут. давл.) и кромѣ того еще такое-же количество при образованіи двууглекислой соли. Въ литрѣ плазмы крови могли бы такимъ образомъ содержаться связанными 632 Ccm. углекислоты, т. е. 63% по объему. Но намъ слѣдуетъ имѣть въ виду, что углекислота должна дѣлиться этими 0,878 натрія еще съ другими слабыми кислотами: фосфорною кислотою, бѣлкомъ, а можетъ быть, и съ нѣкоторыми другими, при чемъ каждая въ отдѣльности имѣетъ мало значенія, но сумма всѣхъ должна быть принята во вниманіе; такимъ образомъ она никогда не можетъ составлять полныхъ 63% по объему. И въ самомъ дѣлѣ, до сихъ поръ было найдено въ сывороткѣ артеріальной крови собакъ всего 43—57% по объему углекислоты. Въ сывороткѣ венозной крови содержаніе углекислоты должно быть еще больше. Имѣющійся тамъ натрій насыщенъ, можетъ быть, почти исключительно углекислотою.

Величина части натрія, приходящейся на долю углекислоты, зависитъ отъ массоваго дѣйствія, отъ парціальнаго давленія углекислоты[1]). Въ тканяхъ, гдѣ углекислота освобождается вслѣдствіе окисленія и расщепленія, гдѣ ея парціальное давленіе увеличивается долженъ образоваться двууглекислый натрій на счетъ натроннаго альбумината и двуосновнаго фосфорнокислаго натрія (Na_2HPO_4); послѣдній отдаетъ половину своего натрія и переходитъ въ кислую соль (NaH_2PO_4). Въ альвеолахъ легкихъ, гдѣ, вслѣдствіе посто-

1) N. Zuntz, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867. S. 527. F. C. Donders, Pflüger's Arch. Bd. 5. S. 20. 1872 Ср. также J. Gaule, du Bois's Arch. 1878. S. 469.

янной механической вентиляціи, парціальное давленіе углекислоты уменьшается, кровь должна отдавать часть своей углекислоты вслѣдствіе диффузіи; массовое дѣйствіе углекислоты въ крови уменьшается, а массовое дѣйствіе другихъ кислотъ относительно увеличивается: опять образуется натронный альбуминатъ и двуосновный фосфорнокислый натрій (Na_2HPO_4) на счетъ двууглекислаго натрія. Какъ только количество свободной углекислоты уменьшается хоть немного, уменьшается также весьма значительно и количество нестойко связанной углекислоты. Польза этого приспособленія состоитъ въ томъ, что содержаніе углекислоты въ крови можетъ колебаться въ извѣстныхъ предѣлахъ, при чемъ общее давленіе газовъ не измѣняется значительно. Измѣненіе напряженія на 2,6% одной атмосферы влечетъ за собою измѣненіе содержанія углекислоты въ крови на 8 объемныхъ процентовъ. Это даетъ возможность переносить въ короткое время большія количества углекислоты изъ тканей въ легкія.

Что бѣлокъ въ самомъ дѣлѣ ведетъ борьбу съ углекислотою изъ-за обладанія натріемъ, доказано Hoppe-Seyler'омъ и его ученикомъ, Sertoli[1]): въ воздушной пустотѣ бѣлокъ вытѣсняетъ углекислоту изъ раствора простаго углекислаго натрія. Однако количество вытѣсненной углекислоты весьма незначительно[2]), чего и слѣдуетъ ожидать a priori въ виду значительнаго молекулярнаго вѣса бѣлка.

Въ появленіи фосфорнокислыхъ щелочей въ плазмѣ часто сомнѣвались[3]). Полагали, что фосфорную кислоту золы слѣдуетъ приписать лецитину и нуклеину. Однако количество фосфорной кислоты слишкомъ велико для этого, по крайней мѣрѣ въ крови собаки. Въ крови быка и свиньи оно, правда, значительно меньше[4]), но во всякомъ случаѣ только незначительная часть щелочей связана въ плазмѣ съ фосфорною кислотою. Въ тѣльцахъ же фосфорнокислая щелочь играетъ безъ сомнѣнія важную роль при связываніи углекислоты.

1) E. Sertoli, Med. chem. Unters. von F. Hoppe-Seyler, Hft. III. Berlin 1868. S. 350.
2) Hoppe-Seyler, Physiologische Chemie. Berlin 1879. S. 503.
3) Sertoli, l. c.
4) См. G. Bunge, Zeitschr. f. Biol. Bd. 12. S. 206—207. 1876. Sertoli, l. c.

Вытѣсненіе фосфорной кислоты изъ ея соединенія съ натріемъ угольною и наоборотъ можно демонстрировать на весьма простомъ опытѣ. Если прибавить къ раствору Na_2HPO_4 нѣсколько капель лакмусовой настойки, то растворъ окрашивается въ рѣзкій синій цвѣтъ. Если-же пропускать туда углекислоту, то растворъ принимаетъ красное окрашиваніе; это измѣненіе цвѣта обусловливается, какъ видно изъ контрольнаго опыта, не углекислотою, а образованіемъ NaH_2PO_4. На ряду съ послѣднею образовалась $NaHCO_3$. Если оставить сосудъ открытымъ, то углекислота постепенно улетучивается, массовое дѣйствіе фосфорной кислоты относительно увеличивается, она опять овладѣваетъ другимъ эквивалентомъ натрія, отнятымъ у нея углекислотою, и синее окрашиваніе вновь появляется. Удаленіемъ углекислоты чрезъ кипяченіе можно сильно ускорить этотъ процессъ.

Углекислота находится въ крови не только въ плазмѣ, но и въ тѣльцахъ; впрочемъ, въ послѣднихъ она находится въ меньшемъ количествѣ. Это слѣдуетъ изъ того простаго факта, что цѣльная кровь бѣднѣе углекислотою, чѣмъ сыворотка. Разница однако недостаточно велика для того, чтобы можно было приписать всю углекислоту сывороткѣ [1]).

Изъ сыворотки нельзя удалить совершенно всю углекислоту посредствомъ воздушной пустоты; это служитъ доказательствомъ того, что количество нелетучихъ слабыхъ кислотъ меньше эквивалента только что вычисленныхъ нами 0,9 р. т. натрія. Но все-таки удалить можно больше половины [2]); это доказываетъ, что мы имѣемъ здѣсь дѣло не только съ переходомъ двууглекислаго натрія въ просто углекислый, но и отчасти съ вытѣсненіемъ стойко связанной углекислоты другими слабыми кислотами: бѣлкомъ, фосфорною кислотою и. т. д.

За то изъ цѣльной крови можно выкачать углекислоту совершенно [3]). Можно даже, какъ показалъ Pflüger [4]), прибавить къ крови углекислый натрій и изъ него вытѣснить также углекислоту въ воздушную пустоту. Для объясненія этого явленія мы должны допустить, что или изъ

---

1) Al. Schmidt, Berichte über die Verhandlungen der königl. sächs. Ges. d. Wissensch. zu Leipzig. Math. phys. Classe. Bd. 19. S. 30. 1867.

2) Pflüger, Ueber die Kohlensäure des Blutes. Bonn 1864. S. 11.

3) Сѣченовъ, Sitzungsber d. Wien. Akad. Bd. 36. S. 293. 1859.

4) Pflüger, l. c. p. 5 ff.

тѣлецъ въ плазму просачиваются кислоты, или-же углекислый натрій просачивается изъ плазмы въ тѣльца.

Что касается кислотъ кровяныхъ тѣлецъ, то мы должны, во первыхъ, подумать о фосфорной кислотѣ, которою тѣльца во всякомъ случаѣ гораздо богаче, чѣмъ плазма (ср. выше стр. 236). Изъ большаго количества фосфорной кислоты, содержащейся въ тѣльцахъ, лишь назначительная часть приходится на долю органическаго соединенія. Во вторыхъ, мы должны подумать объ оксигемоглобинѣ, который, какъ показалъ Preyer[1]), выгоняетъ въ воздушной пустотѣ углекислоту изъ углекислаго натрія.

Много спорили о томъ, совершается-ли отдача углекислоты изъ легочныхъ капилляровъ альвеолярному воздуху просто по законамъ диффузіи, или-же должно еще, кромѣ того, допустить существованіе особенныхъ выдѣлительныхъ силъ въ легочной ткани. Въ пользу перваго предположенія говорятъ результаты слѣдующихъ изслѣдованій Pflüger'a и его учениковъ Wolffberg'a[2]) и Nussbaum'a[3]).

Если отдача углекислоты совершается въ альвеолахъ легкихъ просто по законамъ диффузіи газовъ, то мы должны a priori ожидать, что при отдѣленіи какой-нибудь доли легкихъ закупореніемъ соотвѣтствующей бронхіальной вѣтви, давленіе углекислоты въ этомъ замкнутомъ отдѣлѣ легкихъ станетъ увеличиваться до тѣхъ поръ, пока оно не удержитъ въ равновѣсіи давленія углекислоты въ притекающей венозной крови, и что упругость углекислоты въ оттекающей артеріальной крови легочныхъ венъ въ соотвѣтствующей доли легкихъ будетъ такая же самая. Опыты Wolffberg'a и Nussbaum'a въ самомъ дѣлѣ показали, что при этихъ условіяхъ давленіе углекислоты въ альвеолахъ такое-же, какъ и въ притекающей венозной крови.

Замыканіе доли легкихъ удалось слѣдующимъ образомъ. Въ любую вѣтвь одного изъ бронховъ собаки, у которой раньше была сдѣлана трахеотомія, вводили эластическій двустѣнный катетеръ[4]). Наружная, каучуковая стѣнка была сдѣлана тоньше у конца, вставленнаго въ бронхъ, такъ-что

1) W. Preyer, Die Blutkrystalle. Jena 1871.
2) Wolffberg, Pflüger's Arch. Bd. 4. S. 465. 1871. Bd. 6. S. 23. 1872.
3) Nussbaum, ibid. Bd. 7. S. 296. 1873.
4) Описаніе и рисунокъ „легочнаго катетра" находятся у Wolffberg'a, l. c. Bd. 4. S. 467 ff. 1871.

при вдутіи она расширялась въ этомъ мѣстѣ наподобіе колбы, между тѣмъ какъ остальная, болѣе толстая часть стѣнки не расширялась. Этимъ колбовиднымъ расширеніемъ достигалось плотное закрытіе. Въ другихъ доляхъ того же легкаго и во всемъ другомъ легкомъ вентиляція совершалась между тѣмъ безпрепятственно, такъ что углекислота не могла застаиваться въ крови. Такимъ образомъ и въ кровеносныхъ сосудахъ замкнутой легочной доли давленіе углекислоты было нормально. Послѣ того, какъ замыканіе продолжалось довольно долго, можно было получить черезъ внутреннюю трубку катетра пробу газа и подвергнуть ее анализу. Многочисленные анализы показали, что давленіе углекислоты въ замкнутомъ легочномъ воздухѣ составляло среднимъ числомъ 3,84 % одной атмосферы, а въ крови праваго сердца 3,81 %. Что послѣднее число меньше найденнаго при упомянутыхъ опытахъ Strassburg'a, который нашелъ 5,4 %, объясняется тѣмъ, что животныя, которыми Strassburg пользовался при своихъ опытахъ, не были трахеотомированы, и что вслѣдствіе трахеотоміи вентиляція легкихъ совершается гораздо успѣшнѣе, а застаиваніе углекислоты въ крови гораздо меньше.

При нормальныхъ обстоятельствахъ (если обмѣнъ газовъ совершается просто по законамъ диффузіи), давленіе углекислоты никогда не можетъ быть больше въ альвеолахъ легкихъ, чѣмъ въ оттекающей артеріальной крови. Послѣдняя привела вѣдь въ равновѣсіе содержаніе своей углекислоты съ альвеолярнымъ воздухомъ. Если уравновѣшеніе было полное, то давленіе должно быть одинаково; если-же оно было неполное, то давленіе должно быть меньше въ альвеолахъ. Но больше оно никогда быть не можетъ. Еслибы оно было больше, то мы должны бы допустить въ легочной ткани существованіе выгоняющихъ силъ. Какъ согласовать съ такимъ выводомъ факты?

Strassburg[1]) нашелъ, что давленіе углекислоты въ артеріальной крови собаки составляетъ 2,2—3,8 %, среднимъ числомъ 2,8 % одной атмосферы.

Нормальное давленіе углекислоты въ альвеолахъ легкихъ не поддается опредѣленію, но мы можемъ найти для него минимальную величину, опредѣляя давленіе угле-

1) Strassburg, l. c. p. 77.

кислоты во всемъ выдыхаемомъ воздухѣ, представляющемъ собою смѣсь альвеолярнаго воздуха съ атмосфернымъ. Если-бы оказалось, что эта минимальная величина больше давленія углекислоты въ артеріальной крови, то этимъ самымъ было-бы опровергнуто предположеніе, будто обмѣнъ газовъ совершается исключительно черезъ диффузію: мы были бы принуждены допустить еще существованіе особыхъ выгоняющихъ силъ.

На сколько мнѣ извѣстно, содержаніе углекислоты въ выдыхаемомъ воздухѣ собаки было опредѣлено только одинъ разъ. Wolffberg[1]) нашелъ 2,4—3,4, среднимъ числомъ 2,8 %. Собака Wolffberg'a была трахеотомирована. Упругость углекислоты была бы въ выдыхаемомъ воздухѣ нормально дышащей собаки больше, а въ альвеолярномъ воздухѣ еще больше, чѣмъ въ выдыхаемомъ. Очень желательно, чтобы эти опыты были повторены. Факты, установленные до сихъ поръ, согласны еще до нѣкоторой степени съ теоріею, что обмѣнъ газовъ совершается въ легкихъ просто по законамъ диффузіи.

У человѣка содержаніе углекислоты въ выдыхаемомъ воздухѣ найдено гораздо больше. Vierordt[2]) нашелъ въ выдыхаемомъ воздухѣ при нормальномъ дыханіи 4,6 % углекислоты, а при глубокомъ — 5,2 %. Какъ велико давленіе углекислоты въ артеріальной крови человѣка — неизвѣстно.

Съ поразительнымъ совершенствомъ происходитъ уравновѣшиваніе разницы въ упругости въ тотъ короткій промежутокъ времени, втеченіи котораго кровь проходитъ черезъ капилляры легкихъ. Это явленіе можно объяснить, если принять во вниманіе величину той поверхности, на которой совершается обмѣнъ. По приблизительному опредѣленію анатома Huschke внутренняя поверхность легкихъ человѣка составляетъ 2000 квадратныхъ футовъ, и вся эта большая поверхность выстлана густою сѣтью капилляровъ.

При попыткѣ опредѣленія давленія углекислоты въ тканяхъ наталкиваются на очень большія трудности. Мы должны допустить a priori, что давленіе будетъ всего больше тамъ, гдѣ развитіе углекислоты совершается всего интенсивнѣе, значитъ, по всей вѣроятности, въ клѣткахъ, въ волокнахъ мышцъ, во всѣхъ активныхъ элементахъ, однимъ словомъ тамъ, гдѣ больше всего освобождается живая сила.

1) Wolffberg, Pflüger's Arch. Bd. 6. S. 478. 1871.
2) Vierordt, Physiologie des Athmens. Heidelberg 1845. S. 134.

Но въ самихъ тканевыхъ элементахъ нельзя прямо опредѣлить парціальное давленіе этого газа въ жидкостяхъ, приходящихъ въ непосредственное соприкосновеніе съ тканевыми элементами. Прежде всего обратили вниманіе на лимфу. Полагали a priori, что лимфа, такъ медленно омывающая тканевые элементы, должна насыщаться углекислотою гораздо совершеннѣе, чѣмъ кровь, быстро несущаяся черезъ капилляры. На самомъ дѣлѣ этого не бываетъ. Strassburg[1]) нашелъ, что упругость углекислоты всегда меньше въ лимфѣ, чѣмъ въ венозной крови. Такимъ образомъ кажется, что углекислота при своемъ теченіи изъ клѣтокъ въ соки не слѣдуетъ просто законамъ диффузіи. Отчего большая часть просачивается прямо въ кровь? Цѣль ясна: этимъ путемъ углекислота быстрѣе попадаетъ въ легкія. Но причина пока еще неизвѣстна.

Strassburg опредѣлилъ далѣе упругость углекислоты въ мочѣ собакъ и нашелъ, что она составляетъ приблизительно 9 % одной атмосферы, въ желчи — 7 %. Онъ пытался, наконецъ, опредѣлить упругость углекислоты въ тканяхъ кишечной стѣнки, вводя живымъ собакамъ въ отвязанную петлю кишекъ атмосферный воздухъ и анализируя по прошествіи ½—3 часовъ пробу этого воздуха: онъ нашелъ 7—9½ % углекислоты. Изъ всего этого слѣдуетъ, что упругость углекислоты больше въ тканяхъ, чѣмъ въ крови, что мы и должны были предположить a priori.

Спрашивается теперь: что будетъ, если мы помѣстимъ животное въ атмосферу, въ которой давленіе углекислоты такое же, какъ и въ венозной крови? Дыханіе должно пріостановиться, но лишь на одно мгновеніе, потому что въ тканяхъ продолжаетъ безпрерывно развиваться углекислота. Является застаиваніе. Содержаніе углекислоты въ тканяхъ и въ крови увеличивается выше нормы, и отдача опять совершается черезъ стѣнки альвеолъ вслѣдствіе наступающей разницы упругости.

Но застаиваніе углекислоты въ крови и въ тканяхъ наступаетъ уже гораздо раньше, чѣмъ содержаніе углекислоты въ вдыхаемомъ воздухѣ сдѣлается равнымъ содержанію ея въ нормальномъ альвеолярномъ воздухѣ. Чѣмъ меньше разница упругости углекислоты въ венозной крови и въ

1) Strassburg, l. c. p. 85—91. Ср. также J. Gaule, Du Bois' Arch. 1878. S. 474—476.

альвеолярномъ воздухѣ, тѣмъ медленнѣе послѣдуетъ отдача углекислоты альвеолярному воздуху изъ крови и тѣмъ значительнѣе будетъ застаиваніе углекислоты въ крови и въ тканяхъ.

Ненормально большая упругость углекислоты въ тканяхъ причиняетъ нарушенія прежде всего въ нѣкоторыхъ частяхъ центральной нервной системы. Увеличивающееся парціальное давленіе дѣйствуетъ раньше всего на центръ дыханія: происходятъ болѣе сильныя дыхательныя движенія [1]). Если упругость углекислоты такъ велика, что усилившееся дыхательное движеніе не въ состояніи устранить ея, то она дѣйствуетъ и на другія части центральной нервной системы, и животныя погибаютъ, наконецъ, при симптомахъ наркоза.

Если дать животнымъ вдыхать въ замкнутомъ пространствѣ искусственную смѣсь воздуха, богатую кислородомъ, то смерть наступитъ вслѣдствіе отравленія углекислотою уже прежде, чѣмъ парціальное давленіе кислорода упадетъ до нормы [2]).

Если сравнить объемы вдыхаемаго и выдыхаемаго воздуха при нормальномъ дыханіи, то окажется, что объемъ втораго будетъ всегда больше. Это объясняется тѣмъ, что воздухъ нагрѣвается въ легкихъ, и соотвѣтственно температурѣ тѣла почти насыщенъ водяными парами. Количество воды, оставляющее этимъ путемъ наше тѣло въ теченіи сутокъ, составляетъ 400—800 grm.; оно измѣняется съ сухостью вдыхаемаго воздуха.

Если же сравнить объемы вдыхаемаго и выдыхаемаго воздуха послѣ того, какъ они высушены и сведены на одинаковую температуру и давленіе, то объемъ выдыхаемаго воздуха оказывается большею частью нѣсколько меньше. Это легко объяснить, если принять въ соображеніе, что *при сгораніи пищевыхъ веществъ только углеводы доставляютъ объемъ углекислоты, равный объему потреблен-*

---

1) Разсматриваніе регулированія дыхательныхъ движеній нервною системою и вліянія газовъ крови на этотъ регулирующій процессъ не принадлежитъ области физіологической химіи. Критическое сопоставленіе обширной литературы по этому вопросу находится у Fr. Miescher'a, Du Bois' Arch. 1885. S. 355.

2) W. Müller, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu Wien. Math. nat. Classe. Bd. 33. S. 136 ff. 1859. P. Bert, La pression barométrique. Paris 1878. p. 983. C. Friedländer u. E. Herter, Zeitschr. f. physiol. Chem. B. 2. S. 99. 1878.

наго кислорода, бѣлки же и жиры доставляютъ меньшій объемъ.

Углеводы содержатъ, какъ извѣстно, ровно столько кислорода, сколько его необходимо для насыщенія водорода. Если, такимъ образомъ, весь молекулъ окисляется въ углекислоту и воду, то на каждый атомъ углерода должны поступить ровно 2 атома кислорода. Два атома, значитъ одинъ молекулъ кислорода, образуютъ съ однимъ атомомъ углерода одинъ молекулъ углекислоты. Но, какъ извѣстно, одинаковое число молекуловъ занимаетъ одинаковый объемъ. Слѣдовательно, объемъ углекислоты, образовавшійся при сгораніи углеводовъ, долженъ быть равенъ объему потребленнаго кислорода.

Жиры, напротивъ того, содержатъ гораздо меньше атомовъ кислорода, чѣмъ сколько необходимо для насыщенія атомовъ водорода: въ стеариновой кислотѣ ($C_{18}H_{36}O_2$) изъ 36 атомовъ водорода только 4 могутъ быть насыщены имѣющимся кислородомъ; для полнаго сгоранія водорода должны быть потреблены еще 16 атомовъ вдыхаемаго кислорода; эти атомы кислорода не появляются уже опять въ выдыхаемомъ воздухѣ. Въ глицеринѣ ($C_3H_8O_3$) находятся 2 атома водорода, которые не могутъ быть насыщены имѣющимся кислородомъ. Такимъ образомъ, для полнаго сгоранія жировъ требуется гораздо больше кислорода, чѣмъ для сгоранія ихъ углерода. Поэтому не весь вдыхаемый кислородъ появляется опять въ выдыхаемой углекислотѣ.

То-же самое относится къ бѣлковымъ тѣламъ 100 grm. бѣлка содержатъ 7 grm. водорода, которые требуютъ для своего сгоранія въ воду $7 \times 8 = 56$ grm. кислорода. Но 100 grm. бѣлка содержатъ не болѣе 24 grm. кислорода, такъ что и для окисленія водорода долженъ быть еще вдыхаемъ кислородъ, въ количествѣ, большемъ того, которое необходимо для окисленія углерода. Но для бѣлковъ вычисленіе болѣе запутано, потому что, во первыхъ, атомы водорода и кислорода выступаютъ также съ азотистыми органическими конечными продуктами, а во вторыхъ, кислородъ здѣсь потребляется на окисленіе сѣры.

Отношеніе объема выдыхаемой углекислоты къ объему вдыхаемаго кислорода обозначаютъ словомъ «дыхательное частное» (респираторный квоціентъ).

Въ пищѣ травоядныхъ преобладаютъ углеводы; поэтому

дыхательное частное будетъ у нихъ почти = 1. У плотоядныхъ же, пища которыхъ бѣдна углеводами, но богата бѣлками и жирами, дыхательное частное должно быть меньше 1. Обыкновенно оно равняется приблизительно $^3/_4$.

Дыхательное частное, вычисленное по составу пищи, тогда только будетъ согласно съ найденнымъ въ дѣйствительности [1]), когда опредѣленіе газовъ дыханія будетъ совершаться впродолженіи большаго промежутка времени, по крайней мѣрѣ впродолженіи однѣхъ сутокъ. Въ короткіе промежутки времени отношеніе можетъ значительно измѣняться, потому что поступленіе кислорода и отдача углекислоты не совпадаютъ во времени. Значительная часть углерода можетъ, напримѣръ, отщепиться изъ углеводовъ безъ воспринятія кислорода — въ видѣ углекислоты — подобнымъ же образомъ, какъ при спиртномъ и маслянокисломъ броженіи, а образовавшіеся побочные продукты, бѣдные кислородомъ, окисляются впослѣдствіи, когда отщепившаяся раньше углекислота уже выдѣлена выдыханіемъ. Такимъ образомъ, можетъ случиться, что объемъ выдыхаемой углекислоты нѣкоторое время больше объема вдыхаемаго кислорода, что, слѣдовательно, дыхательное частное больше единицы.

У травоядныхъ случается, что иногда весь объемъ углекислоты, выдыхаемой впродолженіи цѣлыхъ сутокъ, больше объема вдыхаемаго кислорода. Это объясняется слѣдующимъ образомъ. Растительная пища содержитъ органическія кислоты, которыя богаче кислородомъ, чѣмъ углеводы, и поэтому потребляютъ при своемъ окисленіи въ углекислоту и воду объемъ кислорода, меньшій того объема, который со-

1) Рисунокъ и описаніе аппаратовъ, служащихъ для количественнаго опредѣленія обмѣна газовъ въ большіе промежутки времени, въ особенности дыхательныхъ аппаратовъ Regnault'a и Reiset'a и Pettenkofer'a находятся въ любомъ учебникѣ физіологіи. Тотъ, кто хочетъ познакомиться съ описаніемъ этихъ аппаратовъ по оригинальному сообщенію, найдетъ извѣстную работу Regnault'a и Reiset'a въ Ann. de chim. et de phys. T. 26. 1849 и отдѣльно подъ заглавіемъ „Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes. Paris. Bachellier 1849. Переводъ этой работы помѣщенъ въ Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73. S 92, 129 u. 257. 1850. Описаніе дыхательнаго аппарата Pettenkofer'a находится въ Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. II. Supplementband. S. 1. 1862. Этотъ аппаратъ былъ построенъ главнымъ образомъ для производства опытовъ надъ людьми. Voit нѣсколько видоизмѣнилъ этотъ аппаратъ для малыхъ животныхъ. Точный рисунокъ и подробное описаніе помѣщены въ Zeitschr. f. Biol. Bd. 11. S. 541 ff. 1875. Видоизмѣненный аппаратъ Regnault'a и Reiset'a для изслѣдованія дыханія водяныхъ животныхъ описанъ Jolyet'омъ и Regnard'омъ въ Archives de physiologie normale et pathologique. Série II. T. 4. p. 44. 1877.

отвѣтствуетъ объему образовавшейся углекислоты. Такъ винная кислота даетъ съ $2^1/_2$ объем. кислорода 4 объема углекислоты: $C_4H_6O_6 + 5O = 4CO_2 + 3H_2O$. Но углекислота можетъ развиться еще изъ другаго источника безъ воспринятія кислорода. Углеводы могутъ подвергаться въ кишечникѣ метановому броженію: $C_6H_{12}O_6 = 3CO_2 + 3CH_4$. Углекислота всасывается изъ кишечника и выдыхается черезъ легкія, болотный-же газъ остается неокисленнымъ (ср. ниже стр. 294 и 296).

Важно знать всѣ тѣ условія, отъ которыхъ зависитъ дыхательное частное. При опытахъ надъ обмѣномъ веществъ величина этого частнаго даетъ нѣкоторую точку опоры для обсужденія химическихъ явленій въ тканяхъ.

Говоря до сихъ поръ о дыханіи, мы всегда имѣли въ виду только легочное дыханіе. Намъ остается еще рѣшить вопросъ, существуетъ-ли у человѣка на ряду съ легочнымъ дыханіемъ и **кожное дыханіе.** У низшихъ животныхъ и у нѣкоторыхъ низшихъ позвоночныхъ кожное дыханіе существуетъ несомнѣнно. У земноводныхъ обмѣнъ газовъ черезъ кожу даже гораздо значительнѣе, чѣмъ черезъ легкія. Это было извѣстно уже Spallanzani[1]). Spallanzani констатировалъ на нѣкоторыхъ видахъ земноводныхъ, что послѣ экстирпаціи легкихъ они жили дольше, чѣмъ послѣ покрытія кожи лакомъ. Противъ этого опыта можно сдѣлать то возраженіе, что покрываніе кожи лакомъ дѣйствовало вредно еще въ другомъ отношеніи. Поэтому опыты Spallanzani были повторены[2]) со многими измѣненіями. Fubini опредѣлилъ количество всей углекислоты, выдѣляющееся у нормальныхъ лягушекъ и сравнилъ его съ количествомъ, выдѣляющимся у лягушекъ, у которыхъ были экстирпированы легкія. Онъ нашелъ, что послѣднее лишь немногимъ меньше. И противъ этого опыта можно сдѣлать возраженіе, что послѣ экстирпаціи легкихъ выдѣленіе углекислоты черезъ кожу уже не нормально, а увеличивается вслѣдствіе усиленной викарирующей дѣятельности. Поэтому F. Klug устроилъ особый аппаратъ, въ которомъ голова и остальное тѣло лягушки находились въ отдѣльныхъ по-

1) Spallanzani, Mémoires sur la respiration, traduits par Senebier. Genève 1803. p. 72.

2) F. Fubini, Moleschott's Unt. z. Naturlehre. Bd. 12. S. 100. 1878. Ferd. Klug, Du Bois's Arch. 1884. S. 183. Тамъ-же критически сопоставлена прежняя литература.

мѣщеніяхъ, что достигалось каучуковою пластинкою, черезъ которую просовывали голову. Эти опыты также показали, что лишь весьма малая часть углекислоты выдѣляется черезъ легкія.

Выдѣленіе углекислоты черезъ кожу точнѣе всего опредѣлено H. Aubert'омъ[1]) на человѣкѣ. Лице, подвергавшееся опыту, сидѣло голое въ плотно закрытомъ ящикѣ, крышка котораго состояла изъ каучуковой пластинки. Голова этого лица вставлялась черезъ круглое отверстіе въ этой крышкѣ, такъ что края отверстія плотно обхватывали шею. Черезъ это замкнутое пространство пропускали струю воздуха. До вхожденія воздухъ освобождался отъ углекислоты, а по выхожденіи онъ проходилъ черезъ шаровидные аппараты, наполненные растворомъ барита. Опытъ длился 2 часа. По количеству углекислоты, поглощенному въ это время растворомъ барита, было опредѣлено суточное ея количество. Изъ 7 опытовъ выяснилось, что человѣкъ выдѣляетъ черезъ кожу въ сутки maximum 6,3 grm., minimum 2,3, среднимъ числомъ 3,9 grm. углекислоты.

Это количество углекислоты ничтожно мало въ сравненіи съ тѣмъ, которое выдѣляется черезъ легкія и составляетъ у человѣка 800—1200 grm. въ сутки. Да, нужно сомнѣваться въ томъ, что найденное малое количество углекислоты выдѣлилось черезъ кожу дѣйствительно въ газообразномъ видѣ. Можно предположить, что оно происходитъ отъ распада кожныхъ отдѣленій и удаленной накожицы. Еще болѣе сомнительны сообщенія относительно поступленія малыхъ количествъ кислорода черезъ кожу человѣка.

До послѣдняго времени утверждали, что не только углекислота, но и нѣкоторыя болѣе сложныя газообразныя органическія соединенія выдѣляются черезъ кожу. Этимъ старались объяснить вредныя послѣдствія скопленія многихъ лицъ въ тѣсныхъ помѣщеніяхъ. Думали, что «органическіе пары имѣютъ лишь весьма ничтожную упругость, воздухъ скоро насыщается ими и не можетъ ничего болѣе взять у организма, если онъ не будетъ быстро смѣненъ и возобновленъ. Задерживаніе, накопленіе этихъ паровъ въ тѣлѣ, какъ бы незначительно ни было ихъ количество, можетъ

1) H. Aubert, Pflüger's Arch. Bd. 6. S. 539. 1872.

такъ-же легко дѣйствовать на извѣстные отдѣлы нервовъ и черезъ нихъ даже на весь обмѣнъ веществъ, какъ оно, перешедши въ воздухъ, дѣйствуетъ на наши обонятельные нервы и при извѣстныхъ обстоятельствахъ вызываетъ даже рвоту» [1]).

Это представленіе о вредныхъ послѣдствіяхъ «угнетенной дѣятельности кожи» столь-же старо, какъ и исторія медицины и до сегодняшняго дня «perspirabile retentum» играетъ большую роль въ этіологіи многихъ болѣзней. Это и побудило Pettenkofer'а при его опытахъ надъ дыханіемъ оставить принципъ Regnault'а и Reiset'а и построить новый дыхательный аппаратъ, въ которомъ токъ свѣжаго воздуха постоянно проходитъ черезъ помѣщеніе, занимаемое подвергающимся опыту лицемъ или животнымъ. Pettenkofer нашелъ, что если вслѣдствіе скопленія многихъ лицъ въ одной комнатѣ содержаніе углекислоты въ ней увеличится на 0,1 %, то воздухъ «начинаетъ уже издавать запахъ», и что, если содержаніе углекислоты увеличивается на 1 %, «никто уже почти не въ состояніи переносить этого воздуха.» Когда-же онъ развивалъ въ комнатѣ углекислоту изъ двууглекислаго натрія съ сѣрною кислотою до тѣхъ поръ, пока углекислота не составила въ воздухѣ 1 %, то въ такомъ воздухѣ онъ чувствовалъ себя «продолжительное время» очень хорошо. Такимъ образомъ не углекислота вредна въ т. н. «дурномъ воздухѣ», но по мнѣнію Pettenkofer'а она служитъ мѣриломъ для накопленія неизвѣстныхъ намъ вредныхъ продуктовъ кожнаго дыханія.

Всѣ старанія найти эти вредные продукты кожнаго дыханія до сихъ поръ не увѣнчались успѣхомъ. Новѣйшія изслѣдованія были произведены Hermans'омъ [2]) въ Амстердамскомъ Гигіеническомъ Институтѣ. Лицо, подвергавшее опыту, помѣщалось въ плотно закрытый жестяной ящикъ. Первыя ощущенія нездоровья наступали, когда содержаніе углекислоты въ воздухѣ составляло болѣе 3 %. Одышка-же наступала лишь при 5,3 % углекислоты. Если углекислота была удаляема черезъ поглощеніе, то пребываніе въ ящикѣ не было сопряжено ни съ какими неудобствами,

1) Pettenkofer, Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. II. Supplementband S. 5. 1862.

2) J. Th. H. Hermans, Arch. f. Hygiene. Bd. I. S. 1. 1883.

даже если содержаніе кислорода уменьшалось до 10%. Съ цѣлью найти воображаемые органическіе продукты кожнаго дыханія пропускали воздухъ черезъ ящикъ и затѣмъ черезъ поглощающіе аппараты. При пропусканіи черезъ титрованную сѣрную кислоту титръ оставался всегда неизмѣненнымъ. Когда пропускали воздухъ черезъ раскаленную окись мѣди, то содержаніе воды и углекислоты не увеличивалось отъ этого. Точно также былъ найденъ неизмѣненнымъ титръ кипящаго кислаго или щелочнаго хамелеоноваго раствора даже при медленномъ пропусканіи многихъ литровъ воздуха изъ ящика къ концу опыта. Сгущенная вода, которая была получена черезъ охлажденіе выходящаго воздуха льдомъ, также не измѣнила титра кипящаго хамелеоноваго раствора, равно какъ и сгущенная вода, взятая со стѣнокъ ящика. Испытываніе при посредствѣ чувства обоняніа давало также всегда отрицательный результатъ. На чистоту тѣла и одежды подвергавшихся опыту лицъ было обращено самое тщательное вниманіе. На основаніи всего этого Hermans приходитъ къ заключенію, что, если здоровые люди отдаютъ атмосферѣ вонючія вещества, то это происходитъ вслѣдствіе явленій разложенія на неопрятно содержимой поверхности тѣла и одежды, а не вслѣдствіе нормальнаго кожнаго дыханія.

Тѣ врачи, которые непоколебимо вѣрятъ во вредъ отъ «perspirabile retentum», ссылаются на слѣдующіе 2 факта: 1) Заболѣваніе животныхъ, у которыхъ кожное дыханіе прекращено вслѣдствіе покрытія кожи лакомъ и 2) смертельное дѣйствіе большихъ ожоговъ кожи. Но и эти факты должны быть иначе истолкованы.

Заболѣваніе и смерть животныхъ, кожа которыхъ покрыта лакомъ, можно объяснить увеличенною отдачею тепла[6]). Покрываніе кожи лакомъ повидимому парализуетъ сосудодвигатели: кожные сосуды расширяются, поверхность тѣла нагрѣвается выше нормы, и отдача тепла усиливается. Вслѣдствіе этого уменьшается температура тѣла, и животныя погибаютъ отъ охлажденія. При мѣстномъ (неполномъ) покрываніи кожи лакомъ можно доказать, что тѣ части кожи, которыя покрыты лакомъ, теплѣе остальной кожи. Въ калориметрѣ животное, кожа котораго

1) В. Лашкевичъ, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1868. p. 61.

покрыта лакомъ, отдаетъ больше тепла, чѣмъ нормальное животное. Если препятствовать охлажденію, укутывая животныхъ, кожа которыхъ покрыта лакомъ, въ хлопчатую бумагу или вводя ихъ въ теплое помѣщеніе, то они не заболѣваютъ и остаются въ живыхъ. Вслѣдствіе покрыванія кожи лакомъ заболѣваютъ только такія животныя, у которыхъ нѣжная кожа, и поверхность которыхъ велика въ сравненіи съ незначительнымъ вѣсомъ тѣла, какъ напр. кролики. Большія животныя съ грубою кожею, напр. собаки, остаются совершенно здоровы при полномъ покрытіи лакомъ всей поверхности тѣла.

Senator[1]) въ Берлинѣ рѣшился даже сдѣлать смѣлый опытъ покрыванія лакомъ кожи человѣка. У двухъ паціентовъ, страдавшихъ ревматизмомъ, «для которыхъ задерживаніе дѣятельности кожи какъ-то особенно охотно считается причиннымъ моментомъ и для которыхъ, слѣдовательно, всякое посягательство на кожу подавно могло бы имѣть гибельныя послѣдствія», конечности были обернуты липкимъ пластыремъ, и почти все туловище облито толстымъ слоемъ коллодіума, къ которому было примѣшано немного касторовaго масла для того, чтобы лишить его хрупкости. Свободною осталась только кожа на головѣ, шеѣ, сѣдалищной части и лонной области. Въ такомъ состояніи одинъ паціентъ пробылъ двое сутокъ, а другой 8 сутокъ! Третій опытъ былъ сдѣланъ надъ одною женщиною, страдавшею Pemphigus chronicus. Все тѣло, не исключая даже лица, было толсто смазано «обыкновеннымъ продажнымъ дегтемъ», а обстриженная голова покрыта Oleo rusci. Этотъ плотно прилегавшій покровъ оставался на кожѣ втеченіи 10 дней! *Ни у одного изъ паціентовъ не были замѣтны какія либо нарушенія вслѣдствіе покрыванія кожи лакомъ.*

Наконецъ, что касается объясненія смертельнаго дѣйствія большихъ ожоговъ кожи, то и здѣсь мы вовсе не принуждены прибѣгнуть къ perspirabile retentum. Въ новѣйшее время было сдѣлано много попытокъ объяснить это иначе. Мы знаемъ, что уже умѣренное увеличеніе температуры дѣйствуетъ измѣняюще и разрушающе на кровяныя тѣльца[2]). Это повело къ предположенію, будто кровяныя тѣльца, проходящія во время сгоранія черезъ капилляры

1) H. Senator, Virchow's Arch. Bd. 70. S. 182. 1877.
2) Max Schultze, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 1. S. 26. 1865.

кожи, разрушаются вслѣдствіе увеличенной температуры и что продукты ихъ распада могутъ будто бы косвеннымъ путемъ причинить симптомы, наступающіе послѣ ожоговъ. И, въ самомъ дѣлѣ, послѣ сгоранія находили одну составную часть кровяныхъ тѣлецъ — гемоглобинъ — въ плазмѣ крови и видѣли, что онъ самъ или продукты его превращенія переходятъ въ мочу[1]). Однако, по изслѣдованіямъ Hoppe-Seyler'a[2]) и Tappeiner'a[3]), количество гемоглобина, находящееся въ плазмѣ крови послѣ ожоговъ, весьма незначительно; въ одномъ случаѣ со смертнымъ исходомъ даже вовсе не было гемоглобина. Въ мочѣ также не всегда появляются красящее вещество крови и продукты его превращенія. За то заслуживаетъ вниманія слѣдующій фактъ, наблюдавшійся Tappeiner'омъ: онъ нашелъ, что кровь паціентовъ съ большими ожогами кожи гораздо богаче тѣльцами и бѣднѣе плазмою, чѣмъ нормальная кровь. Это сгущеніе крови объясняется транссудаціею лимфы на обожженной поверхности кожи и составляетъ, можетъ быть, первую причину всѣхъ симптомовъ и смерти.

И такъ, мы видимъ, *что нѣтъ рѣшительно ничего такого, что могло бы заставить насъ предположить, будто черезъ кожу человѣка совершается выдѣленіе какихъ-либо газообразныхъ продуктовъ.* Вообще наши знанія химизма дѣятельности кожи еще слишкомъ недостаточны. Относительно химическаго состава пота[4]) мы ничего вѣрнаго не знаемъ, и пока нѣтъ еще никакого основанія приписывать отдѣленію пота другое значеніе, кромѣ чисто физическаго дѣйствія при регулированіи тепла. Испареніе воды на поверхности тѣла служитъ лучшимъ средствомъ для охлажденія. Мы не должны забывать, какое громадное количество тепла связываетъ вода при ея переходѣ изъ жидкаго состоянія въ газообразное. У многихъ млекопитающихъ, напр.

1) Wertheim, Wiener med. Presse, 1868. Nr. 13. Ponfick, Berl. klin. Wochenschr. 1877. Nr. 46. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1880. Nr. 11 und 16. v. Lesser, Virchow's Arch. Bd. 79. S. 248. 1880.

2) Hoppe-Seyler, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 1 und 344. 1881.

3) Tappeiner, Centralbl. f. d. med. Wiss. Bd. 19. S. 385 und 401. 1881.

4) См. объ этомъ O. Funke, Moleschott's Unters. z. Naturlehre des Menschen und der Thiere Bd. 4. S. 36. 1858 u. W. Leube, Ueber den Antagonismus zwischen Harn- und Schweisssecretion und dessen therapeutische Bedeutung. Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. VII. S. 1. 1870. Тамъ-же сопоставлена прежняя литература.

у собакъ, не существуетъ, какъ извѣстно, отдѣленіе пота; оно замѣняется болѣе обильнымъ испареніемъ воды на поверхности легкихъ.

Прежде, чѣмъ закончить главу о дыханіи и о роли газовъ въ нашемъ тѣлѣ, мы должны ближе познакомиться еще съ **газами,** появляющимися въ **пищеварительномъ каналѣ,** съ ихъ происхожденіемъ и съ тою ролью, которую они играютъ при физіологичесихъ и патологическихъ условіяхъ.

Газы пищеварительнаго канала происходятъ изъ 4 источниковъ. 1) Вмѣстѣ со слюною, пищею и напитками проглатывается постоянно атмосферный воздухъ, который частью удаляется опять черезъ пищеводъ, частью же попадаетъ въ кишечникъ. 2) Въ желудкѣ и въ содержимомъ кишекъ образуются газы вслѣдствіе процессовъ броженія. 3) Изъ тканей кишечной стѣнки просачиваются газы въ кишки. 4) При нейтрализаціи углекислаго натрія кишечнаго сока освобождается углекислота.

Слѣдующіе газы доказаны[1]) до сихъ поръ въ пищеварительномъ каналѣ человѣка и млекопитающихъ: O, N, CO_2, H, CH_4 и H_2S.

Кислородъ попадаетъ въ пищеварительный каналъ только вмѣстѣ съ проглатываемымъ воздухомъ и исчезаетъ почти совершенно уже въ желудкѣ частью черезъ соединеніе съ возстановляющими веществами, образующимися изъ процессовъ броженія, которыя начинаются уже въ желудкѣ, въ особенности съ возрождающимся водородомъ, образующимся при маслянокисломъ броженіи, частью-же черезъ просачиваніе въ ткани желудочной стѣнки. Въ газахъ, полученныхъ изъ верхней части кишечника, можно было иногда доказать еще слѣды кислорода; въ газахъ-же изъ нижней части не было никакихъ слѣдовъ его. Planer впрыскивалъ атмосферный воздухъ въ перевязанную петлю тонкихъ кишекъ живой собаки и уже черезъ $1^1/_2$ часа находилъ, что половина кислорода исчезала изъ воздуха и замѣнялась углекислотою. Просачиваніе проглоченнаго атмо-

1) Planer, Sitzungsber. d. k. Akad d. Wiss. zu Wien. Bd. 42. S. 307. 1860. E. Ruge, ibid. Bd. 44. S. 739. 1862. C. B. Hofmann, Wien. med. Wochenschr. 1872. Tappenier, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 6. S. 432. 1882. Zeitschr. f. Biol. Bd. 19. S. 228. 1883. Bd. 20. S. 52. 1884. Arbeit. aus dem patholog. Inst. zu München, herausgeg. von O. Bolliger, Stuttgart. F. Enke. 1886. S. 215 u. 226.

сфернаго кислорода черезъ стѣнки пищеварительнаго канала играетъ у нѣкоторыхъ рыбъ важную роль въ процессѣ дыханія [1]).

Азотъ также попадаетъ вмѣстѣ съ проглоченнымъ атмосферымъ воздухомъ въ пищеварительный каналъ, но не просачивается въ ткани кишечной стѣнки, потому что въ нихъ парціальное давленіе азота всегда почти такое же, какъ и въ атмосферномъ воздухѣ. Напротивъ, мы должны допустить, что азотъ просачивается изъ тканей кишечной стѣнки въ кишки. Это наступитъ именно въ нижней части кишечника по мѣрѣ того, какъ вслѣдствіе броженія образуются другіе газы, и парціальное давленіе азота уменьшается въ газовой смѣси. Въ самомъ дѣлѣ газы кишечника всегда богаты азотомъ.

Водородъ образуется въ большомъ количествѣ при процессахъ броженія, прежде всего вмѣстѣ съ углекислотою при маслянокисломъ броженіи. Можно всегда доказать [2]) маслянокислое броженіе въ содержимомъ тонкихъ и толстыхъ кишекъ. Болотный газъ образуется, какъ уже сказано (стр. 187), вмѣстѣ съ углекислотою при расщепленіи клѣтчатки. Но CO_2, H и CH_4 образуются въ кишечникѣ не только при этихъ двухъ процессахъ броженія. Ruge нашелъ въ газахъ, полученныхъ изъ прямой кишки живыхъ людей, болотный газъ даже послѣ исключительной мясной пищи, а Tappeiner нашелъ много болотнаго газа и водорода въ газахъ прямой кишки свиней, которыя были кормлены втеченіи 3 недѣль исключительно мясомъ. Эти газы образуются не только отъ разложенія углеводовъ, но и отъ разложенія бѣлковъ. Kunkel [3]) нашелъ, что газы, образовавшіеся при искусственномъ панкреатическомъ пищевареніи, не исключая ферментныхъ организмовъ, содержали до 60% H и 1,6% CH_4, а Tappeiner [4]) показалъ, что стерилизованные растворы питательныхъ солей, — содержащіе пептонъ и фибринъ, если къ нимъ приба-

1) Erman, Ann. d. Physik. Bd. 30. S. 113. 1808. Leydig, Arch. f. An. u. Physiol. 1853. S. 3. Baumert, Chem. Unters. über die Respiration des Schlammpeitzgers. Breslau. 1855.

2) Cp. Rubner, Zeitschr f. Biol. Bd. 19. S. 84 ff. 1883.

3) Kunkel, Verhandl. d. physiol.-med. Ges. in Würzburg. N. F. Bd. 8. S. 134. 1874.

4) Tappeiner, Arbeiten aus dem pathol. Inst. in München. Bd. I. S. 218. 1886.

вить небольшое количество содержимаго кишекъ, развивали количество газа, содержавшее до 40% H и до 19% CH_4. Достойно вниманія, что при одномъ подобномъ опытѣ, произведенномъ Tappeiner'омъ, образовалась изъ раствора пептона газовая смѣсь, содержавшая 99,65% CO^2 при 0,14% H и 0,21% CH_4. Кажется, что въ кишечникѣ совершаются такія броженія, при которыхъ изъ бѣлка не развиваются никакіе другіе газы, кромѣ углекислоты.

Углекислота развивается далѣе въ большомъ количествѣ при нейтрализаціи кислой пищевой массы (chymus) углекислымъ натріемъ кишечнаго сока. Если вообще позволительно перенести на человѣка найденное Carl'омъ Schmidt'омъ количество соляной кислоты желудочнаго сока, отдѣляющееся у собаки ежедневно на единицу вѣса тѣла, то можно вычислить, что вслѣдствіе нейтрализаціи соляной кислоты освобождается въ нашемъ кишечникѣ каждый день 6 литровъ углекислоты. Къ этому слѣдуетъ прибавить иногда еще большее количество ея, освобождающееся при нейтрализаціи молочной и масляной кислотъ, образующихся постоянно въ кишечникѣ изъ углеводовъ пищи. Однако эти большіе объемы углекислоты нисколько насъ не отягощаютъ, потому что коэффиціентъ поглощенія углекислоты очень великъ, а парціальное давленіе углекислоты въ таканяхъ кишечной стѣнки никогда не бываетъ больше 10% одной атмосферы. Значитъ, какъ только содержаніе углекислоты въ газахъ кишечника становится больше 10%, должно начаться просачиваніе въ кровь. Содержаніе углекислоты въ газахъ кишечника доходитъ большею частью отъ 20 до 50% и больше. Такимъ образомъ, постоянно должно существовать оживленное теченіе углекислоты изъ кишечника въ кровь. Образовавшаяся въ кишечникѣ углекислота выходитъ черезъ легкія.

Напротивъ того, водородъ является очень тягостнымъ газомъ. Его коэффиціентъ поглощенія очень малъ. Поэтому паціенты съ хроническими разстройствами пищеваренія, предрасположенные къ развитію вѣтровъ, должны при регулированіи діэты обращать вниманіе на то, чтобы избѣгать такихъ пищевыхъ веществъ, которыя доставляютъ матеріалъ для маслянокислаго броженія. Въ этомъ отношеніи, по наблюденіямъ Ruge и Tappeiner'а, кажется особенно вреднымъ молоко. Съ этимъ согласны также по-

казанія многихъ пацієнтовъ. Точно также должны быть избѣгаемы изобилующія крахмаломъ трудно перевариваемыя блюда, потому что черезъ нихъ углеводы попадаютъ въ большомъ количествѣ въ нижнюю часть тонкихъ кишекъ, гдѣ щелочная реакція способствуетъ маслянокислому броженію. Хорошо давать углеводы въ видѣ варенья, потому что такимъ образомъ они попадаютъ въ кишечникъ одновременно съ кислотами, а кислоты препятствуютъ маслянокислому броженію. Многіе пацієнты не переносятъ хлѣбовъ, бобовъ и картофеля, но переносятъ вареные фрукты и легко перевариваемый рисъ, который, понятно, всасывается уже въ верхней части кишечника.

Въ слѣдующей таблицѣ сопоставлены мною коэффиціенты поглощенія газовъ кишечника. Они опредѣлены Bunsen'омъ для температуры въ 15° С. Для температуры тѣла мы къ сожалѣнію не имѣемъ соотвѣтственныхъ данныхъ.

N	0,01478	CH_4	0,03909
H	0,01930	CO_2	1,0020
O	0,02989	H_2S	3,2326

Сѣрнистый водородъ находится въ газахъ кишечника въ очень незначительномъ количествѣ, которое не поддается опредѣленію. Можно однако полагать, что количество, развивающееся въ кишечникѣ, иногда больше, чѣмъ можно было бы ожидать по незначительному его содержанію въ газахъ кишечника. Мы не должны забывать, какъ великъ коэффиціентъ поглощенія сѣрнистаго водорода, что онъ болѣе чѣмъ въ 100 разъ больше коэффиціента поглощенія кислорода, который вѣдь легко просачивается. Сѣрнистый водородъ долженъ по мѣрѣ того, какъ онъ освобождается, немедленно просачиваться въ кровь. Planer впрыскивалъ собакамъ въ прямую кишку газообразный сѣрнистый водородъ, смѣшанный съ водородомъ и наблюдалъ явленія отравленія уже черезъ 1—2 минуты. При ненормальныхъ разложеніяхъ въ содержимомъ кишекъ при патологическихъ условіяхъ сѣрнистый водородъ могъ бы иногда появляться въ большемъ количествѣ. Въ газахъ, образующихся при искусственномъ перевариваніи фибрина безъ устраненія бак-

терій Kunkel нашелъ до 1,9 % H_2S. При частыхъ симптомахъ желудочно-кишечнаго катарра и постояннаго запора, а именно: при головной боли, головокруженіи, тошнотѣ — иногда, можетъ быть, играетъ роль отравленіе сѣрнистымъ водородомъ. Senator[1]) сообщаетъ слѣдующій случай, который онъ считаетъ несомнѣннымъ отравленіемъ сѣрнистымъ водородомъ. Въ мочѣ одного больнаго, страдавшаго острымъ катарромъ кишекъ, можно было доказать сѣрнистый водородъ, такъ какъ «она ясно окрашивала въ бурый цвѣтъ визитную карточку, содержащую свинецъ.» При отрыжкѣ паціента также ясно слышенъ былъ запахъ сѣрнистаго водорода. Паціентъ страдалъ частымъ головокруженіемъ, при чемъ онъ ощущалъ стѣсненіе подъ ложечкою, и лице его дѣлалось мрачнымъ. Подобные-же симптомы появляются будто бы также у такихъ лицъ, которыя подвергались дѣйствію газовъ, содержащихъ сѣрнистый водородъ, при очисткѣ отхожихъ мѣстъ.

О судьбѣ всосаннаго водорода и болотнаго газа мы знаемъ пока мало достовѣрнаго. Они должны или окислиться, или же опять появиться въ выдыхаемомъ воздухѣ. Изслѣдованіе, произведенное въ Берлинской лабораторіи Zuntz'a[2]) надъ трахеотомированными кроликами, показало, что въ выдыхаемомъ этими животными воздухѣ содержится всегда водородъ и большею частью также болотный газъ въ количествѣ, большемъ даже того, которое имѣется въ газахъ, выдѣленныхъ въ то же время per anum. Появляется-ли опять весь водородъ и весь болотный газъ, которые всасываются изъ кишечника, въ выдыхаемомъ воздухѣ, или же часть ихъ окисляется въ тѣлѣ, — этотъ вопросъ еще не рѣшенъ.

Количественный составъ газовъ кишечниика, конечно, различенъ, смотря по пищѣ и по состоянію всего пищеварительнаго аппарата, въ особенности-же — по способности противостоять развитію организмовъ броженія. Такъ Ruge нашелъ напр. въ газахъ прямой кишки одного и того-же человѣка:

---

1) Senator, Berliner klin. Wochenschr. Jahrg. 5. S. 254. 1868.

2) B. Tacke, Ueber die Bedeutung der brennbaren Gase im thierischen Organismus. Inaug.-Diss. Berlin 1884. Также Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 17. S. 1827. 1884.

	Послѣ молочной пищи.	Послѣ 4-хъ дневнаго питанія исключительно бобовыми.	Послѣ 3-хъ дневнаго питанія исключительно мясомъ.
O	—	—	—
N	36,71	18,96	64,41
H	54,23	4,03	0,69
CH_4	—	55,94	26,45
CO_2	9,06	21,05	8,45
H_2S	—	Слѣды	—

Tappeiner[1]) нашелъ, что газы, взятые изъ трупа казненнаго, спустя полчаса послѣ смерти, имѣютъ слѣдующій составъ:

	Желудокъ.	Подвздошная кишка.	Толстыя кишки.	Прямая кишка.
O	9,19	67,71	—	—
N	74,26		7,46	62,76
H	0,08	3,89	0,46	—
CH_4	0,16	—	0,06	0,90
CO_2	16,31	28,40	91,92	36,40

1) Tappeiner, Arb. a. d. patholog. Inst. in München. Bd. 1 S. 226. 1886.

ЛЕКЦІЯ XVI.

Азотъ содержащіе конечные продукты обмѣна веществъ.

Обзоръ процесса дыханія показалъ намъ, что большая часть углерода выдѣляется изъ нашего тѣла черезъ легкія въ видѣ углекислоты. Остатокъ углерода удаляется инымъ путемъ: онъ оставляетъ наше тѣло вмѣстѣ съ большею частью азота черезъ почки въ видѣ цѣлаго ряда очень богатыхъ азотомъ соединеній. Въ числѣ этихъ азотистыхъ конечныхъ продуктовъ образуются у человѣка главнымъ образомъ: мочевина, мочевая кислота, гиппуровая кислота, креатинъ и креатининъ. Не малая часть азота, кромѣ того, является въ мочѣ какъ неорганическое соединеніе — въ видѣ соли амміака.

Прослѣдимъ теперь ходъ образованія этихъ конечныхъ продуктовъ въ животномъ организмѣ, на сколько позволяетъ это сдѣлать современное состояніе нашихъ познаній. Мы начнемъ съ **гиппуровой кислоты**, такъ какъ способъ образованія этого соединенія точнѣе изученъ и болѣе извѣстенъ, чѣмъ способъ образованія всякаго другаго азотистаго соединенія. Строеніе гиппуровой кислоты намъ хорошо извѣстно; оно лучше всего узнается изъ слѣдующаго способа полученія:

$$C_6H_5 - CO - N\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown H\end{matrix} + CH_2Cl - COOH =$$

бензамидъ однохлоруксусная кислота

$$C_6H_5 - CO - N\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown CH_2 - COOH\end{matrix} + HCl.$$

гиппуровая кислота.

При кипяченіи съ сильными минеральными кислотами или со щелочами и при дѣйствіи ферментовъ гиппуровая кислота распадается съ принятіемъ воды на бензойную и амидоуксусную кислоты (гликоколь):

$$C_6H_5 - NO - N\begin{matrix}H\\ CH_2COOH\end{matrix} + H_2O =$$

гиппуровая кислота

$$C_6H_5 - COOH + H - N\begin{matrix}H\\ CH_2 - COOH.\end{matrix}$$

бензойная кислота амидоуксусная кислота.

Изъ продуктовъ своего распада гиппуровая кислота опять возрождается съ выдѣленіемъ воды, если заставить дѣйствовать эти продукты другъ на друга подъ высокимъ давленіемъ и при возвышенной температурѣ. Для этой цѣли кладутъ ихъ въ сухомъ видѣ въ запаянную съ обоихъ концовъ трубку и нагрѣваютъ послѣднюю впродолженіи 12 часовъ при болѣе чѣмъ 160° С.[1])

И въ животномъ организмѣ образуется гиппуровая кислота при соединеніи бензойной кислоты съ гликоколемъ; если ввести въ желудокъ человѣка или животнаго бензойную кислоту, то въ мочѣ появляется гиппуровая кислота. Необходимый для образованія послѣдней гликоколь происходитъ безъ сомнѣнія изъ распада бѣлковъ въ тканяхъ. Правда, что свободный гликоколь въ животномъ организмѣ по настоящее время не доказанъ; точно также онъ не получается при искусственномъ разложеніи бѣлковъ. Но мы знаемъ, что ближайшіе производные бѣлковъ — клейдающія вещества — даютъ при своемъ разложеніи, какъ ферментами, такъ и кислотами и щелочами, много гликоколя. Въ соединеніи съ кислотою гликоколь, какъ мы это видѣли, появляется также въ желчи въ видѣ гликохолевой кислоты.

Гиппуровую кислоту находятъ въ большомъ количествѣ въ мочѣ травоядныхъ даже безъ искусственнаго введенія бензойной кислоты. Матеріалъ для образованія ея очевидно доставляютъ многочисленныя ароматическія соединенія, содержащіяся въ тканяхъ растеній и превращающіяся въ животномъ тѣлѣ въ бензойную кислоту вслѣдствіе окисленія приставшей къ бензойному ядру боковой цѣпи въ карбоксилъ (ср. выше стр. 270 — 271). Незначительныя количества гиппуровой кислоты находятся также и въ мочѣ собакъ при исключительномъ кормленіи ихъ мясомъ и при голоданіи[2]). Въ послѣднемъ слу-

1) V. Dessaignes, Journ. pharm. (3) XXXII. p. 44. 1857.

2) E. Salkowski, Berichte der deutschen chemischen Ges. Bd. 11. S. 500 1878.

чаѣ гиппуровая кислота образуется изъ ароматическихъ радикаловъ, содержащихся въ молекулѣ бѣлка[1]). У человѣка количество гиппуровой кислоты въ мочѣ, выдѣляемой впродолженіи 24 часовъ, обыкновенно бываетъ меньше 1 grm., но послѣ питанія извѣстными растительными веществами, именно ягодами и плодами, содержаніе ея увеличивается до нѣсколькихъ граммовъ.

Уже Wöhler[2]) открылъ въ 1824 г., что введенная въ желудокъ бензойная кислота появляется въ мочѣ въ видѣ гиппуровой кислоты. Это открытіе было впослѣдствіи подтверждено многочисленными опытами и обратило на себя всеобщее вниманіе, потому что это былъ первый синтезъ, происхожденіе котораго въ животномъ организмѣ удалось вѣрно констатировать. Съ того времени открыто было еще много синтезовъ въ животномъ организмѣ: напомню только образованіе парныхъ сѣрныхъ кислотъ и гликуроновыхъ кислотъ, образованіе гликогена изъ сахара. Вѣроятно, сюда относится также и образованіе бѣлка изъ пептона. Мы вскорѣ познакомимся еще съ другими синтезами.

Въ послѣднія двадцать лѣтъ эти синтетическіе процессы въ животномъ организмѣ въ высшей степени возбудили къ себѣ интересъ со стороны физіологовъ и химиковъ, а именно по двумъ причинамъ: во первыхъ, потому что эти факты противорѣчили господствовавшему ученію Liebig'a о совершенной противоположности между обмѣномъ веществъ у растеній и животныхъ; во вторыхъ, потому что синтезы въ животномъ организмѣ представляютъ истинную загадку для химика, хотя съ другой стороны именно быстрые успѣхи нашихъ познаній относительно синтезовъ органическихъ соединеній принадлежатъ къ драгоцѣннѣйшимъ пріобрѣтеніямъ современной химіи. Мы въ состояніи вѣдь уже построить атомъ за атомомъ, изъ отдѣльныхъ элементовъ, цѣлый рядъ очень сложныхъ органическихъ соединеній, производимыхъ растительнымъ и животнымъ организмомъ, а дальнѣйшее искусственное добываніе всѣхъ остальныхъ, даже самыхъ сложныхъ, не подле-

1) E. u. H. Salkowski, ibid. Bd. 12. S. 107, 648, 653. 1879. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S. 161. 1882. E. Salkowski, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9. S. 229. 1885. См. также Tappeiner, Zeitschr. f. Biol. Bd. 22. S. 236. 1886.

2) Berzelius, Lehrbuch d. Chem. Uebers. von Wöhler. Bd. 4. S. 376. Anm. Dresden 1831.

житъ уже больше сомнѣнію; это только вопросъ времени. Но для объясненія синтетическихъ процессовъ въ живой клѣткѣ этимъ пока еще ничего не достигнуто, ибо всѣ искусственные синтезы получаются лишь при примѣненіи такихъ силъ и агентовъ, которые въ жизненномъ процессѣ никогда не могутъ играть роли: высокое давленіе, высокая температура, концентрированныя минеральныя кислоты, свободный хлоръ и др., — все такіе факторы, которые моментально уничтожили бы жизнь каждой клѣтки.

Такъ напр. искусственный синтезъ гиппуровой кислоты изъ бензойной и гликоколя получился, какъ мы это видѣли, при нагрѣваніи послѣднихъ въ сухомъ видѣ въ запаянной съ обоихъ концовъ трубкѣ при 160° С.; значитъ, имѣется дѣло съ высокимъ давленіемъ, высокою температурою и отсутствіемъ воды. Въ животномъ же тѣлѣ мы видимъ какъ разъ противоположное: присутствіе воды вездѣ, въ каждомъ тканевомъ элементѣ, въ каждой клѣткѣ! обыкновенное давленіе и обыкновенную температуру — холоднокровныя также образуютъ гиппуровую кислоту. Мы видимъ, слѣдовательно, что въ животномъ организмѣ существуютъ совершенно иныя средства и пути для достиженія тѣхъ же цѣлей. Изслѣдованіе ихъ крайне интересно не только для химика, — которому доставляются такимъ образомъ новые методы для изслѣдованія все болѣе и болѣе сложныхъ соединеній, — но и для физіолога, — чтобы сразу пролить свѣтъ надъ цѣлымъ громаднымъ рядомъ покрытыхъ доселѣ мракомъ явленій обмѣна веществъ.

Поэтому Schmiedeberg и я[1]) въ общей работѣ поставили себѣ задачею на одномъ примѣрѣ, именно на образованіи гиппуровой кислоты, изучить всѣ условія, при которыхъ происходитъ синтезъ въ животномъ организмѣ.

Чтобы прослѣдить бензойную и гиппуровую кислоты на ихъ скрытыхъ путяхъ по тканямъ тѣла, мы нуждались прежде всего въ очень точномъ методѣ ихъ опредѣленія. Послѣ многочисленныхъ попытокъ намъ удалось этого достигнуть. Мы владѣемъ теперь методомъ[2]), который даетъ намъ возможность отдѣлить вышеупомянутыя кислоты отъ

1) Bunge und Schmiedberg, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VI. S. 233. 1876.

2) Методъ этотъ описанъ l. c. p. 234—239.

другихъ составныхъ частей животнаго организма и безъ значительной потери взвѣшивать ихъ въ видѣ кристалловъ.

Но чтобы можно было приступить къ изслѣдованію условій сопровождающихъ синтезъ, должно было прежде всего рѣшить вопросъ, *гдѣ*, въ какихъ органахъ, въ какихъ тканяхъ совершается этотъ синтезъ?

Пришлось прежде всего подумать о *печени*. Вѣдь въ ней образуется другая сродная съ гликоколемъ кислота — гликохолевая (см. лекцію 18) — и вообще печень довольно часто считалась мѣстомъ синтетическихъ процессовъ. Еслибы это предположеніе было вѣрно, то при удаленіи печени изъ кровеобращенія введенная въ кровь бензойная кислота должна была бы циркулировать безъ всякого измѣненія и въ такомъ-же неизмѣненомъ видѣ выдѣлиться черезъ почки.

Надъ млекопитающими этотъ опытъ не удается, такъ какъ у нихъ при перевязкѣ сосудовъ печени вся масса крови застаивается въ системѣ воротной вены, и кровеобращеніе въ другихъ органахъ почти совершенно пріостанавливается. Собаки падаютъ черезъ 30 — 50 минутъ послѣ этой операціи. Можно сказать, что смерть у нихъ начинается тотчасъ-же, какъ только перевязать воротную вену.

Вслѣдствіе этого мы предпринимали опыты на лягушкахъ. Послѣднія довольно хорошо переносятъ совершенную экстирпацію печени; онѣ живутъ послѣ операціи еще 3—4 дня; во все это время ихъ видятъ даже прыгающими съ неменьшею силою, какъ и прежде. Если теперь впрыснуть этимъ лишеннымъ печени животнымъ бензойную кислоту въ спинный лимфатическій мѣшокъ, то они всегда образуютъ гиппуровую кислоту, и особенно много, если кромѣ бензойной кислоты впрыснуть имъ еще и гликоколь. Безъ предварительнаго впрыскиванія бензойной кислоты никогда не удается доказать даже малѣйшихъ слѣдовъ гиппуровой кислоты ни въ организмѣ, ни въ выдѣленіяхъ лягушки. Отсюда по необходимости слѣдуетъ, что печень не мѣсто, а во всякомъ случаѣ не *исключительное* мѣсто, образованія гиппуровой кислоты.

Мы поставили далѣе вопросъ: не совершается ли этотъ синтезъ въ *почкахъ*? Этотъ вопросъ удалось рѣшить надъ теплокровными. Собаки живутъ послѣ перевязки обѣихъ почекъ нѣсколько часовъ, а кровообращеніе въ

остальныхъ органахъ за это время не нарушается существенно. Оперированнымъ подобнымъ образомъ собакамъ мы впрыскивали въ кровь гликоколь и бензойную кислоту, чрезъ 3—4 часа умерщевляли ихъ обезкровленіемъ и изслѣдовали кровь, печень и мышцы на гиппуровую кислоту. Но никогда не удавалось доказать даже малѣйшихъ слѣдовъ послѣдней, — вездѣ мы находили только бензойную кислоту. Такимъ образомъ ясно, что безъ почекъ всѣ остальные органы вмѣстѣ взятые не въ состояніи соединить гликоколь съ бензойною кислотою, что, значитъ, въ почкахъ — мѣсто синтеза.

Тѣмъ не менѣе скептическій изслѣдователь не удовлетворится такимъ выводомъ. Всегда остается еще возраженіе, именно что перевязка почекъ крайне насильственная операція, которяя прямо или косвенно можетъ вызвать всевозможныя разстройства въ различныхъ частяхъ организма — разстройства, которыхъ мы даже не въ состояніи себѣ представить. Поэтому мы должны допустить возможность, что разстройства вызваны и въ тѣхъ неизвѣстныхъ намъ еще тканяхъ, гдѣ происходитъ синтезъ.

Оставалась еще одна надежда привести все-таки непоколебимое доказательство въ пользу того, что именно почки представляютъ собою мѣсто образованія гиппуровой кислоты, — показать, что почка, вырѣзанная и отдѣленная отъ всѣхъ другихъ органовъ, сама по себѣ въ состояніи произвести этотъ синтезъ. Надежда эта дѣйствительно оправдалась.

Мы обезкровили собаку до смерти, вырѣзали почки, къ дефибринированной крови прибавили гликоколя и бензойной кислоты и пропускали эту смѣсь черезъ одну изъ вырѣзанныхъ почекъ, вводя ее приблизительно подъ нормальнымъ давленіемъ черезъ артерію и выпуская черезъ вену. Вытекавшая изъ вены кровь обратно вливалась въ резервуаръ, изъ котораго она опять входила въ артерію; это продолжалось нѣсколько часовъ. Въ полученной отъ такого пропусканія крови всегда можно было доказать присутствіе гиппуровой кислоты, равно какъ въ самой почкѣ и даже въ жидкости, которая во время опыта вытекала изъ мочеточника, между тѣмъ какъ въ другой почкѣ, а также въ той части крови, которая не подвергалась пропусканію, никогда не удавалось найти даже слѣдовъ гиппуровой кислоты.

Такимъ образомъ въ вырѣзанной свѣжей почкѣ образовалась гиппуровая кислота[1]).

Когда же мы къ перегнанной крови прибавляли одну лишь бензойную кислоту безъ гликоколя, то количество образовавшейся гиппуровой кислоты было очень ничтожно, напротивъ, оно дѣлалось обильнымъ — при прибавленіи гликоколя. Такимъ образомъ, обѣ эти составныя части соединились на самомъ дѣлѣ другъ съ другомъ при выдѣленіи воды. Совершенно безразлично было, согрѣвали-ли мы во время опыта почку и кровь до температуры тѣла или охлаждали ихъ до комнатной температуры: въ обоихъ случаяхъ опытъ удавался. Вырѣзанная почка на долгое время сохраняла способность образовать гиппуровую кислоту. Въ одномъ изъ опытовъ мы положили почку на двое сутокъ въ ящикъ со льдомъ и пропустили потомъ чрезъ нее кровь отъ другой собаки, взятую за сутки до опыта; тѣмъ не менѣе и въ этомъ случаѣ произошло образованіе небольшаго количества гиппуровой кислоты.

Теперь мы задались вопросомъ: необходима-ли въ самомъ дѣлѣ для полученія синтеза живая ткань почки? Зависитъ ли онъ отъ форменныхъ элементовъ и особеннаго гистіологическаго ихъ распредѣленія, или-же почка участвуетъ въ этомъ процессѣ, благодаря лишь содержанію въ ней извѣстныхъ химическихъ составныхъ частей? Въ послѣднемъ случаѣ оказалось-бы, пожалуй, возможнымъ изолировать эти составныя части и вызвать искусственнымъ образомъ синтезъ.

Поэтому мы разрушили ткань почки, разрѣзавъ послѣднюю и превративъ ее по возможности въ гомогенную массу. Къ этой массѣ мы прибавили кровь, содержащую гликоколь и бензойную кислоту, и при частомъ взбалтываніи заставили эту смѣсь стоять. Опытъ видоизмѣнялся нами самымъ различнымъ образомъ: мы дѣйствовали различными температурами, заботились объ обильномъ доступѣ кислорода, — но не получили никогда даже малѣйшихъ слѣдовъ гиппуровой кислоты.

Этотъ опытъ былъ повторенъ Kochs'омъ[2]) въ лабораторіи Pflüger'a. Если почка была только изрѣзана,

1) Этотъ результатъ подтвержденъ тщательными опытами W. Kochs'a въ лабораторіи Pflügera, Pflüger's Arch. Bd. 20. S. 64. 1879.

2) Wilhelm Kochs, l. c. p. 70 ff.

Kochs находилъ въ ней незначительное количество гиппуровой кислоты. Напротивъ, если почка была не только изрѣзана, но и «смѣшанная съ большими кусками стекла растерта въ ступѣ въ почти гомогенную массу», то никакихъ слѣдовъ гиппуровой кислоты тогда не получалось, равно какъ и въ томъ случаѣ, если почка до изрѣзыванія замораживалась при 20° С. и при 40° С. оттаивала.

Изъ этихъ опытовъ явствуетъ, *что только живыя клѣтки почки участвуютъ въ осуществленіи синтеза, а не какая-нибудь химическая составная часть ея.*

Послѣ этого мы задали себѣ вопросъ, — необходимы-ли также клѣтки крови для осуществленія синтеза. Съ этою цѣлью мы пропускали черезъ вырѣзанную почку смѣсь изъ бензойной кислоты, гликоколя и сыворотки крови, освобожденной отъ своихъ форменныхъ элементовъ вслѣдствіе примѣненія центробѣжной силы. Въ этомъ случаѣ гиппуровой кислоты не получилось. *Значитъ, и клѣтки крови играютъ роль при синтезѣ.*

Мы спрашивали далѣе: какого же свойства эта роль кровяныхъ шариковъ при этомъ процессѣ? Не дѣйствуютъ-ли они, можетъ быть, только какъ переносители кислорода? Для рѣшенія этого вопроса Schmiedeberg и Arthur Hoffmann[1]) пропускали черезъ почку смѣсь, состоящую изъ гликоколя, бензойной кислоты и крови; кислородъ послѣдней былъ вытѣсненъ окисью углерода. Въ этомъ случаѣ они не получили гиппуровой кислоты. Такимъ образомъ, кровяные шарики дѣйствуютъ въ синтетическомъ процессѣ и какъ переносители кислорода. Дѣйствуютъ-ли они только какъ переносители кислорода, пока не рѣшено. Можно также возразить противъ этого опыта, что окись углерода не только вытѣсняетъ кислородъ, но можетъ даже, пожалуй, дѣйствовать ядовито на клѣтки почки. Что на самомъ дѣлѣ извѣстные яды могутъ лишить клѣтки возможности совершать синтезы, доказываетъ намъ слѣдующій опытъ Schmiedeberg'а и Hoffmann'а. Они пропускали черезъ почку кровь, къ которой, кромѣ гликоколя и бензойной кислоты, былъ еще прибавленъ хининъ. Въ этомъ опытѣ образовалось лишь незначительное количе-

1) Arthur Hoffmann, Arch. f. exp. Path. und Pharmak. Bd. VII. S. 239. 1877.

ство гиппуровой кислоты. Мы знаемъ изъ опытовъ C. Binz'a[1]), что хининъ уничтожаетъ амебоидныя движенія клѣтокъ. Такимъ образомъ то-же самое вмѣшательство, которое отнимаетъ у клѣтки видимыя для насъ жизненныя способности, лишаетъ ее также возможности совершать синтезы. — Итакъ, здѣсь опять старая загадка — жизнь клѣтки! Вотъ слово, съ которымъ никакой мыслитель или изслѣдователь не связалъ еще какого-либо понятія!

Такова была до сихъ поръ судьба каждаго физіологическаго изслѣдованія. Чѣмъ упорнѣе мы преслѣдуемъ какую-либо загадку жизни, тѣмъ больше она удаляется отъ насъ и покрывается мракомъ. Мы стоимъ предъ ней даже тогда, когда мы доходимъ уже до микроскопически малой клѣтки. Тамъ, гдѣ гистіологическое изслѣдованіе почти достигло уже своего предѣла, — тамъ всѣ загадки лежатъ еще предъ нами неразрѣшенными. Простѣйшая клѣтка все еще проявляетъ всѣ необходимыя жизненныя отправленія: питаніе, ростъ, размноженіе, движеніе, чувствительность — она проявляетъ также тѣ загадочныя способности, вслѣдствіе которыхъ синтезы совершаются въ организмѣ. (Ср. выше стр. 3—6, 9—12, 105—106, 160, 170—171 и ниже лекцію 17).

Что касается мѣста образованія гиппуровой кислоты въ животномъ организмѣ, то мнѣ хотѣлось бы еще прибавить, что исключительное образованіе гиппуровой кислоты въ почкѣ доказано только у собакъ. Schmiedeberg'омъ и мною доказано уже, что лягушки образуютъ гиппуровую кислоту даже послѣ экстирпаціи почекъ. Позже Salomon[2]) нашелъ, что и извѣстныя млекопитающія образуютъ гиппуровую кислоту не въ однѣхъ только почкахъ исключительно. Въ крови, мышцахъ и печени нефротомированныхъ кроликовъ ему удалось найти послѣ подвоза бензойной кислоты большія количества гиппуровой кислоты.

Какъ сказано, въ видѣ гиппуровой кислоты выдѣляется у человѣка только незначительная часть азота. Большая часть его получается въ мочѣ человѣка и всѣхъ млекопитающихъ въ видѣ **мочевины**. Поэтому, количество выдѣленной мочевины служитъ мѣриломъ израсходованнаго бѣлка въ орга-

1) C. Binz, Arch. f. mikr. Anat. Bd. 3. S. 383. 1867.
2) W. Salomon, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 3. S. 365.

низмѣ. Большая часть азота вводится въ видѣ бѣлка. Мочевина состоитъ почти на половину своего вѣса изъ азота. Въ 100 grm. бѣлка, потребляемыхъ ежедневно человѣкомъ, содержится около 16 grm. азота. Этому соотвѣтствуетъ 34 grm. мочевины. Это приблизительно то количество, которое дѣйствительно находятъ въ мочѣ человѣка, выдѣляемой въ 24 часа.

Строеніе мочевины намъ извѣстно. Образованіе ея изъ хлористой окиси углерода ($COCl_2$) и амміака, равно какъ и изъ углекислаго этиловаго эѳира и амміака убѣждаетъ насъ въ томъ, что на мочевину нужно смотрѣть какъ на амидъ углекислоты — карбамидъ ($CO[NH_2]_2$). При нагрѣваніи съ кислотами или щелочами, или подъ вліяніемъ ферментовъ мочевина переходитъ съ принятіемъ 2 молекуловъ воды въ углекислый аммоній. Мочевина есть нейтральное, кристаллизирующееся и легко растворимое въ водѣ соединеніе.

Спрашивается, какимъ образомъ мочевина образуется изъ бѣлка? Какія здѣсь переходныя ступени? Сначала соберемъ все, что намъ извѣстно изъ сдѣланнаго до сихъ поръ обзора превращеній бѣлковъ въ нашемъ тѣлѣ. Мы видѣли, что подъ вліяніемъ пищеварительныхъ ферментовъ они превращаются въ пептоны, что пептоны вѣроятно продукты расщепленія и что при продолжительномъ дѣйствіи пищеварительныхъ ферментовъ или другихъ расщепляющихъ ферментовъ часть азота отщепляется въ видѣ амидокислотъ: въ видѣ амидокапроновой кислоты или лейцина ($C_5H_{10}[NH_2]COOH$), въ видѣ тирозина — ароматической амидокислоты ($C_6H_4 \begin{cases} OH \\ C_2H_3(NH_2)COOH \end{cases}$) и въ видѣ амидоянтарной или аспарагиновой кислоты[1]) ($C_2H_3[NH_2][COOH]_2$). Эти же продукты расщепленія образуются изъ бѣлковъ при кипяченіи послѣднихъ съ кислотами или со щелочами. Далѣе мы видѣли, что одна часть бѣлка превращается въ нашемъ тѣлѣ въ клейдающія вещества и что и эти послѣднія при тѣхъ же условіяхъ даютъ, подобно бѣлкамъ, амидокислоты, а именно — лейцинъ и гликоколь[2]).

1) S. Radziejewski und E. Salkowski, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 7. S. 1050. 1874. W. von Knieriem, Zeitschr. f. Biol. Bd. 11. S. 198. 1875.

2) Nencki, Ueber die Zersetzung der Gelatine und des Eiweisses bei der Fäulniss mit Pankreas. Berlin 1876.

Эти факты заставили предполагать, будто амидокислоты представляютъ предварительныя ступени мочевины. Schultzen и Nencki[1]) провѣрили справедливость этого предположенія слѣдующимъ опытомъ. Они давали собакамъ лейцинъ и гликоколь и не находили больше этихъ соединеній въ мочѣ, но взамѣнъ ихъ они находили увеличенное количество мочевины. Salkowski[2]) послѣ тщательнаго повторенія этихъ опытовъ со всѣми предосторожностями вполнѣ подтвердилъ эти результаты. Что и аспарагиновая кислота превращается въ мочевину, — доказано подобными-же опытами Knieriem'a[3]).

Между тѣмъ всѣ эти факты недостаточны еще для объясненія образованія мочевины. Во всякомъ случаѣ только самая незначительная часть мочевины можетъ образоваться изъ амидокислотъ. Это видно уже изъ простаго взгляда на эмпирическую формулу бѣлковъ. Мы видѣли (стр. 60), что изъ наиболѣе надежныхъ анализовъ самыхъ чистыхъ препаратовъ бѣлка получены слѣдующія формулы:

Куриный бѣлокъ . . . . . $C_{204}H_{322}N_{52}O_{66}S_2$
Бѣлокъ въ гемоглобинѣ . . . $C_{680}H_{1098}N_{210}O_{241}S_2$
Глобулинъ изъ сѣмянъ тыквы $C_{292}H_{481}N_{90}O_{83}S_2$.

Мы видимъ, что въ бѣлкѣ вовсе не содержится достаточно углерода для того, чтобы заставить весь азотъ выдѣлиться въ видѣ амидокислоты. Въ различныхъ родахъ бѣлка на одинъ атомъ азота приходится 3—4 атома углерода, въ аспарагиновой кислотѣ на 1 атомъ азота 4 атома углерода, въ лейцинѣ — 6, въ тирозинѣ — даже 9. Гликоколь же содержитъ только 2 атома углерода на 1 атомъ азота. Спрашивается однако: отщепляется-ли именно эта амидокислота въ большихъ количествахъ изъ бѣлка въ животномъ организмѣ. Какъ уже упомянуто, она не получается внѣ организма изъ бѣлка, развѣ только если бѣлокъ предварительно превращенъ вслѣдствіе животнаго жизненнаго процесса въ клейдающія вещества; лишь весьма незначительная часть бѣлковъ пищи претерпѣваетъ это превращеніе. Мы должны также принять во вниманіе, что бѣлокъ тоже даетъ въ животномъ тѣлѣ продукты, не содержащіе азота, но бо-

1) Schultzen und Nencki, Zeitschr. f. Biol. Bd. 8. S. 124. 1872.
2) E. Salkowski, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 4. S. 100. 1879.
3) W. von Knieriem, Zeitschr. f. Biol Bd. 10. S. 279. 1881.

гатые углеродомъ. Мы сейчасъ увидимъ, что въ животномъ организмѣ жиръ и гликогенъ также могутъ образоваться изъ бѣлка. Такимъ образомъ мы принуждены предположить, *что самая большая часть азота отщепляется отъ молекула бѣлка въ видѣ очень бѣднаго углеродомъ соединенія.*

Въ высшей степени достойны вниманія въ этомъ отношеніи работы Schützenberger'a [1]). Онъ изучалъ продукты расщепленія бѣлка и клея при кипяченіи ихъ съ баритовою водою до 160—200° С. Отщепленныя амидокислоты при этомъ болѣе не разрушаются. Довольно значительная часть азота бѣлка улетучилась въ видѣ амміака, между тѣмъ какъ одновременно съ этимъ образовался углекислый и щавелевокислый баритъ, такъ что на каждые два освободившихся молекула амміака приходился одинъ молекулъ щавелевой или угольной кислоты. Schützenberger заключилъ изъ этого, что въ молекулѣ бѣлка содержатся группы мочевины и оксамида.

Можно было бы подумать, что часть мочевины прямо отщепляется въ животномъ организмѣ отъ бѣлка въ видѣ нейтральнаго соединенія. Но можно было бы также подумать, что амміакъ и углекислота отщепляются отъ бѣлка и лишь потомъ соединяются въ мочевину при выдѣленіи воды. Этотъ процессъ былъ бы вполнѣ аналогиченъ процессу образованія гиппуровой кислоты. Подобно тому какъ одноосновная бензойная кислота соединяется съ однимъ молекуломъ субституированнаго амміака, гликоколя, съ выдѣленіемъ одного молекула воды въ гиппуровую кислоту, точно также двуосновная углекислота соединяется съ двумя молекулами амміака въ мочевину съ выдѣленіемъ двухъ молекуловъ воды:

$$\begin{matrix} OH \\ \diagup \\ C = O \\ \diagdown \\ OH \end{matrix} + 2NH_3 - 2H_2O = \begin{matrix} NH_2 \\ \diagup \\ C = O \\ \diagdown \\ NH_2. \end{matrix}$$

Точно также превращеніе амидокислотъ въ мочевину можно себѣ представить такъ, что эти послѣднія

1) M. P. Schützenberger, Bull. de la Soc chim. T. 23. p. 161, 193, 216, 242, 385, 433. T. 24. p. 2. et 145. 1875. T. 25. p. 147. 1876. Schützenberger et A. Bourgeois, Compt. rend. T. 82. p. 262. 1876.

прежде всего распадаются на углекислоту и амміакъ и окисляются, и что потомъ только продукты эти доставляютъ матеріалъ для образованія мочевины. Во всякомъ случаѣ мы здѣсь также имѣемъ дѣло съ синтетическимъ процессомъ, потому что въ одномъ молекулѣ лейцина и гликоколя содержится только одинъ атомъ азота, а въ молекулѣ мочевины — два.

Первую дѣйствительную точку опоры для того предположенія, будто углекислый аммоній есть подготовительная ступень мочевины, дало слѣдующее наблюденіе Buchheim'a и его ученика Lohrer'a [1]). Послѣдній принялъ внутрь 3 grm. амміака въ видѣ лимоннокислой соли и полагалъ, что послѣднюю постигнетъ въ тѣлѣ такая-же участь, какъ и лимоннокислый калій или натрій, которые, какъ извѣстно, сгорая въ углекислый калій или натрій, переходятъ въ мочу и дѣлаютъ ее щелочною. Но ожиданія его не оправдались. Моча оставалась кислой. Должно быть, образовавшійся углекислый аммоній превратился въ нейтральное соединеніе. Скорѣе всего можно было подумать объ образованіи мочевины!

Тщательные опыты надъ обмѣномъ веществъ произведены съ цѣлью рѣшить вопросъ, переходитъ ли амміакъ въ животномъ организмѣ въ мочевину, Knieriem'омъ [2]) надъ собаками и человѣкомъ и Salkowski'мъ [3]) надъ собаками и кроликами. Далеко не двусмысленный результатъ дали опыты надъ кроликами: послѣ введенія нашатыря выдѣленіе амміака едва-ли увеличилось, но за то увеличилось выдѣленіе мочевины. Опыты съ нашатыремъ надъ человѣкомъ и собаками не дали такого несомнѣннаго результата: амміакъ частью получился неизмѣненнымъ въ мочѣ, а относительно увеличеннаго выдѣленія мочевины представилось сомнѣніе, должно ли это приписать введенному нашатырю или же увеличенному распаду бѣлковъ, косвенно возбужденному нашатыремъ. Эта разница между кроликомъ, человѣкомъ и собакою объясняется слѣдующимъ образомъ. Соляная кислота введеннаго нашатыря препятствуетъ, по причинѣ своего сильнаго сродства къ ам-

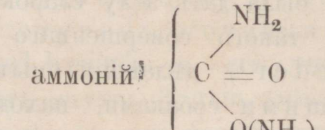
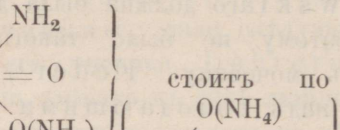
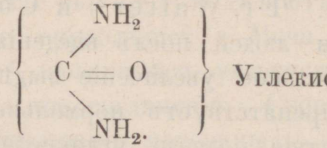
1) Julius Lohrer, Ueber den Uebergang der Ammoniaksalze in den Harn. Inaug.-Diss. Dorpat 1882. S. 36 u. 37.
2) W. v. Knieriem, Zeitsch. f. Biol. Bd. 10 S. 263. 1874.
3) E. Salkowski, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 1. S. 1. 1877.

міаку, соединенію послѣдняго съ углекислотой въ мочевину. Въ организмѣ же травоядныхъ это препятствіе устраняется, такъ-какъ пища травоядныхъ даетъ щелочную золу; при сгораніи въ организмѣ также образуется углекислый калій, превращающійся вмѣстѣ съ хлористымъ аммоніемъ въ хлористый калій и углекислый аммоній, а этотъ послѣдній превращается въ мочевину. Напротивъ того — смѣшанная пища человѣка и собакъ при опытахъ Knieriem'a и Salkowski'аго должна была дать золу слабокислой реакціи; поэтому не было такого совершеннаго перехода амміака въ мочевину. Feder[1]), дѣлавшій опыты съ нашатыремъ надъ голодающими собаками, находилъ весь амміакъ опять въ мочѣ, потому что голодающее животное израсходовало бѣлокъ своихъ тканей, отчего освобождалось много сѣрной кислоты, которая препятствовала амміаку соединиться съ углекислотой. Fr. Walter[2]) и Coranda[3]) доказали, что у собакъ и людей послѣ введенія соляной кислоты наступаетъ значительное увеличеніе выдѣленія амміака. Соляная кислота препятствуетъ нормальному образованію мочевины. Вслѣдствіе подвоза угликислаго натрія нормальное выдѣленіе амміака уменьшается[4]).

Поэтому опыты относительно образованія мочевины были повторены въ лабораторіи Schmiedeberg'a[5]) такимъ образомъ, что амміакъ былъ введенъ въ организмъ связанный не съ крѣпкими минеральными кислотами, — а просто какъ углекислый аммоній. Собака, взятая для опыта, «проглатывала углекислый аммоній, обложенный кусками мяса, безъ всякаго сопротивенія». Такимъ образомъ, можно было давать собакѣ 2 дня сряду по 3 grm. NH_3 въ видѣ углекислаго соединенія. Выдѣленіе амміака отъ этого не увеличилось, но за то увеличилось выдѣленіе мочевины, и *моча оставалась кислою. Такимъ образомъ превращеніе углекислаго аммонія въ мочевину не подлежитъ сомнѣнію.*

---

1) Ludwig Feder, Zeitschr. f. Biol. Bd. 13. S. 256. 1877.
2) Fr. Walter, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VII. S. 148. 1877.
3) Coranda, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XII. S. 76. 1880.
4) Immanuel Munk, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 29. 1878. E. Hallervorden, Arch. f. exp. Path. und Pharm. Bd. X. S. 124. 1879.
5) Hallervorden, l. c. L. Feder и E. Voit подтвердили результаты, полученные Hallervorden'омъ: Zeitschr. f. Biolog. Bd. 16. S. 177. 1880.

Къ другимъ результатамъ пришли относительно образованія мочевины Hoppe-Seyler[1]) и Salkowski[2]), считающіе синильную кислоту непосредственною предварительною ступенью мочевины, и Drechsel[3]), который полагаетъ, что мочевина образуется изъ карбаминокислаго аммонія. Послѣдній взглядъ не противорѣчитъ предположенію, будто мочевина получается изъ углекислаго аммонія, почому что карбаминокислый аммоній  стоитъ по срединѣ между углекислымъ аммоніемъ  и мочевиною  Углекислый аммоній даетъ при выдѣленіи одного молекула воды карбаминокислый аммоній, а при выдѣленіи двухъ молекуловъ воды — мочевину. Подробный обзоръ этихъ теорій увлекъ бы меня слишкомъ далеко, поэтому я ссылаюсь на интересныя оригинальныя работы.

Что касается вопроса о мѣстѣ образованія мочевины, то въ этомъ отношеніи самыя тщательныя и надежныя изслѣдованія произведены W. v. Schröder'омъ[4]). Онъ экстирпировалъ у собаки обѣ почки и тотчасъ послѣ операціи взялъ отъ нея пробу крови изъ сонной артеріи. Черезъ 27 часовъ послѣ операціи собака была убита обезкровленіемъ. Въ обѣихъ пробахъ крови опредѣлялось

1) Hoppe-Seyler, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 7. S. 34. 1874 и „Physiologische Chemie." Berlin 1881. S. 809 и 810.

2) E. Salkowski, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875. S. 913. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 26—42. 1877. Ср. также возраженія Schmiedeberg'a, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VIII. S. 4 ff. 1878 и Schröder'a ibid. Bd. XV. S. 399 и 400. 1882.

3) E. Drechsel, Ber. d. sächs. Ges. d. Wissensch. 1875. S. 171. Journ. f. prakt. Chem. N. F. Bd. 12. S. 417. 1875. Bd. 16. S. 169 и 180. 1877 и Bd. 22. S. 476. 1880. Ср. также возраженія Franz'a Hofmeister'a, Pflüger's Arch. Bd. 12. S. 337. 1876.

4) W. von Schröder, Arch. f. exp. Path. u. Pharmak. Bd. XV. S. 364. 1882 u. Bd. XIX. S. 373. 1885.

содержаніе мочевины[1]); въ первой оказалось — 0,5 pro mille, а во второй — 2 pro mille. Значитъ, вслѣдствіе экстирпаціи почки содержаніе мочевины въ крови увеличилось вчетверо. Изъ этого слѣдуетъ, *что почка не можетъ быть исключительнымъ мѣстомъ образованія мочевины*[2]).

Оставалась однако всетаки возможность допустить, что въ почкахъ также образуется мочевина. Поэтому Schröder пропускалъ черезъ почки кровь, къ которой былъ прибавленъ углекислый аммоній. Содержаніе мочевины въ крови до и послѣ опыта оказалось одинаково. Такъ какъ процессъ образованія мочевины изъ углекислаго аммонія вполнѣ аналогиченъ процессу образованія гиппуровой кислоты изъ гликоколя и бензойной кислоты, и такъ какъ вырѣзанная почка еще въ состояніи произвести послѣдній синтезъ, то изъ этого опыта можно съ большою вѣроятностью заключить, *что и въ нормальномъ состояніи въ почкахъ не совершается превращеніе углекислаго аммонія въ мочевину.*

И такъ, мочевина не образуется въ почкахъ; она только выдѣляется черезъ почки. Но гдѣ-же она образуется? Пришлось подумать о мышцахъ. Онѣ составляютъ вѣдь 40 % по вѣсу всего нашего тѣла. Въ нихъ-то, пожалуй, могло образоваться соединеніе, которое составляетъ большую часть азотистыхъ конечныхъ продуктовъ. Поэтому Schröder пропускалъ кровь съ углекислымъ аммоніемъ черезъ заднія конечности собаки, убитой чрезъ обезкровленіе. Кровь вводилась въ брюшную часть аорты, ниже отхода отъ нея почечныхъ артерій и вытекала обратно изъ нижней полой вены. Въ одномъ изъ такихъ опытовъ, въ продолженіи 4 3/4 часа, было пропущено 1100 Ccm. крови, такъ что втеченіе этого времени протекало ея больше 40 литровъ. «Въ продолженіи первыхъ 4 часовъ конечности совершали произвольныя движенія, вѣроятно вслѣдствіе раздраженія спиннаго мозга. Къ концу опыта раздражительность еще вполнѣ сохранилась.

1) Образцовая тщательность въ провѣркѣ и примѣненіи метода опредѣленія мочевины дѣлаетъ изслѣдованія Schröder'а весьма цѣнными и важнѣе опытовъ его предшественниковъ. Въ рѣшающихъ опытахъ мочевина была взвѣшиваема въ видѣ чистыхъ кристалловъ, которые потомъ подвергались анализу съ цѣлью провѣрить ихъ чистоту. Описаніе метода см. l. c. p. 367—377.

2) Съ этимъ согласны также результаты прежнихъ работъ, между которыми видное мѣсто занимаютъ работы Prévost и Dumas въ Ann. de chim. et de phys. T. 23. p. 90. 1823. Обзоръ прежней литературы находится у Voit'a, Zeitschr. f. Biol. Bd. 4. S. 116 ff. 1868 и у Schröder'a, l. c. p. 364—365.

Если одинъ электродъ былъ приложенъ къ спинному мозгу, а другой къ конечности, то тогда получался столбнякъ. Часть спиннаго мозга еще сохранила жизненную способность, такъ какъ раздраженіе одной конечности вызывало сокращенія въ другой». Но содержаніе мочевины въ крови послѣ опыта осталось такое-же, какъ и до него. *Значитъ, въ мышцахъ и тканяхъ скелета мочевина не образуется изъ углекислаго аммонія, хотя противъ этого можно было бы возразить, что при этихъ опытахъ въ конечностяхъ условія уже ненормальны, не смотря на то, что жизненныя свойства такъ поразительно сохранились.*

Пришлось подумать о печени. Только отъ большаго органа можно было ожидать, что онъ образуетъ такое большое количество мочевины. Относительно печени — самой большей изъ всѣхъ железъ — можно, въ виду многихъ соображеній, предположить, что въ ней происходитъ дѣятельный обмѣнъ веществъ. Schröder пропускалъ поэтому черезъ печень кровь съ углекислымъ и муравьинокислымъ аммоніемъ. Печень была взята отъ маленькой собачки, а кровь послѣдней смѣшана съ кровью большой собаки. Кровь вводилась въ воротную вену и вытекала изъ полой вены выше грудобрюшной преграды. Печеночная артерія была закрыта. Послѣ четырехъ- до пятичасоваго пропусканія, содержаніе мочевины въ крови увеличилось вдвое — даже втрое. Если же кровь пропускалась черезъ печень безъ углекислаго аммонія, то содержаніе мочевины въ крови возрастало лишь незначительно,да и то только въ тѣхъ случаяхъ, когда печень и кровь взяты были у собакъ во время пищеваренія. Напротивъ, если печень и кровь взяты были у голодающихъ собакъ, то безъ прибавленія углекислаго аммонія содержаніе мочевины въ крови не увеличивалось, но увеличеніе наступало тотчасъ, коль скоро былъ прибавленъ углекислый аммоній.

Эти результаты Schröder'a были подтверждены опытами Salomon'a[1]), которые произведены не только надъ собаками, но и надъ однимъ травояднымъ, а именно надъ овцою.

И такъ, печень представляетъ собою тотъ органъ, въ которомъ совершается синтетическій процессъ превращенія углекислаго аммонія въ мочевину.

Однако, при всѣхъ этихъ результатахъ не должно забы-

1) W. Salomon, Virchow's Arch. Bd. 97. S. 149. 1884.

вать, что мы этимъ ничего еще не узнали относительно предварительныхъ ступеней мочевины. Незначительное количество мочевины, которое получалось при пропусканіи крови черезъ печень, взятую отъ собаки во время пищеваренія, образовалось изъ предварительныхъ ступеней, которыя намъ остались неизвѣстными. Во всѣхъ остальныхъ опытахъ подготовительною ступенью служилъ искусственно введенный углекислый аммоній. Но что даетъ намъ право заключить, что и въ нормальномъ состояніи углекислый аммоній составляетъ предварительную ступень мочевины?

Во избѣжаніе всѣхъ этихъ сомнѣній Schröder ссылается на данныя патологіи. Если въ самомъ дѣлѣ въ печени мочевина образуется изъ углекислаго аммонія, то мы должны ожидать, что при заболѣваніи печени образованіе мочи пріостанавливается, и часть предварительныхъ ступеней ея переходитъ неизмѣненною въ мочу. Въ особенности этого слѣдуетъ ожидать при циррозѣ печени, гдѣ главные элементы послѣдней — печеночныя клѣтки — вытѣсняются разрастающеюся соединительною тканью, атрофируются и большей частью совсѣмъ исчезаютъ.

Это предположеніе фактически оправдалось. Многочисленными опытами констатировано, что при интерстиціальномъ гепатитѣ выдѣленіе амміака абсолютно и относительно увеличивается въ сравненіи съ выдѣленіемъ мочевины [1]). Суточное выдѣленіе амміака у здороваго бываетъ отъ 0,4 до 0,9 grm. и увеличивается при циррозѣ печени до 2,5 grm. (Ср. ниже конецъ этой лекціи).

Изъ этого мы можемъ заключить, что вѣроятно и въ нормальномъ состояніи часть мочевины образуется изъ углекислаго аммонія. Но мы не имѣемъ еще достаточно фактическихъ данныхъ для того, чтобы судить, какъ велика эта часть. Мы должны допустить возможность, что большая часть мочевины происходитъ изъ другихъ источниковъ.

При настоящемъ обзорѣ предварительныхъ ступеней мочевины мы оставили безъ вниманія очень богатый азотомъ конечный продуктъ распада бѣлковъ — **креатинъ**. А между тѣмъ мы должны были подумать о креатинѣ раньше всего, такъ какъ ни одинъ азотистый конечный продуктъ обмѣна

1) E. Hallervorden, Arch. f. exp. Path. u. Pharm Bd. 12. S. 237. 1880. Stadelmann, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 33. S. 526. 1883.

веществъ не находится въ нашемъ тѣлѣ въ такомъ большомъ количествѣ, какъ именно креатинъ. Мочевина, которой ежедневно переходитъ въ мочу 30—40 grm., находится въ нашемъ тѣлѣ въ каждый моментъ лишь въ весьма незначительномъ количествѣ. Вся кровь содержитъ самое большее 2 grm. мочевины, въ мышцахъ-же совсѣмъ нельзя доказать ея присутствія. Напротивъ, креатинъ, котораго ежедневно переходитъ въ мочу всего только 0,5—2,5 grm., — въ видѣ креатина или же въ видѣ креатинина, — содержится въ однѣхъ лишь мышцахъ въ количествѣ приблизительно до 90 grm. (ср. выше стр. 148—149). Этотъ фактъ заставляетъ предполагать, что креатинъ переходитъ въ мочу превращенный въ мочевину. И въ самомъ дѣлѣ, многіе физіологи раздѣляли, было, это предположеніе. Но слѣдующее наблюденіе заставило совершенно отказаться отъ него. Нашли, что введенный въ организмъ креатинъ появляется неизмѣненнымъ въ мочѣ или-же превращается въ креатининъ[1]) съ выдѣленіемъ одного молекула воды. Изъ этого заключили, что креатинъ не можетъ быть одной изъ подготовительныхъ ступеней мочевины. Но это заключеніе неправильно. Изъ того, что креатинъ, будучи введеннымъ прямо въ желудокъ или въ кровь, не измѣняется, еще не слѣдуетъ, чтобы и образовавшійся въ мышцахъ постигала такая же участь. Мы вовсе не въ состояніи заставить искусственно введенныя вещества направиться туда, гдѣ они обыкновенно разлагаются. Мышечное волокно беретъ изъ крови только питательныя вещества, а конечные продукты оно выдѣляетъ обратно. Поэтому a priori совсѣмъ невѣроятно, чтобы искусственно введенный креатинъ, достигши мышцы, подвергался разложенію. Мы должны считать безусловно не только возможнымъ, но даже вѣроятнымъ, что образующійся въ такомъ большомъ количествѣ въ мускулахъ креатинъ расщепляется затѣмъ и, превратившись въ мочевину, отдается крови. Присутствія мочевины въ мышцахъ никоимъ образомъ нельзя доказать. Liebig говоритъ въ своей знаменитой работѣ о мясѣ: «я думаю, что мнѣ удалось бы доказать присутствіе мочевины въ кусочкѣ мяса, если бы тамъ находилась

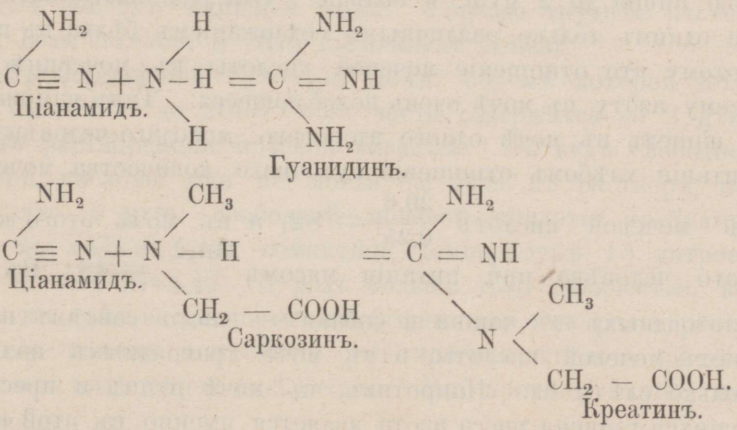
1) G. Meissner, Zeitschr. f. rationelle Medic. Bd. 24. S. 100. 1865. Bd. 26. S. 225. 1866. Bd. 31. S. 283. 1868. C. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 4. S. 111. 1868.

хоть одна милліонная часть ея[1])». Но изъ этого еще не слѣдуетъ, что мочевина тамъ не образуется. Очень возможно, что послѣдняя образуется въ мышцѣ, но, по мѣрѣ образованія, тотчасъ-же уносится потокомъ крови.

Я уже изложилъ основанія, заставляющія насъ сдѣлать преположеніе, что соединеніе, въ которомъ большая часть азота отщепляется отъ молекула бѣлка, должно быть очень бѣдно углеродомъ. Креатинъ вполнѣ соотвѣтствуетъ этому требованію. Онъ содержитъ на 3 атома азота только 4 атома углерода.

Съ того времени, какъ Volhard'y и Strecker'y удался синтезъ креатина, строеніе его стало намъ вполнѣ извѣстно. Volhard[2]) кипятилъ щелочный растворъ саркозина (метиловаго гликоколя) съ ціанамидомъ въ закрытомъ сосудѣ впродолженіи нѣсколькихъ часовъ при 100° C. При охлажденіи выдѣлялись кристаллы креатина. Еще гораздо проще достигъ цѣли Strecker: «если смѣшать насыщенный растворъ саркозина съ необходимымъ количествомъ ціанамида и нѣсколькими каплями амміака и дать смѣси охладиться въ покоѣ, то получится громадное количество креатина»[3]).

Легче всего уясняется строеніе креатина, если представить себѣ строеніе гуанидина, который по своему синтезу и расщепленію вполнѣ аналогиченъ креатину. Креатинъ представляетъ субституированный гуанидинъ.



1) Liebig, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 62. S. 368. 1847.
2) J. Volhard, Sitzungsb. d. Münch. Akad. 1868 Bd. II. S. 472. или Zeitschr. f. physiol. Chem. 1869. S. 318.
3) Adolf Strecker, Jahresb. über d. Fortschr. d. Chem. 1868. S. 686. Anm. Ср. также J. Horbaczewski, Wien. med. Jahrb. 1885. S. 459.

Синтезу соотвѣтствуетъ отщепленіе. При кипяченіи съ баритовой водой гуанидинъ распадается опять на амміакъ и ціанамидъ. Ціанамидъ-же принимаетъ одинъ молекулъ воды и переходитъ въ мочевину. Точто такъ-же распадается креатинъ въ мочевину и саркозинъ — субституированный амміакъ. Изъ этого дѣлается совершенно яснымъ близкое отношеніе креатина къ мочевинѣ и возможность перехода его въ послѣднюю даже въ мышцѣ.

Креатинъ — нейтральное соединеніе. При выдѣленіи одного молекула воды онъ переходитъ въ болѣе сильное основаніе — въ креатининъ. Это превращеніе легко совершается въ кисломъ растворѣ; въ щелочномъ же легко совершается обратное превращеніе креатинина въ креатинъ. Соотвѣтственно этому незначительное количество креатина, выдѣляемое ежедневно черезъ почки, выступаетъ въ кислой мочѣ преимущественно въ видѣ креатинина, а въ щелочной — въ видѣ креатина[1]) (ср. лекц. 17).

Изъ азотистыхъ конечныхъ продуктовъ, оставляющихъ организмъ человѣка въ гораздо большемъ количествѣ, остается намъ еще разсмотрѣть одинъ — **мочевую кислоту**.

Количество суточнаго выдѣленія мочевой кислоты у человѣка очень непостоянно. Оно зависитъ отъ состава пищи. При питаніи чисто растительной пищею оно доходитъ до 0,2—0,7 grm. и увеличивается при обильномъ питаніи мясною пищю до 2 grm. и больше. Эта разница объясняется не однимъ только различнымъ содержаніемъ бѣлка въ пищѣ, потому что отношеніе мочевой кислоты къ мочевинѣ и ко всему азоту въ мочѣ очень колеблющееся. Такъ напримѣръ, я нашелъ въ мочѣ одного здороваго, молодаго человѣка при питаніи хлѣбомъ отношеніе суточнаго количества мочевины къ мочевой кислотѣ $\frac{20,6}{0,25} = 82$, а въ мочѣ этого-же самаго человѣка при питаніи мясомъ $\frac{67,2}{1,4} = 48$. Въ мочѣ плотоядныхъ — кошки и собаки — часто совсѣмъ не бываетъ мочевой кислоты, а въ мочѣ травоядныхъ находятъ только слѣды ея. Напротивъ, въ мочѣ птицъ и пресмыкающихся главная масса азота является именно въ этой формѣ.

Составъ мочевой кислоты $C_5H_4N_4O_3$. Одинъ изъ четырехъ атомовъ водорода можетъ быть замѣщенъ ме-

1) Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 4. S. 115. 1868.

талломъ. Если растворить мочевую кислоту въ растворѣ углекислаго натрія, то получится соединеніе $C_5H_3NaN_4O_3$. Это соединеніе называютъ кислою мочекислою солью. При раствореніи въ свободной щелочи еще одинъ атомъ водорода замѣщается щелочнымъ металломъ. Это соединеніе обозначаютъ какъ нейтральную соль. Бываетъ ли оно въ животномъ организмѣ, — объ этомъ намъ ничего не извѣстно.

Мочевая кислота и всѣ ея «кислыя соли» трудно растворимы въ водѣ. Въ физіологическомъ и патологическомъ отношеніи очень важно точно знать условія ея растворимости. При патологическихъ условіяхъ происходитъ, какъ извѣстно, выдѣленіе мочевой кислоты и мочекислыхъ солей изъ жидкостей организма и отложеніе въ суставахъ и въ другихъ органахъ и тканяхъ, или же выдѣленіе изъ мочи въ почки, лоханку и мочевой пузырь. На этомъ основываются самые мучительные симптомы т. н. «мочекислаго діатеза» и подагры. Поэтому въ высшей степени интересно знать, при какихъ условіяхъ мочевая кислота растворяется и при какихъ она выдѣляется.

Одинъ grm. свободной мочевой кислоты требуетъ для своего растворенія при комнатной температурѣ около 14 литровъ воды, при точкѣ кипѣнія приблизительно 2 литра, а при температурѣ тѣла 7—8 литровъ[1]). Кислый мочекислый натрій растворяется въ 1100 частяхъ холодной и въ 124 частяхъ кипящей воды. Гораздо труднѣе растворимы соли амміака и соли щелочныхъ земель.

Въ нормальной суточной мочѣ, объемъ которой доходитъ отъ 1500 до 2000 Ccm., часто содержится до 2 grm. вполнѣ растворенной мочевой кислоты. Въ видѣ свободной мочевой кислоты они не могли бы быть въ растворѣ, потому что 2 grm. свободной мочевой кислоты требуютъ, какъ мы видѣли, при комнатной температурѣ 15 литровъ воды — значитъ, въ 10 разъ больше того количества, которое въ дѣйствительности достаточно для ихъ растворенія. Поэтому должно допустить, что мочевая кислота растворена въ видѣ щелочной соли. Но противъ этого, ка-

1) На сколько мнѣ извѣстно, въ литературѣ нѣтъ никакихъ указаній на счетъ растворимости мочевой кислоты при температурѣ тѣла; поэтому я сдѣлалъ 2 опыта, и при первомъ нашелъ, что при температурѣ между 35 до 40° C. требуется 7680 Ccm. воды для того чтобы растворить 1 grm. мочевой кислоты. Во 2 случаѣ я нашелъ число 7320 Ccm.

жется, говоритъ слѣдующій фактъ. Если чистую кислую мочу подвергать охлажденію при комнатной температурѣ, то обыкновенно большая часть мочевой кислоты выдѣляется какъ свободная кислота въ видѣ большихъ красивыхъ кристалловъ, окрашивающихся унесеннымъ красящимъ веществомъ въ темнокоричневый цвѣтъ. Вѣсъ выдѣлившихся такимъ образомъ изъ нормальной суточной мочи кристалловъ доходитъ до 1 grm. Какъ-же это объяснить? Если 2 литра насыщеннаго при температурѣ тѣла раствора мочевой кислоты охлаждаются, то выдѣляется всего только 1 дециграммъ мочевой кислоты. Какимъ-же образомъ можетъ выдѣлиться въ 10 разъ большее количество?

Это объясняется слѣдующимъ образомъ. Если смѣшать при температурѣ тѣла насыщенный растворъ кислаго мочекислаго натрія, который имѣетъ нейтральную реакцію, съ растворомъ кислаго фосфорнокислаго натрія (NaH_2PO_4), который реагируетъ кисло, то смѣсь будетъ имѣть кислую реакцію. Если-же эту смѣсь охлаждать при комнатной температурѣ, то реакція дѣлается щелочной, и свободная мочевая кислота выдѣляется въ видѣ кристалловъ. Массовое дѣйствіе мочевой кислоты уменьшается отъ охлажденія, потому что въ единицѣ объема растворяется меньше молекуловъ ея. Поэтому массовое дѣйствіе фосфорной кислоты становится относительно сильнѣе: фосфорная кислота овладѣваетъ натріемъ мочевой и переходитъ въ щелочно-реагирующую соль Na_2HPO_4. При вторичномъ нагрѣваніи раствора кристаллы мочевой кислоты опять растворяются, и реакція раствора дѣлается кислою. Точно такое-же отношеніе имѣетъ мочевая кислота въ кислой мочѣ, которая постоянно изобилуетъ фосфорнокислыми щелочами. Можно доказать, что при охлажденіи ея кислотность уменьшается по мѣрѣ того, какъ кристаллы мочевой кислоты выдѣляются. При нагрѣваніи до температуры тѣла кристаллы опять растворяются. [1]).

Такимъ образомъ, фосфорнокислыя щелочи играютъ при растворенiи мочевой кислоты такую-же самую роль, какъ при поглощеніи углекислоты въ крови и въ тканяхъ.

Однако, вопросъ въ томъ, можно ли во всѣхъ слу-

1) См. Voit und Hofmann, „Ueber das Zustandekommen der Harnsäuresedimente. Sitzungsber. d. bayer. Akad. 1867. Bd. II. S. 279. Многочисленными опытами я убѣдился въ вѣрности выводовъ Voit'a и Hofmann'a.

чаяхъ такъ объяснить растворенiе и отдѣленiе мочевой кислоты. Говорятъ, что иногда кислотность мочи послѣ выдѣленiя мочевой кислоты увеличивается [1]). Можно было бы подумать, что отъ дѣйствiя ферментовъ кислоты отщепляются отъ нейтральныхъ соединенiй, или что вслѣдствiе отщепленiя изъ одноосновныхъ кислотъ образуются двуосновныя. Этотъ процессъ могъ бы, пожалуй, иногда совершиться въ мочевыхъ путяхъ и имѣть послѣдствiемъ отдѣленiе мочевой кислоты. Растворимость мочевой кислоты объяснена далеко еще не удовлетворительно.

Если моча имѣетъ слабокислую или щелочную реакцiю, какъ это часто бываетъ при питанiи растительною или смѣшанною пищею, то при охлажденiи не можетъ произойти отдѣленiе свободной мочевой кислоты; но если моча концентрирована, то происходитъ отдѣленiе кислаго мочекислаго натра. Послѣдній образуетъ на днѣ сосуда налетъ въ видѣ очень тонкихъ круглыхъ зернышекъ, которыя подобно мочевой кислотѣ окрашиваются унесеннымъ красящимъ веществомъ въ буро-красный цвѣтъ, что составляетъ т. н. sedimentum lateritium.

Прежде старались воспользоваться образованiемъ мочекислыхъ осадковъ для дiагностическихъ цѣлей, но это повело только къ ошибкамъ. Ошибка состояла именно въ томъ, что по увеличенiю осадка выводили заключенiе объ увеличенномъ отдѣленiи мочевой кислоты. Мы видѣли, что отдѣленiе мочевой кислоты зависитъ не только отъ ея абсолютнаго количества, но и отъ концентрацiи и кислотности мочи [2]). Кажется однако, что оно зависитъ еще и отъ другихъ условiй. Часто находятъ, что моча, изъ которой осаждаются кристаллы свободной мочевой кислоты, вовсе не отличается ни обилiемъ послѣдней, ни концентрацiею и не содержитъ больше свободной кислоты, чѣмъ та моча, которая всегда бываетъ чиста или-же осаждаетъ мочекислыя соли [3]).

Можно было бы подумать, что мочевая кислота циркулируетъ въ жидкостяхъ тѣла и появляется въ мочѣ, будучи связана съ какимъ-нибудь органическимъ веществомъ въ видѣ легко растворимаго соединенiя, и что отъ дѣйствiя фермента на это соединенiе она можетъ быть отщеплена. Если послѣднее совершается уже въ органахъ или-же въ мочевыхъ

1) Bartels, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 1. S. 24. 1866.
2) Ср. Botho Scheube, Arch. f. Heilkunde. Bd. 16. S. 185. 1876.
3) Bartels, l. c. p. 28.

путяхъ, то происходитъ образованіе конкрементовъ подагры и мочевыхъ камней. Во всякомъ случаѣ до сихъ поръ еще не доказано увеличенное образованіе мочевой кислоты при подагрѣ и «мочевомъ діатезѣ». Во время приступовъ подагры выдѣленіе мочевой кислоты даже уменьшается[1]).

Достоенъ вниманія тотъ фактъ, что для осажденія мочевой кислоты изъ мочи — при количественныхъ опредѣленіяхъ — всегда требуется громадное количество соляной кислоты, и что даже въ этомъ случаѣ осажденіе совершается очень медленно и несовершенно; иногда же осадка вовсе не получается, не смотря на значительное содержаніе мочевой кислоты[2]). Этотъ фактъ также говоритъ въ пользу того, что во всякомъ случаѣ не вся мочевая кислота растворена въ мочѣ просто въ видѣ соли.

Химическое строеніе мочевой кислоты до сихъ поръ еще не установлено удовлетворительнымъ образомъ, не смотря на то, что цѣлый рядъ первоклассныхъ химиковъ посвятилъ рѣшенію этого вопроса все свое остроуміе и трудолюбіе[3]), и не смотря на то, что синтезъ мочевой кислоты уже вполнѣ удался.

Между многочисленными тщательно изученными продуктами разложенія мочевой кислоты слѣдующіе больше всего возбуждаютъ къ себѣ физіологическій интересъ, потому что получаемые при нихъ продукты играютъ очень важную роль при обмѣнѣ веществъ у животныхъ. Strecker[4]) доказалъ, что мочевая кислота при нагрѣваніи съ концентрированною соляной кислотою въ запаянной трубкѣ до

---

1) Garrod, The nature and treatment of gout. London 1859. Перев. на нѣм. яз. Eisenmann'омъ. Würzburg 1861. Обзоръ литературы о подагрѣ находится въ монографіи W. Ebsteina, „Die Natur und Behandlung der Gicht." Wiesbaden 1882.

2) Salkowski, Pflüger's Arch. Bd. 5. S. 210. 1872. R. Maly, ibid. Bd. 6. S. 201. 1872.

3) Wöhler, Poggendorff's Ann. Bd. 15. S. 119. 1829. Liebig, ibid. Bd. 15. S. 569. 1829 и Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 5. S. 288. 1833. Wöhler und Liebig, Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 62. S. 241. 1838. Adolf Baeyer, ibid. Bd. 127. S. 1 и 199. 1863. Ad. Strecker. ibid. Bd. 146. S. 142. 1868 и Bd. 155. S. 177. 1877. Kolbe, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 3. S. 183. 1870. Изъ новѣйшихъ работъ о составѣ мочевой кислоты слѣдуетъ отмѣтить: L. Medicus, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 175. S. 230. 1875. Hill, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 9. S. 370. 1876 и Bd. 11. S. 1329. 1878. Joh. Horbaczewski, Sitzungsb. d. wien. Akad. Bd. 86. S. 963. 1882 или Monatshefte für Chemie. Bd. 3. S. 796. 1882 и Bd. 6. S. 356. 1885. Emil Fischer, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 17. S. 328 и 1776. 1884.

4) Adolf Strecker, Liebig's Ann. Bd. 146. S. 142. 1868.

170° С. расщепляется, съ воспринятіемъ воды, на гликоколь, углекислоту и амміакъ.

$$C_5H_4N_4O_3 + 5H_2O = CH_2(NH_2)COOH + 3CO_2 + 3NH_3.$$

Strecker думалъ, что мочевая кислота распадается при принятіи только двухъ молекуловъ воды въ гликоколь и 3 молекула синильной кислоты:

$$C_5H_4N_4O_3 + 2H_2O = CH_2(NH_2)COOH + 3CONH.$$

Какъ извѣстно, синильная кислота превращается при соприкосновеніи съ водою въ углекислоту и амміакъ; напомню при этомъ, что водный растворъ ціанокислаго калія при прибавленіи кислотъ начинаетъ шипѣть подобно раствору карбоната.

Strecker считалъ поэтому мочевую кислоту соединеніемъ, совершенно аналогичнымъ гиппуровой кислотѣ. Подобно тому, какъ гиппуровая кислота представляетъ собою гликоколь, соединенный съ бензойной кислотой, мочевая кислота представляетъ собою гликоколь съ синильной кислотою.

Наблюдавшемуся Strecker'омъ расщепленію вполнѣ соотвѣтствуетъ синтезъ мочевой кислоты, который недавно удался Horbaczewsk'ому[1]) въ лабораторіи Ludwig'а въ Вѣнѣ. Horbaczewski получилъ мочевую кислоту, сплавляя гликоколь съ мочевиною при 200—230° С. При сильномъ нагрѣваніи мочевины амміакъ, какъ извѣстно, углетучивается, и образуется синильная кислота:

$$\begin{array}{l} \quad NH_2 \\ \quad / \\ C = O - NH_3 = CONH. \\ \quad \backslash \\ \quad NH_2 \end{array}$$

Итакъ, при сплавленіи мочевины съ гликоколемъ мы заставляемъ синильную кислоту дѣйствовать въ моментъ образовнія на гликоколь; одинъ продуктъ расщепленія мочевой кислоты дѣйствуетъ на другой въ моментъ возрожденія. Поэтому a priori слѣдовало ожидать, что такимъ путемъ можно получить мочевую кислоту.

Съ этими результатами расщепленія и синтеза вполнѣ согласно, какъ кажется, слѣдующее физіологическое

---

1) Joh. Horbaczewski, Sitzungsber. d. Wien. Ak. Bd. 86. S. 963. 1882 или Monatshefte f. Chem. Bd. 3. S. 796. 1882 и Bd. 6. S. 356. 1885.

явленіе, которое наблюдалъ Wöhler[1]): Въ мочѣ сосущихъ телятъ, пока они питались исключительно молокомъ, онъ находилъ мочевую кислоту, но никогда не находилъ гиппуровой. Но, какъ только эти животныя переходили къ растительной пищѣ, мочевая кислота исчезала, а на ея мѣсто появлялась гиппуровая кислота.

Такимъ образомъ кажется, что образующаяся изъ растительной пищи бензойная кислота связываетъ гликоколь и препятствуетъ синтезу мочевой кислоты.

Будь это предположеніе вѣрно, то тогда мы могли-бы ожидать, что и у человѣка можно воспрепятствовать образованію мочевой кислоты введеніемъ ароматическихъ соединеній. Это, пожалуй, имѣло-бы значеніе въ терапіи при леченіи подагры. Простымъ принятіемъ бензойнокислаго натра это не удается. Въ этомъ я убѣдился многочисленными опытами. Но опять-таки мы и здѣсь не должны забывать, что ничуть не въ нашихъ силахъ доставить бензойную кислоту въ извѣстное время къ извѣстноему мѣсту, гдѣ бы она могла связать гликоколь до соединенія его съ синильной кислотою. Какъ уже сказано, въ растительной пищѣ бензойная кислота содержится большею частью вовсе не какъ таковая, а образуется лишь въ животномъ тѣлѣ черезъ расщепленіе и окисленіе изъ сложныхъ соединеній. Можно предположить, что эти послѣднія воспринимаются клѣтками, въ которыхъ имѣется гликоколь, тогда какъ готовая бензойная кислота выгоняется обратно. — Во всякомъ случаѣ мы не должны забывать, что препятствіе къ образованію мочевой кислоты при подагрѣ было-бы всегда только устраненіемъ симптома. — Собственной причины страданія мы устранить не можемъ, такъ какъ она намъ совершенно неизвѣстна.

Къ строенію мочевой кислоты разсчитывали подойти ближе изученіемъ продуктовъ одновременнаго расщепленія и окисленія, которые получаются при дѣйствіи окисляющихъ агентовъ. Эти продукты также имѣютъ важное значеніе, потому что между ними появляются такія соединенія, которыя мы также встрѣчаемъ въ обмѣнѣ веществъ у животнаго.

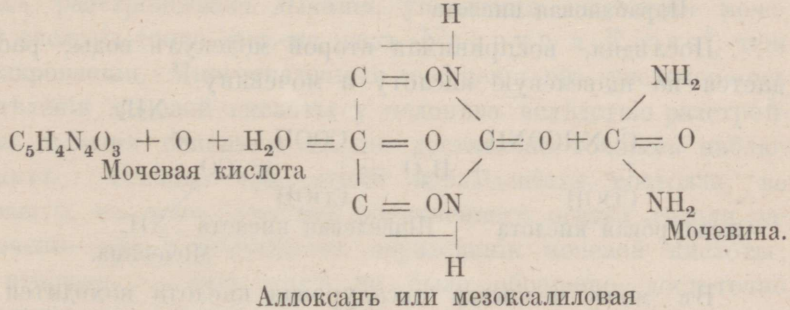
При дѣйствіи раствора марганцевокислаго калія мочевая кислота распадается уже на холодѣ въ аллантоинъ и углекислоту[2]): $C_5H_4N_4O_3+O+H_2O=C_4H_6N_4O_3+CO_2$.

1) Wöhler, Nachr. d. k. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen. 1849. 5. S. 61—64.

2) A. Claus, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 7. S. 227. 1874.

Аллантоинъ открытъ Vauquelin'омъ [1]) въ жидкости мочеваго мѣшка рогатаго скота, затѣмъ онъ доказанъ Wöhler'омъ [2]) въ мочѣ телятъ и изученъ имъ и Liebig'омъ [3]). Позже это соединеніе найдено въ жидкости мочеваго мѣшка и въ мочѣ новорожденныхъ дѣтей, иногда также въ мочѣ собакъ [4]). При дальнѣйшемъ дѣйствіи окисляющихъ агентовъ на аллантоинъ [5]) получается мочевина и щавелевая кислота, а изъ послѣдней, наконецъ, углекислота.

Если для расщепленія и окисленія мочевой кислоты взять азотную кислоту, то конечными продуктами получаются также мочевина и углекислота. Промежуточными ступенями являются соединенія, которыя, хотя и не встрѣчаются въ животномъ организмѣ, но тѣмъ не менѣе имѣютъ для насъ интересъ, такъ какъ бросаютъ нѣкоторый свѣтъ на составъ мочевой кислоты. При дѣйствіи азотной кислоты на холодѣ прежде всего образуется аллоксанъ и мочевина



Аллоксанъ или мезоксалиловая мочевина.

Аллоксанъ или мезоксалиловая мочевина при нагрѣваніи съ азотной кислотою переходитъ въ парабановую кислоту и углекислоту:

---

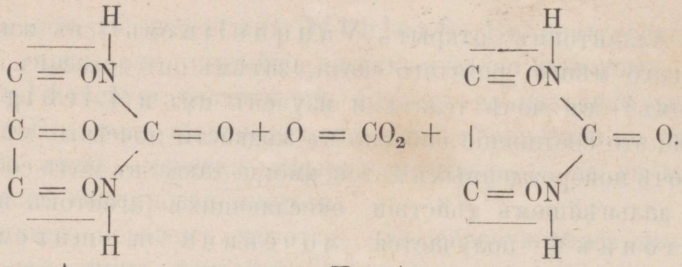
1) Buniva et Vauquelin, Ann. pe chimie. T. 33. p. 269. Ann. VIIIe (1799). Ср. также Lassaigne, Ann. de chim. et de phys. T. 17. p. 301. 1821.

2) Wöhler, Nachr. der kaiserl. Gess. d. Wissensch. zu Göttingen. 1849. S. 61.

3) Wöhler und Liebig, Ann. d. Chim. u. Pharm. Bd. 26. S. 244. 1838.

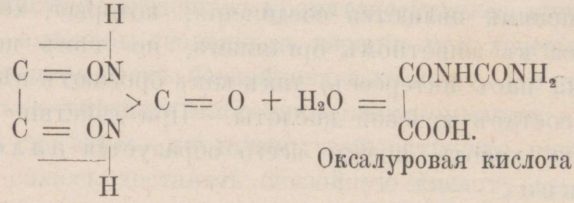
4) E. Salkowski, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 9. S. 719. 1876. u. Bd. 11. S. 500. 1878.

5) О синтезѣ и составѣ аллантоина см. Grimaux, compt. rend. T. 83. p. 62. 1876.



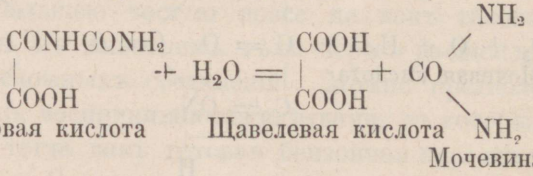
Аллоксанъ — Парабановая кислота или оксаліловая мочевина.

При принятіи воды парабановая кислота переходитъ въ оксалуровую кислоту



Парабановая кислота — Оксалуровая кислота

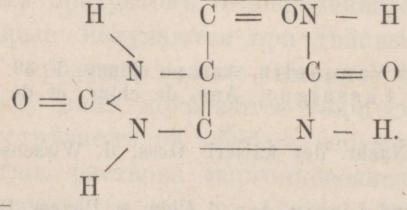
Послѣдня, воспринимая второй молекулъ воды, распадается на щавелевую кислоту и мочевину.



Оксалуровая кислота — Щавелевая кислота — Мочевина.

Въ мочѣ человѣка оксалуровая кислота находится въ очень назначительномъ количествѣ [1]).

Со всѣми приведенными продуктами разложенія мочевой кислоты вполнѣ согласна слѣдующая структурная формула, данная Medicus'омъ [2]) и установленная точными изслѣдованіями E. Fischer'a [3]):



1) Ed. Schunck, Proceed. of the roy. Soc. Vol. 16. p. 140. 1868. C. Neubauer, Zeitschr. f. anal. Chem. Bd. 7. S. 225. 1868.

2) L. Medicus, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 175. S. 230. 1875.

3) Emil Fischer, Ber. der chem. Ges. Bd. 17. S. 328 und 1776. 1884.

Такъ какъ мы видѣли, что при дѣйствіи окисляющихъ реагентовъ внѣ организма мочевая кислота переходитъ въ мочевину и углекислоту, то можно было предположить, что и въ организмѣ совершается тотъ-же самый процессъ, и что мочевая кислота представляетъ одну изъ предварительныхъ ступеней мочевины. При введеніи мочевой кислоты въ тѣло собаки, вся она почти совершенно превращается въ мочевину [1]). Но изъ этого еще вовсе не слѣдуетъ, чтобы и образовавшаяся въ нормальномъ состояніи мочевина отчасти происходила изъ мочевой кислоты. Съ такимъ представленіемъ мы встрѣчаемся особенно часто въ патологической литературѣ. Думали, что при нарушеніяхъ наружнаго и внутренняго дыханія — при страданіяхъ легкихъ, анеміи и т. п. — мочевая кислота выдѣляется въ увеличенномъ количествѣ въ видѣ продукта неполнаго сгоранія. Однако это предположеніе не оправдалось. Senator [2]) не могъ констатировать съ увѣренностью у собакъ, кошекъ и кроликовъ, при искусственныхъ разстройствахъ дыханія, увеличенія выдѣленія мочевой кислоты точно такъ-же, какъ Naunyn и Riess [3]) при обезкровленіи. Многочисленныя сообщенія объ увеличенномъ выдѣленіи мочевой кислоты у человѣка вслѣдствіе разстройства дыханія основаны на не достаточно точныхъ наблюденіяхъ. Ошибка при этихъ наблюденіяхъ состояла, во первыхъ, въ томъ, что изъ увеличеннаго осадка дѣлали заключеніе объ увеличенномъ образованіи мочевой кислоты; во вторыхъ — при этомъ не было обращено достаточно вниманія на зависимость образованія мочевой кислоты отъ пищи. Въ особенности нужно сообразить, что у голодающаго и еще больше у лихорадящаго человѣка (у послѣдняго, какъ извѣстно, увеличивается распадъ бѣлковъ) — бываетъ то-же, что и у питающагося мясомъ. Всѣ числовыя данныя о выдѣленіи мочевой кислоты при разстройствахъ дыханія и объ отношеніи мочевой кислоты къ мочевинѣ при этихъ болѣзняхъ колеблятся въ тѣхъ же предѣлахъ, какія наблюдались и у здороваго.

До сихъ поръ увеличеніе выдѣленія мочевой кислоты доказано съ увѣренностью только при одной болѣзни, а именно

1) Забѣлинъ, Liebig's Ann. d. Chem u. Pharm. Supplementband II. S. 326. 1862 u. 1863. Тамъ-же приведены мнѣнія прежнихъ авторовъ относительно превращенія мочевой кислоты въ мочевину.
2) H. Senator, Virchow's Arch. Bd. 42. S. 35. 1868.
3) B. Naunyn und L. Riess, Du Bois's Arch. 1869. S. 381.

при лейкеміи. Bartels[1]) сообщаетъ, что онъ будтобы нашелъ въ суточной мочѣ страдающаго лейкеміей 4,2 grm. мочевой кислоты, изъ которыхъ 1,8 сами собою выдѣлились въ видѣ кристалловъ. Steinberg[2]) нашелъ даже въ одномъ случаѣ лейкеміи въ суточной мочѣ осадокъ, состоявшій изъ 4,5 grm. свободной мочевой кислоты и 1,45 grm. мочекислаго аммонія. Такія количества никогда не наблюдались у здоровыхъ. Въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ количество мочевой кислоты у страдающихъ лейкеміей не превосходитъ чиселъ, наблюдаемыхъ у здоровыхъ, все-таки отношеніе мочевой кислоты къ мочевинѣ увеличивается: у страдающихъ лейкеміей часто на 1 grm. мочевой кислоты приходится только 12 grm. мочевины[3]). Точный опытъ произведенъ въ новѣйшее время Fleischer'омъ и Penzoldt'омъ[4]). Они питали одного страдающаго лейкеміей и одного здороваго человѣка вполнѣ одинаковымъ образомъ: оба выдѣляли одинаковыя количества мочевины, но страдающій лейкеміей выдѣлялъ ежедневно среднимъ числомъ 1,29 мочевой кислоты, — здоровый-же только 0,66 grm. — значитъ, вдвое меньше.

Для объясненія этого явленія на основаніи вышеприведеннаго мы вовсе не должны думать объ уменьшенномъ подвозѣ кислорода вслѣдствіе уменьшенія числа красныхъ кровяныхъ кружечковъ. Поэтому думали найти причину увеличенія мочевой кислоты въ разбуханіи селезенки и въ увеличеніи количества лейкоцитовъ. Въ селезенкѣ часто находили мочевую кислоту, вслѣдствіе чего и высказано было предположеніе, что тамъ имѣется главный очагъ образованія мочевой кислоты. Но разбуханіе селезенки бываетъ и при другихъ болѣзняхъ — при перемежающейся лихорадкѣ, тифѣ, причемъ невозможно доказать увеличеннаго образованія мочевой кислоты[5]). Можно было-бы подумать, что мочевая кислота есть продуктъ обмѣна веществъ лейкоцитовъ — этихъ самостоятельныхъ организмовъ, — которые вмѣстѣ съ тѣмъ странствуютъ по нашимъ тканямъ въ видѣ

1) Bartels, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. I. S. 23. 1866.
2) Steinberg, Ueber Leukämie. Inaug.-Diss. Berlin 1868.
3) H. Ranke, Beobachtungen und Versuche über die Ausscheidung der Harnsäure. München. 1858. S. 27. Salkowski, Virchow's Archiv Bd. 50. S. 174. 1870 и Bd. 52. S. 58. 1871.
4) R. Fleischer und Fr. Penzoldt, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XXVI. S. 368. 1880.
5) Bartels, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. I. S. 28. 1866.

симбіонтовъ.. У всѣхъ низшихъ животныхъ мочевая кислота наблюдалась, какъ конечный продуктъ обмѣна веществъ. Въ этомъ отношеніи достойно вниманія, что хининъ, замедляющій движенія лейкоцитовъ, уменьшаетъ также отдѣленіе мочевой кислоты[1]).

Уже тотъ простой фактъ, что у птицъ, имѣющихъ между всѣми животными самое учащенное дыханіе, (ср. лекцію 19), большая часть азота оставляетъ тѣло въ видѣ мочевой кислоты, долженъ опровергнуть предположеніе, будто мочевая кислота составляетъ продуктъ неполнаго дыханія. Въ какой бы формѣ ни вводить азотъ въ организмъ птицъ, въ видѣ ли амидокислоты — лейцина, гликоколя, аспаргиновой кислоты[2]), въ видѣ-ли мочевины[3]), углекислаго или муравьинокислаго аммонія[4]) — онъ всегда появляется опять въ мочѣ въ видѣ мочевой кислоты.

Какимъ образомъ эти азотистыя соединенія участвуютъ въ синтезѣ мочевой кислоты, — для насъ еще вполнѣ загадочно. Такъ напр. углекислый аммоній самъ по себѣ не можетъ дать матеріала для образованія мочевой кислоты; для этого необходимо еще одно богатое углеродомъ и бѣдное азотомъ или-же совершенно не содержащее азота соединеніе. Можно подумать о гликоколѣ или-же, на основаніи нижеслѣдующаго, и о молочной кислотѣ. Вѣрнаго мы еще ничего объ этомъ не знаемъ.

Намъ остается еще поговорить о мѣстѣ образованія мочевой кислоты; это вопросъ, рѣшеніе котораго очень важно какъ въ физіологическомъ, такъ и въ патологическомъ отношеніи. Самые тщательные опыты для рѣшенія этого вопроса произведены въ новѣйшее время Schröder'омъ[5]) и Minkowsk'имъ[6]).

Schröder'у удалось въ лабораторіи Ludwig'а преодолѣть всѣ трудности вивисекціи, представляющіяся при

1) H. Ranke, l. c. Это мнѣніе было многократно подтверждено, въ особенности тщательными опытами Prior'а, Pflüger's Arch. Bd. 34. S. 237. 1884. Тамъ-же находится обзоръ литературы по этому вопросу.

2) W. v. Knieriem, Zeitschr. f. Biol. Bd. 13. S. 36. 1877.

3) Hans Meyer und M. Jaffé, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 10. S. 1930. 1877. Ср. также C. O. Cech, ibid. Bd. 10. S. 1461. 1877.

4) W. von Schröder, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 2. S. 228. 1878.

5) W. von Schröder, Du Bois's Arch. 1880. Supplementband. S. 113. и „Beiträge zur Physiologie, Carl Ludwig zu seinem siebzigsten Geburtstage gewidmet von seinen Schülern." Leipzig 1887. S. 89.

6) O. Minkowski, Archiv. für exper. Path. und Pharm. Bd. XXI. S. 41. 1886.

экстирпаціи почекъ у птицъ. Куры жили послѣ такой экстирпаціи, или послѣ исключенія почекъ изъ кровообращенія черезъ закрытіе аорты и полой вены выше почекъ, отъ 5 до 10 часовъ. Въ это время происходило накопленіе мочевой кислоты въ органахъ. Изъ сердца, легкихъ и содержащейся въ нихъ крови получилось значительное количество мочевой кислоты, но не изъ нормальныхъ органовъ послѣ примѣненія Schröder'овскаго метода. Изъ этого слѣдуетъ, *что въ почкахъ не мѣсто, во всякомъ случаѣ не исключительное мѣсто, образованія мочевой кислоты у куръ.* Къ совершенно такимъ-же результатамъ повела экстирпація почекъ у змѣй; только у послѣднихъ образованіе мочевой кислоты выступало еще яснѣе, потому что эти животныя дольше переживаютъ операціи. Онѣ жили отъ 5 до 9 дней, и послѣ смерти находили у нихъ отложенія мочевой кислоты во всѣхъ органахъ, больше всего въ селезенкѣ. Изъ крови можно было также получить огромныя количества мочевой кислоты. *И такъ, у змѣй мочевая кислота образуется также не только въ почкахъ.*

Экспериментальныхъ изслѣдованій относительно мѣста образованія мочевой кислоты у млекопитающихъ не имѣется. Между тѣмъ удалось уже доказать присутствіе незначительныхъ количествъ мочевой кислоты въ печени, легкихъ и другихъ органахъ[1]). Громадныя отложенія мочевой кислоты въ суставахъ, связкахъ, сухожиліяхъ, подъ кожею и въ другихъ органахъ, при подагрѣ безъ предшествовшаго разстройства отправленій почекъ, говорятъ также за то, *что у млекопитающихъ точно такъ-же, какъ и у птицъ и пресмыкающихся, мочевая кислота образуется не только въ почкахъ.*

Minkowski сдѣлалъ еще большій шагъ впередъ для рѣшенія вопроса о мѣстѣ образованія мочевой кислоты[2]), стараясь рѣшить, совершается-ли этотъ процессъ въ печени. На млекопитающихъ, какъ уже упомянуто, (стр. 302) этотъ вопросъ не можетъ быть рѣшенъ по той причинѣ, что у нихъ послѣ экстирпаціи печени наступаетъ застаиваніе крови въ воротной венѣ. Смѣлый опытъ — уничтожить это застаиваніе посредствомъ искусственнаго соединенія воротной вены

1) Обзоръ литературы находится у Schröder'a, l. c. p. 143.
2) Minkowski, l. c.

съ лѣвой почечной веной или прямо съ нижней полой веною — до сихъ поръ еще не увѣнчался успѣхомъ [1]). Къ счастью, у птицъ существуетъ такое естественное соединеніе. На ряду съ системою кровообращенія воротной вены въ печени у птицъ имѣется такая-же система въ почкахъ. Въ почки вступаетъ вена, приносящая имъ кровь изъ вены хвоста, подвздошныхъ венъ и изъ органовъ тазовой полости. Эта приводящая вена (v. advehens) соединяется посредствомъ vena Jacobsonii съ воротной веною. Такимъ образомъ, послѣ перевязки воротной вены, кровь изъ кишекъ можетъ дойти до нижней полой вены черезъ почки; застаиванія крови не бываетъ [2]). Minkowski старался поэтому опытами на птицахъ рѣшить вопросъ, какое дѣйствіе оказываетъ исключеніе печени изъ кровообращенія на составъ мочи. Свои опыты онъ производилъ на гусяхъ, потому что отъ этихъ большихъ птицъ можно получить достаточное для анализа количество мочи, и потому что у нихъ послѣ исключенія печени образованіе мочи совершается очень дѣятельно. Онъ оперировалъ болѣе 60 гусей и не удовлетворялся въ большинствѣ случаевъ перевязываніемъ приводящихъ сосудовъ печени, а экстирпировалъ совершенно этотъ органъ, за исключеніемъ незначительныхъ остатковъ, которые онъ принужденъ былъ оставить въ непосредственномъ сосѣдствѣ нижней полой вены, которая проходитъ у птицъ чрезъ печень. Эти остатки были раздроблены. Большая часть оперированныхъ такимъ образомъ животныхъ жила послѣ операціи 6 часовъ, нѣкоторыя же до 20 часовъ. Прямая кишка была перевязана выше клоаки, чтобы можно было получить мочу въ чистомъ видѣ.

Такимъ образомъ оказалось, что общее количество выдѣляющагося азота послѣ экстирпаціи печени не особенно уменьшилось: оно составляло приблизительно отъ $^1/_2$ до $^1/_3$ того количества, которое гуси отдѣляютъ въ нормальномъ состояніи. За то отношеніе мочевой кислоты ко всему азоту въ мочѣ было совсѣмъ другое: *въ нормальномъ состояніи азотъ, выдѣляемый въ видѣ мочевой кислоты у гусей, доходитъ до 60—70 % всего азота, напротивъ, при экстирпаціи печени — только до 3—6 %!*

1) Стольниковъ, Pflüger's Arch. Bd. 28. S. 266. 1882. Stern, Arch. f. exp Path. u. Pharm. Bd. XIX. S. 45. 1885. W. von Schröder, ibid. Bd. XIX. S. 373. 1885.

2) Stern, l. c.

Совершенно иначе измѣняется послѣ экстирпаціи печени относительное содержаніе въ мочѣ другаго азотистаго соединенія — *амміака. Въ мочѣ нормальныхъ гусей амміакъ составлялъ 9—18% всего азота, въ мочѣ же гусей, у которыхъ экстирпировали печень, — 50—60%!*

Изъ этого Minkowski заключаетъ, «*что амміакъ есть нормальная предварительная ступень мочевой кислоты и что синтетическое превращеніе амміака въ мочевую кислоту въ организмѣ птицъ можетъ совершиться лишь при сохраненіи функцій печени*». Minkowski не говоритъ, что печень есть мѣсто образованія мочевой кислоты. Можно было-бы подумать, что функціи печени только косвеннымъ образомъ вліяютъ на образованіе мочевой кислоты въ другихъ органахъ.

Въ этомъ-же смыслѣ можетъ быть объяснено и слѣдующее, въ высшей степени важное явленіе, наблюдавшееся Minkowski'мъ. *Въ мочѣ гусей, лишенныхъ печени, онъ находилъ громадное количество молочной кислоты. Въ нормальной же мочѣ гусей Minkowski не могъ доказать присутствія молочной кислоты, но въ мочѣ гусей, лишенныхъ печени, количество ея было до того велико, что оно равнялось эквиваленту выдѣлившагося въ громадномъ количествѣ амміака и дѣлало мочу сильно кислою.*

И такъ, экстирпація печени, какимъ то для насъ совершенно не понятнымъ образомъ, имѣетъ послѣдствіемъ появленіе громадныхъ количествъ молочной кислоты, а препятствіе къ образованію мочевой кислоты въ какомъ либо органѣ составляетъ, быть можетъ, косвенное послѣдствіе появленія молочной кислоты. Вѣдь мы недавно видѣли, что въ организмѣ млекопитающихъ кислоты препятствуютъ образованію мочевины и увеличиваютъ выдѣленіе амміака. Почему-же въ организмѣ птицъ кислоты не могутъ имѣть того-же самаго задерживающаго вліянія на образованіе мочевой кислоты? Фактически Minkowsk'ому удалось введеніемъ углекислаго натрія уменьшить выдѣленіе аммміака съ 11% всего азота до 3%.

Я хотѣлъ бы еще прибавить, что при болѣзняхъ печени у человѣка, въ особенности-же при острой атрофіи печени и при отравленіи фосфоромъ, наблюдали по-

явленіе большихъ количествъ молочной кислоты въ мочѣ[1]). Нельзя-ли свести на это (ср. выше стр. 315) и увеличенное выдѣленіе амміака при циррозѣ печени? На сколько мнѣ извѣстно, до сихъ поръ еще не обращено достаточно вниманія на кислотность и содержаніе молочной кислоты въ мочѣ при циррозѣ печени.

Далѣе я желалъ-бы кстати напомнить, что и при сахарномъ мочеизнуреніи наблюдали въ мочѣ появленіе большихъ количествъ одной органической кислоты — оксимасляной — и одновременно увеличенное выдѣленіе амміака[2]).

Также можно усумниться въ справедливости того предположенія, будто амміакъ есть нормальная, подготовительная ступень мочевины и мочевой кислоты. Возможно, что азотъ, отщепляющійся въ нормальномъ состояніи изъ молекула бѣлка какъ нейтральное соединеніе, подъ вліяніемъ ненормальной кислоты, выходитъ изъ процесса отщепленія въ видѣ амміака.

Такимъ образомъ факты, наблюдавшіеся Minkowski'мъ, могутъ быть различно объясняемы. Самъ Minkowski склоняется на сторону того взгляда, что въ нормальномъ состояніи большая часть мочевой кислоты образуется въ печени вслѣдствіе синтеза изъ амміака и другаго безъазотистаго парнаго соединенія, и предполагаетъ, что это послѣднее есть молочная кислота[3]). Въ подтвержденіе этого предположенія

---

1) Schultzen und Riess, Ann. des Charité-Krankenhauses. Bd. 15. 1869.

2) E. Hallervorden, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XII. S. 268. 1880. E. Stadelmann, ibid. Bd. XVII. S. 419. 1883. Minkowski, ibid. Bd. XVIII. S. 35 u. 147. 1884. Külz, Zeitschr. f. Biol. Bd. 20 S. 165. 1884.

3) Молочная кислота, найденная Minkowski'мъ въ мочѣ гусей, у которыхъ экстирпирована печень, была оптически активная мясомолочная кислота. Существуютъ, какъ извѣстно, 3 изомерныя молочныя кислоты: этиленмолочная ($CH_2[OH]CH_2COOH$) или гидракрилевая кислота, которая не доказана въ животномъ тѣлѣ, и объ этилиденмолочныя кислоты ($CH_3CH[OH]COOH$). Одна изъ этихъ послѣднихъ — молочная кислота броженія, образующаяся при броженіи молочнаго сахара въ молокѣ и углеводовъ въ кишечникѣ, оптически не дѣйствуетъ. Другая, мясомолочная кислота оптически дѣйствуетъ: она поворачиваетъ плоскость поляризаціи на право. Она получается изъ мышцъ (ср. лекц. 19) и часто ее находили въ патологическихъ продуктахъ; въ мочѣ при отравленіи фосфоромъ и атрофіи печени, въ костяхъ при размягченіи костей (Osteomalacia), въ потѣ при послѣродовой лихорадкѣ и въ различныхъ патологическихъ транссудатахъ. Самыя подробныя изслѣдованія изомерныхъ молочныхъ кислотъ произведены J. Wislicenus'омъ (Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 166. S. 3. 1873 u. Bd. 167. S. 302 u. 346. 1873) и E. Erlenmeyer'омъ (ibid. Bd. 158. S. 262. 1871 u. Bd. 191. S. 261. 1878.) Въ этихъ работахъ сопоставлена вся литература, относящаяся къ изомернымъ молочнымъ кислотамъ.

Minkowski допускаетъ, что амміакъ и молочная кислота происходятъ вѣроятно изъ одного и того-же источника — изъ бѣлка. Какъ уже было упомянуто, молочная кислота всегда была эквивалентна амміаку; количество ея увеличивалось съ увеличеніемъ бѣлка пищи и было совершенно независимо отъ количества введенныхъ углеводовъ; такимъ образомъ оно увеличивалось при тѣхъ же условіяхъ, при которыхъ увеличивается количество мочевой кислоты.

Изъ многочисленныхъ установленныхъ Minkowski'мъ фактовъ я желалъ-бы упомянуть еще слѣдующіе.

Въ нормальной мочѣ птицъ, вмѣстѣ съ амміакомъ и мочевой кислотою, составляющими большую часть азотистыхъ соединеній, всегда находится также и незначительное количество мочевины. Выдѣленный въ такомъ видѣ азотъ составляетъ приблизительно 2—4 % всего азота. Послѣ экстирпаціи печени отношеніе мочевины ко всему азоту оставалось безъ измѣненія. *Значитъ, появляющаяся въ мочѣ птицъ мочевина не образуется въ печени.* Изъ этого конечно ничего нельзя заключить относительно мѣста образованія мочевины у млекопитающихъ.

Если въ организмъ нормальныхъ птицъ будетъ искусственно введена мочевина, то азотъ послѣдней опять появится въ мочѣ, на основаніи вышеупомянутыхъ опытовъ Meyer'a и Jaffé, въ видѣ мочевой кислоты. Minkowski впрыскивалъ лишеннымъ печени гусямъ подъ кожу или въ желудокъ растворы мочевины: мочевина опять появлялась неизмѣненной въ мочѣ. И этотъ фактъ, кажется, говоритъ въ пользу того, что мочевая кислота образуется синтетически въ печени; однако онъ можетъ быть также истолкованъ иначе. Будемъ надѣяться, что опыты съ искусственнымъ пропусканіемъ крови черезъ вырѣзанную печень птицъ въ скоромъ времени прольютъ яркій свѣтъ на этотъ вопросъ.

Съ тѣмъ, что мочевая кислота или, покрайней мѣрѣ, часть ея образуется у птицъ въ печени, вполнѣ согласенъ фактъ, единогласно подтвержденный Meissner'омъ[1]) и Schröder'омъ[2]), а именно, что нормальное содержаніе мочевой кислоты у птицъ всегда больше въ печени, чѣмъ въ крови.

Во всѣхъ тканяхъ нашего тѣла, главнымъ образомъ въ

1) G. Meissner, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 31. S. 144. 1868.

2) W. v. Schröder, Beiträge zur Physiologie, Carl Ludwig zu seinem 70. Geburtstage gewidmet von seinen Schülern. Leipzig 1887. S. 98.

ядрахъ клѣтокъ, находятся въ незначительномъ количествѣ два богатыхъ азотомъ основанія, изъ эмпирической формулы которыхъ должно было-бы ожидать, что они стоятъ въ очень близкой генетической связи съ мочевою кислотою. Я говорю о **ксантинѣ** и **гипоксантинѣ** или саркинѣ[1]). Они отличаются отъ мочевой кислоты только своимъ меньшимъ содержаніемъ кислорода:

Мочевая кислота	$C_5H_4N_4O_3$
Ксантинъ	$C_5H_4N_4O_2$
Гипоксантинъ	$C_5H_4N_4O$

Тѣмъ не менѣе еще не удалось до сихъ поръ перевести эти три соединенія одно въ другое[2]). Кажется, что они совершенно различно построены[3]).

Въ тѣсной связи съ ксантиномъ находится третье соединеніе, появляющееся часто въ тканяхъ, какъ спутникъ ксантина и подобно послѣднему также отщепляющееся отъ нуклеина клѣточныхъ ядеръ; это — **гуанинъ**[4]) ($C_5H_5N_5O$). При дѣйствіи азотистой кислоты онъ превращается въ ксантинъ.

Въ новѣйшее время Kossel[5]) открылъ еще четвертое богатое азотомъ основаніе, служащее составною частью ядра клѣтки, и назвалъ его **аденіномъ**. Составъ аденина $C_5H_5N_5$, значитъ, онъ полимеренъ съ синильной кислотою и относится къ гипоксантину, какъ гуанинъ къ ксантину: отъ дѣйствія азотистой кислоты онъ превращается въ гипоксантинъ.

Ксантинъ въ незначительномъ количествѣ находится постоянно въ мочѣ человѣка[6]) и въ рѣдкихъ случаяхъ образуетъ мочевые камни.

1) Kossel, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 6. S. 422. 1882. Bd. 7. S. 7. 1882.

2) Сообщеніе Strecker'a, будто можно посредствомъ водорода in statu nascendi возстановить мочевую кислоту въ ксантинъ и гипоксантинъ, а гипоксантинъ окислить посредствомъ азотной кислоты въ ксантинъ, не могло быть подтверждено Emil'емъ Fischer'омъ (Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 17. S. 328—329. 1884. Ср. также Kossel, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 6. S. 428. 1882.

3) Относительно строенія ксантина см. Emil Fischer, Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 215. S. 253. 1882. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 15. S. 453. 1882 и Arm. Gautier, Compt. rend. T. 98. p. 1523. 1884. (Синтезъ ксантина.)

4) A. Kossel, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 7. S. 16. 1882. Bd. 8. S. 404. 1884.

5) Kossel, ibid. Bd. 10. S. 250. 1886.

6) Neubauer, Zeitschr. f. analytische Chemie. Bd. 7. S. 225. 1868.

Безъ сомнѣнія ксантинъ, гипоксантинъ, гуанинъ и аденинъ, извѣстные обыкновенно подъ общимъ названіемъ «ксантиновыхъ тѣлъ», принадлежатъ къ подготовительнымъ ступенямъ мочевины или мочевой кислоты. Содержаніе ихъ въ тканяхъ слишкомъ велико, а въ мочѣ слишкомъ ничтожно для того, чтобы можно было предположить, что они выдѣляются неизмѣненными. Гуанинъ подобно креатину — субституированный гуанидинъ. Всѣ доводы, приведенныя въ пользу превращенія креатина въ мочевину, могутъ быть примѣнены также и къ гуанину.

ЛЕКЦІЯ XVII-ая.

Отправленія почекъ и составъ мочи.

Въ предъидущей лекціи мы познакомились съ конечными продуктами, въ формѣ которыхъ большая часть азота оставляетъ наше тѣло черезъ почки. Но выдѣленіе азотистыхъ конечныхъ продуктовъ обмѣна веществъ не представляетъ однако единственной функціи почекъ. *Задача почекъ состоитъ вообще въ сохраненіи постояннаго состава крови, въ удаленіи изъ крови всего того, что не принадлежитъ къ нормальному составу ея, всякой ненормальной составной части и всякой нормальной, какъ только количество ея больше нормы.*

Эту функцію приписываютъ обыкновенно эпителіальнымъ клѣткамъ мочевыхъ канальцевъ. Но мнѣ кажется, что мы можемъ съ такимъ же правомъ думать о клѣткахъ стѣнокъ капилляровъ. Нѣтъ никакого основанія приписывать стѣнкамъ капилляровъ пассивную роль при процессѣ отдѣленія. Мы знаемъ, что онѣ состоятъ изъ клѣтокъ, придвинутыхъ другъ къ другу на подобіе мозаики, и что каждая изъ этихъ клѣтокъ сама по себѣ живое существо, организмъ, которому мы въ правѣ приписывать a priori такія-же сложныя отправленія, какъ и эпителіальнымъ клѣткамъ мочевыхъ канальцевъ.

Задача клѣтокъ стѣнокъ капилляровъ и эпителіальныхъ клѣтокъ состоитъ въ выдѣленіи такихъ веществъ, которыя не принадлежатъ къ нормальному составу крови, не заботясь ни о законахъ диффузіи и эндосмоса, ни о какихъ-бы то ни было степеняхъ растворимости. Онѣ выдѣляютъ все ненужное, излишнее: кристаллоидныя и коллоидныя, растворимыя и нерастворимыя, щелочныя и кислыя вещества.

Сахаръ и мочевина легко растворяются въ водѣ и легко просачиваются; они циркулируютъ постоянно съ кровью

черезъ капилляры почекъ. Сахаръ, — цѣнное пищевое вещество, — удерживается, а мочевина — конечный продуктъ, — выдѣляется. Цѣль ясна, причина неизвѣстна. О механическомъ объясненіи пока нечего и думать. Если количество сахара превышаетъ норму, то онъ тоже выдѣляется.

Бѣлковыя тѣла, какъ извѣстно, составляютъ главную составную часть плазмы крови, но они никогда не пропускаются здоровымъ эпителіемъ. Нормальные бѣлки плазмы только тогда переходятъ въ мочу, когда почечный эпителій измѣненъ вслѣдствіе патологическихъ процессовъ, или когда его питаніе нарушено вслѣдствіе угнетенной циркуляціи крови и задержаннаго подвоза кислорода [1]). Нормальный-же, достаточно питаемый эпителій препятствуетъ прохожденію нормальныхъ бѣлковъ плазмы. Это не зависитъ отъ коллоидности бѣлковъ, потому что, если ввести въ кровь бѣлокъ, не принадлежащій къ нормальному составу плазмы, какъ напр. куриный бѣлокъ, сыворотку другихъ животныхъ, — то онъ опять появляется въ мочѣ.

Да не только коллоидныя, но и абсолютно нерастворимыя, не смѣшивающіяся съ водою вещества выводятся, благодаря дѣятельности клѣтокъ, въ начала мочевыхъ канальцевъ, если они не принадлежатъ къ нормальному составу крови, какъ напр. постороннія жирныя тѣла: рыбій жиръ (печеночная ворвань), излишній холестеринъ, смолы и т. д.

Если кровь дѣлается слишкомъ щелочною — напр. вслѣдствіе сгоранія «растительнокислыхъ» щелочей въ углекислыя, — то почечныя клѣтки выдѣляютъ изъ крови избытокъ углекислыхъ щелочей. Если щелочность крови уменьшается — напр. вслѣдствіе освобожденія сѣрной и фосфорной кислоты при разложеніи бѣлка нуклеиновъ и лецитиновъ, — то почечныя клѣтки воспринимаютъ нейтральныя соли крови, разлагаютъ ихъ на кислыя и щелочныя, выдѣляютъ кислыя въ мочу, а щелочныя обратно въ кровь, пока не возстановится нормальная щелочность крови (ср. выше стр. 3—6, 9—12, 105—106, 160, 170—171 и 306).

Эпителіальныя клѣтки различныхъ отдѣловъ мочевыхъ канальцевъ имѣютъ, какъ извѣстно, различную форму и величину. Можно поэтому предположить, что различнымъ отдѣламъ мочевыхъ канальцевъ свойственны различныя

1) Heidenhain въ Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. V. Th. I. S. 337 и 371. Leipzig. Vogel. 1883.

отправленія, что извѣстныя составныя части мочи выдѣляются только въ одномъ отдѣлѣ, а другія въ другомъ. И въ самомъ дѣлѣ мы знаемъ, что карминъ, попадая въ кровь, выдѣляется въ Мальпигіеву капсулу[1]), индиго[2]) и красящее вещество желчи[3]) — въ извивающіеся канальцы и въ Генлеевы петли. Мочевая кислота находится у птицъ только въ извивающихся канальцахъ, но не въ другихъ отдѣлахъ[4]). Цѣль этого послѣдняго явленія ясна: если бы мочевая кислота выдѣлялась въ Мальпигіеву капсулу, то она оставалась-бы тамъ, образуя конкременты, между тѣмъ какъ кристаллы, выдѣлившіеся въ извивающіеся канальцы, постоянно выполаскиваются жидкостью, выдѣляющеюся въ Мальпигіеву капсулу.

Загадочнымъ является строеніе Мальпигіевыхъ клубочковъ: ни въ какой другой железѣ мы не видимъ подобнаго. Расширеніе артерій въ капиллярную систему и соединеніе ихъ вновь въ выходящій сосудъ, просвѣтъ котораго уже просвѣта входящаго, имѣетъ, повидимому, цѣлью замедлять потокъ крови и увеличивать давленіе. Но каково значеніе такого устройства для образованія мочи и какія составныя части образуются или выдѣляются въ Мальпигіевомъ клубочкѣ, — относительно этого мы пока не въ состояніи высказать даже какое-либо предположеніе. — Ни въ одномъ органѣ тѣла нельзя доказать вліянія кровянаго давленія на качество и количество образовавшагося транссудата[5]).

Прямое вліяніе нервной системы на эпителіальныя клѣтки, какое доказано для слюнныхъ железъ и какое вѣроятно тоже для остальныхъ пищеварительныхъ железъ, не могло быть пока еще доказано для почекъ. Почечные нервы, кажется, дѣйствуютъ только на сосуды. Эту разницу можно было предполагать уже a priori. Пищеварительныя железы образуютъ свое отдѣленіе изъ нормальныхъ составныхъ частей крови. Толчокъ къ усиленной дѣятельности

1) Chrzonszczewski, Virchow's Arch. Bd. 31. S. 189. 1864. Wittich, Arch. f. mikr. An. Bd. 11. S. 77. 1875.

2) Heidenhain, Arch. f. mikr. An. Bd. 10. S. 30. 1874. Pflüger's Arch. Bd. 9. S. 1. 1875.

3) Möbius, Arch. f. Heilk. Bd. 18. S. 84. 1877.

4) Wittich, Virchow's Arch. Bd. 10. S. 325. 1856. Н. Залѣскій, Unt. über den urämischen Process und die Function der Niere. Tübingen. 1865. S. 48. Meissner, Zeitschr. f. rat. Med. (3). Bd. 31. S. 183. 1867.

5) См. Пашутинъ, Arbeit. aus der physiol. Anstalt zu Leipzig 1872. S. 197 и Emminghaus, ibid. 1873. S. 50.

эпителіальныхъ клѣтокъ исходитъ при этомъ не изъ крови, а изъ пищеварительнаго канала, гдѣ ощущается потребность въ увеличенномъ отдѣленіи. Для этого необходимо посредничество нервныхъ проводовъ. Совсѣмъ другое мы видимъ въ почкахъ. Толчокъ къ увеличенной дѣятельности почечныхъ клѣтокъ долженъ исходить изъ ненормальныхъ, или изъ увеличенныхъ выше нормы составныхъ частей самой крови, удаленіе которыхъ составляетъ задачу дѣятельности почекъ. Для этого не нужны нервные проводы [1]).

Мы должны ожидать a priori, что дѣятельность почекъ совершается тѣмъ оживленнѣе, чѣмъ больше въ крови веществъ, предназначенныхъ къ выдѣленію, и чѣмъ больше то количество крови, которое протекаетъ черезъ почки въ единицу времени. Съ этимъ согласны всѣ наблюдавшіеся факты. То, что увеличиваетъ поперечный разрѣзъ почечныхъ сосудовъ и усиливаетъ скорость кровянаго тока — перерѣзываніе n. Splanchnici и раздраженіе спиннаго мозга — увеличиваетъ также и количество мочи, выдѣляющееся въ единицу времени. То, что уменьшаетъ поперечный разрѣзъ почечныхъ сосудовъ и ослабляетъ скорость тока — раздраженіе n. Splanchnici, механическое съуженіе почечной артеріи, перерѣзываніе шейнаго мозга, — уменьшаетъ также и количество мочи. Нѣтъ пока никакого основанія допустить прямое вліяніе давленія крови въ почечныхъ сосудахъ на отдѣленіе мочи.

Изъ этого обзора отправленія почекъ видно, что **составъ мочи** долженъ быть очень разнообразенъ и измѣнчивъ. Она содержитъ постоянно, кромѣ азотистыхъ конечныхъ продуктовъ, количество которыхъ зависитъ главнымъ образомъ отъ подвоза бѣлка и подвержено значительнымъ колебаніямъ, неорганическія соли, остающіяся при разложеніи органическихъ составныхъ частей пищи; далѣе она содержитъ сѣрную и фосфорную кислоты, образующіяся вслѣдствіе окисленія и расщепленія бѣлковыхъ веществъ — нуклеиновъ и лецитиновъ; наконецъ, она содержитъ еще извѣстные трудно окисляющіеся безъазотистые продукты обмѣна веществъ, а именно ароматическія соединенія и щавелевую кислоту. Кромѣ веществъ, находящихся въ большемъ количествѣ и изслѣ-

1) Cp. W. von Schröder, Ueber die Wirkung des Coffeïns als Diureticum. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XXII. S. 39. 1886.

дованныхъ точнѣе, моча содержитъ еще много веществъ, которыя появляются въ очень незначительномъ количествѣ и поэтому еще мало извѣстны. Сюда слѣдуетъ еще отнести много веществъ, появляющихся не регулярно, а по временамъ при нѣкоторыхъ, въ большинствѣ случаевъ еще неизвѣстныхъ, нормальныхъ и патологическихъ условіяхъ, — наконецъ, еще различныя вещества, которыя введены въ тѣло случайно или вмѣстѣ съ лѣкарствами и не успѣли разрушиться.

Для того, чтобы дать картину состава нормальной мочи, я позволю себѣ привести два анализа, которые я произвелъ съ мочою одного и того-же здороваго молодаго человѣка при животной и при растительной пищѣ[1]). Почти всѣ составныя части мочи, появляющіяся въ нормальномъ состояніи въ большемъ количествѣ, были здѣсь опредѣлены. Одна моча была собрана на второй день при двудневномъ питаніи исключительно говядиною. Говядина была зажарена и съѣдена съ небольшимъ количествомъ поваренной соли; питьемъ служила только колодезная вода. Другая моча была собрана на второй день при питаніи исключительно пшеничнымъ хлѣбомъ, масломъ, незначительнымъ количествомъ поваренной соли и колодезною водою.

Составъ суточной мочи при питаніи:

	Мясомъ.	Хлѣбомъ.
Объемъ	1672 Ccm.	1920 Ccm.
Мочевины . . .	67,2 grm.	20,6 grm.
Мочевой кислоты .	1,398 „	0,253 „
Креатина . . .	2,163 „	0,961 „
K_2O	3,308 „	1,314 „
Na_2O	3,991 „	3,923 „
CaO	0,328 „	0,339 „
MgO	0,294 „	0,139 „
Cl	3,817 „	4,996 „
SO_3[2])	4,674 „	1,265 „
P_5O_2	3,437 „	1,658 „

1) Насколько мнѣ извѣстно, въ физіологической литературѣ нѣтъ анализа мочи, при которомъ были бы опредѣлены всѣ важнѣйшія составныя части въ одной и той же мочѣ. Поэтому я позволю себѣ сообщить эти анализы, произведенные мною по случаю одного опыта надъ обмѣномъ веществъ и до сихъ поръ еще не опубликованные.

2) Была опредѣлена вся сѣрная кислота, включая и парную. Моча была нагрѣта до кипяченія съ соляною кислотою и хлористымъ баріемъ.

Въ обоихъ случаяхъ моча имѣла сильную кислую реакцію. Если вычислить эквивалентъ сильныхъ кислотъ и основаній, то найдемъ, что въ обоихъ случаяхъ моча содержала сѣрную кислоту и хлоръ въ количествѣ, достаточномъ для насыщенія всѣхъ неорганическихъ солей:

3,308 K_2O	= 2,177 Na_2O		3,817 Cl	= 3,337 Na_2O	
3,991 Na_2O	= 3,991 „		4,674 SO_3	= 3,622 „	
0,328 CaO	= 0,364 „			6,959 Na_2O	
0,294 MgO	= 0,455 „				
	6,987 Na_2O		4,996 Cl	= 4,368 Na_2O	
1,314 K_2O	= 0,865 Na_2O		1,265 SO_3	= 0,980 „	
3,923 Na_2O	= 3,923 „			5,348 Na_2O	
0,339 CaO	= 0,376 „				
0,139 MgO	= 0,216 „				
	5,380 Na_2O				

Кромѣ сѣрной и соляной кислоты моча въ обоихъ случаяхъ содержала еще значительныя количества фосфорной и мочевой кислоты, а кромѣ того еще немного гиппуровой и щавелевой кислоты. Значитъ, въ томъ и другомъ случаѣ она должна была-бы содержать свободныя минеральныя кислоты, еслибы организмъ не имѣлъ въ своемъ распоряженіи слѣдующихъ средствъ для предупрежденія появленія сильныхъ кислотъ въ свободномъ состояніи въ мочѣ. Во первыхъ, образованіе амміака (ср. выше стр. 310—311). Въ приведенныхъ анализахъ не былъ къ сожалѣнію опредѣленъ амміакъ. Нормальная моча содержитъ его обыкновенно 0,4—0,9 grm. Для того, чтобы превратить 1,66 grm. фосфорной кислоты мочи, при питаніи хлѣбомъ, въ кислую амміачную соль, достаточно 0,4 grm. NH_3; 3,44 grm. P_2O_5 мочи, при питаніи мясомъ, эквивалентны 0,8 grm. амміака. Другимъ средствомъ для уменьшенія кислотности мочи служитъ превращеніе нейтральнаго креатина въ сильно основный креатининъ. 2,2 grm. креатинина въ мочѣ соотвѣтствуетъ 0,6 grm. натра и могутъ, значитъ, насытить значительное количество кислотъ. Наконецъ, кислотность мочи уменьшается еще тѣмъ, что часть сѣрной кислоты превращается вслѣдствіе парнаго соединенія съ ароматическими соединеніями изъ

двуосновной въ одноосновную кислоту (ср. выше стр. 268 и ниже стр. 347—349 и лекц. 18).

Нормальная моча дѣлается щелочною лишь послѣ принятія растительныхъ пищевыхъ веществъ, которыя содержатъ калійныя соли сгораемыхъ кислотъ. Особенно богаты ими кислые фрукты и ягоды: они содержатъ кислыя калійныя соли виннокаменной, лимонной, яблочной и другихъ органическихъ кислотъ. Послѣ сгоранія кислотъ калій появляется въ мочѣ въ видѣ углекислой соли. Моча имѣетъ сильно щелочную реакцію и шипитъ отъ прибавленія кислотъ. Сильно щелочная моча отдѣляется, далѣе, послѣ потребленія картофеля, потому что картофель бѣденъ бѣлками (вслѣдствіе чего онъ даетъ мало сѣрной кислоты) и богатъ яблочнокислымъ каліемъ, который сгораетъ въ углекислый. Важнѣйшія-же растительныя пищевыя вещества — хлѣба и бобовыя — доставляютъ такую-же кислую мочу, какъ и мясо, потому что они богаты бѣлками и соединеніями фосфора.

Это даетъ нѣкоторый намекъ на діэту лицъ, предрасположенныхъ къ образованію въ пузырѣ мочекислаго песка и мочекислыхъ конкрементовъ. Мы, правда, не имѣемъ еще, какъ я уже изложилъ (стр. 319—322), яснаго понятія о всѣхъ условіяхъ осажденія мочевой кислоты, но знаемъ, что кромѣ обилія мочевой кислоты принимается во вниманіе кислотность мочи. Паціенты должны, слѣдовательно, избѣгать потребленія такихъ пищевыхъ веществъ, очень богатыхъ бѣлками и бѣдныхъ основаніями, которыя могли бы быть насыщены образующимися изъ бѣлка кислотами: мочевою и сѣрною. Въ этомъ отношеніи сыръ кажется мнѣ самымъ вреднымъ пищевымъ веществомъ. При приготовленіи сыра основныя щелочныя соли переходятъ въ сыворотку, а казеинъ даетъ при своемъ сгораніи въ организмѣ большія количества мочевой, сѣрной и фосфорной кислотъ, которыя недостаточно насыщаются основаніями. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Саксоніи, въ Альтенбургскомъ округѣ, гдѣ сельское населеніе потребляетъ много сыра, часто встрѣчаются въ мочевомъ пузырѣ камни изъ мочевой кислоты [1]). Въ Швейцаріи камни мочеваго пузыря рѣдки,

1) Lehmann, Sitzungsber. der Ges. f. Natur- und Heilkunde zu Dresden 1868. S. 56. Многочисленныя сообщенія относительно географическаго распространенія каменной болѣзни приведены въ работѣ W. Ebstein'a, Die Natur und Behandlung der Harnsteine. Wiesbaden 1884. S. 145—156.

хотя и тамъ народъ потребляетъ много сыра, можетъ быть, потому, что на ряду съ сыромъ онъ потребляетъ много фруктовъ. Очень кислую и богатую мочевою кислотою мочу даютъ далѣе соленыя рыбы и соленое мясо, потому что при соленіи основныя соли — основная фосфорнокислая и углекислая щелочь — переходятъ въ разсолъ и на ихъ мѣсто поступаетъ нейтральная поваренная соль. Русскіе врачи разсказывали мнѣ, что въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Россіи, гдѣ народъ потребляетъ много соленой рыбы, часто появляются мочевые камни. Если хотятъ подвозомъ щелочей препятствовать образованію мочекислыхъ осадковъ въ пузырѣ или постепенно растворять образовавшіеся уже конкременты, то раціональнѣе рекомендовать потребленіе фруктовъ и картофеля, чѣмъ потребленіе щелочныхъ минеральныхъ водъ, относительно которыхъ мы не знаемъ, какія нарушенія можетъ вызвать продолжительное ихъ потребленіе. Такъ-какъ литіевая соль мочевой кислоты легче растворяется въ водѣ, чѣмъ натріевая или каліевая, то думали, что противъ мочекислаго діатеза нужно давать нѣсколько дециграммовъ углекислаго литія или же минеральныя воды, содержащія въ литрѣ одинъ центиграммъ литія. Этою наивною идеею игнорируется вполнѣ законъ Berthollet'a. Мы знаемъ, что въ растворахъ основаній и кислотъ каждая кислота распредѣляется на всѣ основанія соотвѣтственно ихъ массамъ. Такимъ образомъ, лишь весьма незначительная часть мочевой кислоты будетъ связана съ литіемъ; большая же часть ея связывается съ относительно такимъ же большимъ количествомъ натрія, которое мы вводимъ въ видѣ поваренной соли. Большая-же часть литія появится въ мочѣ, связанная съ хлоромъ поваренной соли, съ сѣрною и фосфорною кислотою. Растворимость мочевой кислоты отъ этого не увеличится.

При патологическихъ условіяхъ моча, какъ извѣстно, можетъ сдѣлаться щелочною вслѣдствіе превращенія мочевины въ углекислый аммоній. Мы знаемъ, что послѣдній постоянно появляется въ выдѣлившейся мочѣ при долгомъ стояніи ея на воздухѣ, и что это превращеніе зависитъ отъ извѣстныхъ бактерій [1]). Если

1) См. P. Cazeneuve et Ch. Livon, Compt. rend. T. 85. p. 571. 1877. R. v. Jaksch, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 395. 1881. W. Leube, Sitzungsber. d. phys. med. Soc. zu Erlangen vom 10. Nov. 1884.

эти организмы попадаютъ въ мочевой пузырь, то превращеніе совершается уже тамъ, моча дѣлается щелочною, а щелочныя земли, которыя были растворены въ кислой мочѣ, осаждаются въ видѣ фосфорнокислой извести и фосфорнокислой амміакъ-магнезіи. Это можетъ повести къ образованію мочевыхъ камней.

Вотъ все, что можно было сказать относительно реакціи мочи и тѣхъ веществъ, отъ которыхъ она зависитъ. Мы познакомились со всѣми тѣми составными частями, которыя въ значительномъ количествѣ входятъ въ составъ нормальной мочи. Мнѣ остается еще поговорить о нѣкоторыхъ изъ безчисленныхъ веществъ, появляющихся на ряду съ ними въ незначительномъ количествѣ; значеніе и происхожденіе ихъ намъ уже до нѣкоторой степени извѣстно.

Прежде всего поговоримъ о **красящихъ веществахъ мочи.** Поразительное разнообразіе въ окраскѣ мочи при различныхъ нормальныхъ и патологическихъ условіяхъ обратило уже давно на себя вниманіе врачей. Думали воспользоваться этимъ различіемъ въ окрашиваніи для діагностическихъ цѣлей. Но многочисленныя старанія химически изолировать соотвѣтствующія красящія вещества и изучить ихъ свойства не увѣнчались успѣхомъ, потому что количество ихъ всегда незначительно. Поэтому должны были пока довольствоваться обозначеніемъ этихъ многочисленныхъ красящихъ веществъ латинскими и греческими названіями. Не хочу утомлять читателей перечисленіемъ всѣхъ этихъ названій, потому что я бы вѣдь не могъ сказать о нихъ ничего опредѣленнаго и достовѣрнаго.

Объ одномъ тдлько красящемъ веществѣ мочи я намѣренъ поговорить подробнѣе, потому что это единственное, составъ котораго намъ извѣстенъ, и потому что мы знаемъ, какъ оно образуется въ нашемъ тѣлѣ. Я имѣю въ виду **уробилинъ**, открытый Jaffé [1]). Jaffé находилъ постоянно

S. 4 и Virchow's Arch. Bd. 100. S. 540. 1885. Ферментъ можно извлечь изъ бактерій, но при жизни послѣднія не отдаютъ его окружающей жидкости. См. Musculus, Compt. rend. T. 78. p. 132. 1874 и Pflüger's Arch. B. 12. S. 214. 1876. A. Sheridan Lea, Journ. of physiol. Vol. 6. p. 136. 1885. Такимъ образомъ кажется, что при превращеніи мочевины въ углекислый аммоній химическая сила напряженія превращается въ живую силу, и что эта живая сила играетъ роль въ жизненномъ процессѣ ферментныхъ организмовъ. (с. выше стр. 180—181.)

1) M. Jaffé, Virchow's Arch. Bd. 47. S. 405. 1869 и Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1868. S. 241. 1869. S. 177 и 1871. S. 465.

это краснобурое красящее вещество въ нормальной мочѣ и въ нѣсколько большемъ количествѣ въ лихорадочной мочѣ. Вещество это характерно по своему спектру поглощенія и по зеленой флуоресценціи, принимаемой амміачнымъ его растворомъ, а именно послѣ прибавленія двухлористаго цинка. Составъ этого красящаго вещества, добытаго изъ мочи лишь въ весьма незначительномъ количествѣ, остался бы неизвѣстнымъ, еслибы Maly [1]) не удалось добыть его искусственно дѣйствіемъ возрождающагося водорода на главное красящее вещество желчи — билирубинъ. Этимъ объясняется постоянное присутствіе уробилина въ содержимомъ кишекъ, потому что и въ кишечникѣ возрождающійся водородъ дѣйствуетъ постоянно, какъ мы видѣли, на красящее вещество желчи. Человѣческія испражненія окрашены въ бурый цвѣтъ, главнымъ образомъ, благодаря уробилину, и не содержатъ по большей части никакого другаго неизмѣненнаго красящаго вещества желчи. Возможно, что и уробилинъ, появляющійся въ мочѣ, происходитъ изъ кишечника. Но насъ ничто не заставляетъ дѣлать подобное предположеніе. Уробилинъ могъ бы образоваться также и въ другихъ органахъ. Въ самомъ дѣлѣ, Jaffé нашелъ уробилинъ въ желчи человѣка. Въ послѣдствіи Hoppe-Seyler [2]) показалъ, что и изъ гематина можно добыть уробилинъ, дѣйствуя на гематинъ водородомъ in statu nascendi. Изъ этого явствуетъ, что эти три красящихъ вещества стоятъ другъ къ другу въ слѣдующей простой генетической связи [3]).

Гематинъ . . .	$C_{32}H_{32}N_4O_4Fe$
Билирубинъ . .	$C_{32}H_{36}N_4O_6$
Уробилинъ . . .	$C_{32}H_{40}N_4O_7$

Къ красящимъ веществамъ мочи причисляется обыкновенно также **красящее вещество индиго** [4]), хотя оно появляется въ мочѣ не какъ таковое, а въ безцвѣтномъ соединеніи въ видѣ индоксилсѣрнокислой щелочи [5]). Если смѣшать

1) R. Maly, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1871. Nr. 54. Ann. d. Chem. Bd. 163. S. 77. 1872.

2) Hoppe-Seyler, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 7. S. 1065. 1874.

3) Объ этой генетической связи будетъ сказано подробнѣе въ слѣдующей лекціи. Тамъ-же будетъ сказано и о появленіи въ мочѣ красящихъ веществъ крови и желчи при патологическихъ условіяхъ.

4) О синтезѣ и химическомъ строеніи индиго см. Adolf Baeyer, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 13. S. 2254. 1880 и Bd. 14. S. 1741. 1881.

5) E. Baumann u. L. Brieger, Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 3. S. 254. 1879. Тамъ же указана прежняя литература относительно индигообразующаго вещества мочи.

мочу съ концентрированною соляною кислотою и съ какимъ-нибудь окисляющимъ веществомъ — хлорною известью, бромною водою —, то спаренная сѣрная кислота расщепляется, и индоксилъ окисляется въ индиго:

$$2C_8H_6NKSO_4 + O_2 = C_{16}H_{10}N_2O_2 + 2HKSO_4$$

Индоксилсѣрнокислый калій. Синее индиго.

Количество образовавшагося такимъ образомъ индиго большею частью весьма незначительно, но въ человѣческой мочѣ оно рѣдко отсутствуетъ совершенно. При взбалтываніи этого красящаго вещества съ хлороформомъ получается красивый голубой растворъ.

Въ происхожденіи индиго въ животномъ тѣлѣ мы не можемъ сомнѣваться. Мы знаемъ, что простѣйшее вещество всей группы индиго — индолъ — отщепляется изъ бѣлка вслѣдствіе гніенія подъ вліяніемъ бактерій и постоянно находится въ содержимомъ кишекъ [1]). Всосавшійся индолъ окисляется въ тканяхъ въ индоксилъ. Этотъ процессъ вполнѣ аналогиченъ окисленію бензола въ фенолъ:

$$C_8H_7N + O = C_8H_6(OH)N$$

Индолъ. Индоксилъ.

Но индоксилъ соединяется съ сѣрною кислотою подобно большей части ароматическихъ гидроксилированныхъ соединеній — фенолу, крезолу, бренцкатехину и. т. п. — при отдѣленіи воды (ср. выше стр. 268). Jaffé [2]) показалъ, что послѣ подкожной инъекціи индола парное соединеніе индоксила появляется въ обильномъ количествѣ въ мочѣ.

Соединеніе индоксила появляется далѣе въ значительномъ количествѣ въ мочѣ при Ileus. Очень возможно, что этимъ появленіемъ большихъ количествъ индиго можно было бы воспользоваться для діагностическихъ цѣлей, что по этому признаку можно было бы узнать, въ какой части кишечника наступило закупореніе. Jaffé показалъ, что послѣ перевязки тонкихъ кишекъ у собакъ наступало увеличенное

1) S. Radziejewski, Du Bois's Arch. 1870. S. 37. W. Kühne, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 8. S. 206. 1875. Nencki, ibid. Bd. 8. S. 336. 1875. Salkowski, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 417 и Bd. 9. S. 8. 1884.

2) M. Jaffé, Virchow's Arch. Bd. 70. S. 72. 1877.

выдѣленіе соединенія индоксила, но не послѣ перевязки толстыхъ кишекъ. Это объясняется тѣмъ, что бѣлокъ, доставляющій матеріалъ для образованія индола, не попадаетъ въ толстыя кишки, а всасывается еще раньше. При перевязкѣ-же тонкихъ кишекъ бѣлокъ застаивается и подвергается гніенію. Соотвѣтственно этому Jaffé наблюдалъ увеличенное выдѣленіе индиго и у человѣка только при закрытіи тонкихъ кишекъ, а не при копростазахъ въ толстыхъ кишкахъ.

Подобно индолу образуются и всѣ остальныя ароматическія соединенія, которыя появляются въ мочѣ въ видѣ **парныхъ сѣрныхъ кислотъ** вслѣдствіе гніенія бѣлка въ кишечникѣ. Baumann[1]) показалъ, что если прочистить и продезинфицировать кишечникъ собаки дачею внутрь каломеля, то парныя сѣрныя кислоты совершенно исчезаютъ изъ мочи.

Спрашивается теперь: гдѣ, въ какихъ органахъ совершается парное соединеніе образовавшихся въ кишечникѣ ароматическихъ соединеній съ сѣрною кислотою? Не подлежитъ сомнѣнію, что оно не совершается въ почкахъ, потому-что послѣ введенія фенола фенилсѣрная кислота находится въ крови[2]).

Фенолъ — сильный ядъ. Но фенилсѣрнокислая соль не дѣйствуетъ ядовито. Поэтому Baumann рекомендуетъ сѣрнокислый натрій какъ противоядіе при отравленіяхъ феноломъ; онъ нашелъ, что собаки, которымъ вводятъ фенолъ обмазываніемъ кожи, лучше переносятъ этотъ ядъ и образуютъ больше фенилсѣрной кислоты, если дать имъ внутрь одновременно сѣрнокислаго натрія. Этого нельзя было бы объяснить, еслибы парное соединеніе совершалось лишь въ почкахъ.

Въ печени Baumann нашелъ гораздо больше парной сѣрной кислоты, чѣмъ въ крови. Этимъ дѣлается вѣроятнымъ то, что въ печени совершается синтезъ, что ядовитыя ароматическія соединенія, прибывающія изъ кишечника, подвергаются тамъ превращенію въ безвредныя соединенія

1) E. Baumann, Die aromatischen Verbindungen im Harne und die Darmfäulniss, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 10. S. 123—133. 1886. Рекомендую эту краткую и ясную работу въ особенности начинающимъ. Исходя отъ нея, легко найти путь ко всей литературѣ, касающейся вопроса о роли ароматическихъ соединеній въ животномъ тѣлѣ.

2) Baumann, Pflüger's Arch. Bd. 13. S. 285. 1876.

раньше, чѣмъ они попадаютъ въ общій потокъ крови (ср. ниже лекц. 18).

Въ нашемъ обзорѣ мы до сихъ поръ познакомились лишь съ двоякаго рода сѣрнистыми соединеніями, какъ съ составными частями мочи: съ солями обыкновенной двуосновной сѣрной кислоты и одноосновныхъ парныхъ сѣрныхъ кислотъ. Количество сѣрной кислоты, появляющееся въ послѣднемъ видѣ, составляетъ въ мочѣ человѣка среднимъ числомъ $^1/_{10}$ количества непарной сѣрной кислоты [1]). Но количество сѣрнистыхъ соединеній въ мочѣ гораздо больше. Если осадить подкисленную уксусною кислотою мочу хлористымъ баріемъ, то осаждается простая сѣрная кислота. Если теперь нагрѣть этотъ фильтратъ, сильно подкисленный соляною кислотою, до кипяченія, то парныя сѣрныя кислоты расщепляются, и эта часть сѣрной кислоты также осаждается въ видѣ баритовой сили. При испареніи полученнаго при этомъ фильтрата и сплавленіи его съ селитрою получается еще значительное количество сѣрной кислоты. Эта третья группа сѣрнистыхъ соединеній содержитъ у человѣка приблизительно 10—20% всей сѣры, выдѣлившейся въ мочѣ. Количество этихъ органическихъ сѣрнистыхъ соединеній еще значительнѣе у собаки и кролика [2]). Что-же мы знаемъ объ этихъ органическихъ сѣрнистыхъ соединеніяхъ? Каково ихъ отношеніе съ одной стороны къ бѣлку, а съ другой — къ сѣрной кислотѣ?

Пока можно еще немного сказать въ отвѣтъ на эти вопросы. Попытаемся сопоставить и обозрѣть наши отрывочныя свѣдѣнія.

Я уже упомянулъ, что мы принуждены допустить, что въ молекулѣ бѣлка находятся по крайней мѣрѣ два атома сѣры: окисляющійся и неокисляющійся. Если нагрѣть бѣлокъ съ калійнымъ щелокомъ, то одинъ атомъ сѣры отщепляется въ видѣ сѣрнистаго калія, а другой въ видѣ сѣрнокислаго калія. Между органическими продуктами расщепленія бѣлка въ тѣлѣ мы встрѣчаемъ окисленный

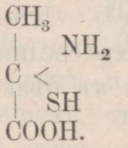
1) R. v. d Velden, Virchow's Arch. Bd. 70. S. 343. 1877.

2) См. Voit und Bischoff, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. Leipzig 1860. S. 279. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. I. S. 127—129. 1865. Bd. 10. S. 216. Anm. 1874. Salkowski, Virchow's Arch. Bd. 58. S. 460. 1873. Kunkel, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 344. 1877. R. Lépine, Guérin et Flavard, Revue de médecine T. I. p. 27 et 911. 1882.

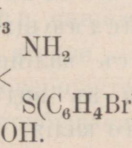
атомъ сѣры въ видѣ **таурина**, а неокисленный въ видѣ **цистина**. Если кипятить цистинъ со щелочнымъ растворомъ окиси свинца, то осаждается черный сѣрнистый свинецъ. Таурин, съ которымъ мы уже (стр. 203) познакомились, какъ съ амидоэтилсульфокислотою, не можетъ, конечно, дать этой реакціи.

Составъ **цистина** $C_3H_6NSO_2$[1]). Въ нормальномъ организмѣ онъ не встрѣчается[2]). Только при нѣкоторыхъ, точнѣе еще неизвѣстныхъ, ненормальныхъ условіяхъ весьма значительная часть выдѣлившейся сѣры появляется въ мочѣ въ видѣ цистина.

Кажется, однако, что и при нормальномъ обмѣнѣ веществъ появляется какъ промежуточная ступень при образованіи сѣрнистыхъ конечныхъ продуктовъ соединеніе, близко стоящее къ цистину, но отличающееся отъ него тѣмъ, что оно содержитъ однимъ атомомъ водорода больше, — это цистеинъ. Онъ появляется въ мочѣ собакъ послѣ введенія бромбензола въ формѣ субституированнаго цистеина. Baumann[3]), которому мы обязаны самыми тщательными изслѣдованіями относительно происхожденія цистина, разсматриваетъ цистеинъ. какъ молочную кислоту, въ которой одинъ H замѣщенъ NH_2, а OH — SH:



Субституированный цистеинъ, появляющійся въ мочѣ послѣ введенія бромбензола, расщепляется при кипяченіи съ разведенными кислотами при воспринятіи воды на уксусную кислоту и бромфенилцистеинъ:

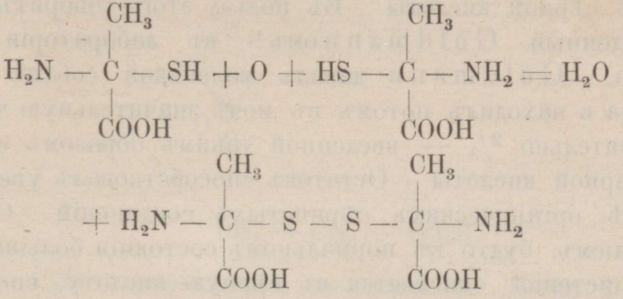


1) E. Külz, Zeitschr. f. Biol. Bd. 20. S. 1. 1884.

2) Stadelmann, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9. S. 129. 1884.

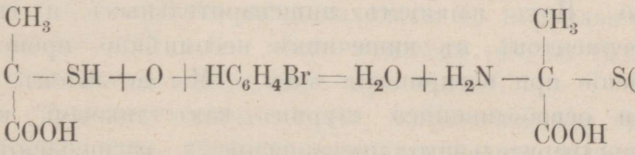
3) E. Baumann und C. Preusse, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 12. S. 806. 1879. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 5. S. 309. 1881. M. Jaffé, Ber. d. deutsch chem. Ges. Bd. 12. S. 1092. 1879. Baumann, ibid. Bd. 15. S. 1731. 1882. Zeitschr. f. physiol Chem. Bd. 8. S. 299. 1884. Ср. также E. Goldmann, ibid. Bd. 9. S. 260. 1884.

Baumann добылъ цистеинъ изъ цистина, дѣйствуя водородомъ in statu nascendi. При дѣйствіи атмосфернаго кислорода цистеинъ опять превращается въ цистинъ.



Приведенная эмпирическая формула цистина должна быть, слѣдовательно, удвоена: $C_6H_{12}N_2S_2O_4$. Образованіе цистина въ животномъ тѣлѣ есть, по всей вѣроятности, тоже синтетическій процессъ, и возможно, что 2 бѣлковыхъ молекула доставляютъ всегда матеріалъ для образованія одного молекула цистина.

Образованіе бромфенилцистеина было бы поэтому процессомъ, вполнѣ аналогичнымъ образованію цистина. При этомъ одинъ атомъ кислорода отнялъ бы у цистеина и бромбензола по одному атому водорода и привелъ бы въ сцѣпленіе освобождающіяся единицы сродства.



Цистинъ трудно растворяется въ водѣ; поэтому онъ появляется въ мочѣ всегда въ видѣ осадка, какъ мочевой песокъ, и ведетъ иногда къ образованію очень рѣдкихъ камней мочеваго пузыря. Есть лица, у которыхъ значительная часть сѣры — приблизительно $^1/_4$ — постоянно выдѣляется въ видѣ цистина, при чемъ не замѣтно никакихъ сопряженныхъ съ этимъ измѣненій. Эта рѣдкая аномалія обмѣна веществъ появляется иногда, можетъ быть, какъ наслѣдственная болѣзнь у многихъ членовъ одной и той-же семьи [1]).

1) Сопоставленіе всѣхъ описанныхъ случаевъ цистинуріи находится у F. W. Beneke, Grundlinien der Pathologie des Stoffwechsels. Berlin. 1874. S. 255 ff. Ср. далѣе A. Niemann, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. XVIII. S 232. 1876. W. F. Löbisch, Liebig's Ann. Bd. 182. S. 231. 1876. W.

При нормальныхъ обстоятельствахъ цистинъ или его предварительная ступень — цистеинъ расщепляется далѣе и окисляется, и большая часть его сѣры появляется въ мочѣ въ видѣ сѣрной кислоты. Въ пользу этого говоритъ опытъ, произведенный Goldmann'омъ[1]) въ лабораторіи Baumann'a. Goldmann давалъ маленькой собакѣ 2 grm. цистеина и находилъ потомъ въ мочѣ значительную часть — приблизительно $^2/_3$ — введенной такимъ образомъ сѣры въ видѣ сѣрной кислоты. Остатокъ способствовалъ увеличенію въ мочѣ органическихъ сѣрнистыхъ соединеній. Съ предположеніемъ, будто въ нормальномъ состояніи большая часть сѣры цистеина окисляется въ сѣрную кислоту, вполнѣ согласно наблюденіе, что при цистинуріи у человѣка моча имѣетъ большею частью щелочную или слабо кислую реакцію.

Относительно судьбы **таурина** ($CH_2(NH_2) — CH_2SO_3H$) мы не знаемъ ничего достовѣрнаго. Я уже упомянулъ, что количество сѣры, встрѣчающееся въ желчи въ видѣ таурина, составляетъ лишь малую часть сѣры разложившагося бѣлка и при увеличенномъ подвозѣ бѣлка увеличивается лишь незначительно (ср. стр. 207). Поэтому сомнительно, образуется-ли изъ каждаго распадающагося молекула бѣлка молекулъ таурина. Въ желчи тауринъ спаренъ съ холалевою кислотою. Подъ вліяніемъ пищеварительныхъ и гнилостныхъ ферментовъ въ кишечникѣ несомнѣнно происходитъ расщепленіе при воспринятіи воды. Мы не знаемъ, всасывается-ли освободившійся тауринъ какъ таковой, или же послѣ предварительнаго превращенія — расщепленія, возстановленія. Ни въ калѣ, ни въ мочѣ не удалось его до сихъ поръ доказать съ достовѣрностью. Опыты[2]), произведенные съ цѣлью узнать что-нибудь относительно дальнѣйшей судьбы таурина искусственнымъ введеніемъ его въ организмъ, не дали удовлетворительныхъ результатовъ. Если дать человѣку или собакѣ большія количества таурина, то всасываніе совершается недостаточно медленно для того, чтобы сдѣлать возможнымъ полное превращеніе въ нор-

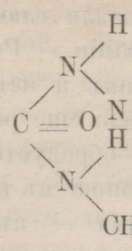
---

Ebstein, „Die Natur und Behandlung der Gicht.“ Wiesbaden 1882. S. 130. u. „Die Natur und Behandlung der Harnsteine“. Wiesbaden 1884. S. 172. Stadthagen, Virchow's Arch. Bd. 100. S. 416. 1885.

1) E. Goldmann, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 9. S. 269. 1885.

2) E. Salkowski, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 6. S. 744, 1191 u. 1312. 1873. Virchow's Arch. Bd. 58. S. 460. 1873.

мальные конечные продукты: одна часть таурина появляется въ мочѣ, какъ таковая, другая въ видѣ субституированной мочевины:



$$CH_2 - CH_2 - SO_3H.$$

Эта субституированная мочевина не могла быть съ увѣренностью доказана въ нормальной мочѣ. Въ организмѣ кролика она не образуется даже послѣ искусственнаго введенія таурина. У этихъ животныхъ почти вся сѣра введеннаго таурина появляется опять въ мочѣ въ видѣ сѣрной и **сѣрноватистой кислотъ.** Но превращеніе въ сѣрноватистую кислоту наступаетъ только послѣ введенія таурина въ желудокъ. Если-же впрыснуть его подъ кожу, то онъ появляется въ мочѣ большею частью въ неизмѣненномъ видѣ. Сѣрноватистая кислота образуется очевидно при процессахъ возстановленія въ кишечникѣ. Въ нормальной мочѣ кролика сѣрноватистая кислота до сихъ поръ еще не была найдена, но за то ее часто находятъ въ нормальной мочѣ кошки и собаки[1]). Въ мочѣ человѣка она до сихъ поръ наблюдалась только одинъ разъ при тифѣ.[2])

Къ сѣрнистимъ соединеніямъ, встрѣчающимся въ мочѣ, принадлежитъ еще **сѣрнистосинеродистая** или **родановодородистая кислота**[3]) (CNSH). Gscheidlen находилъ эту кислоту постоянно въ мочѣ людей, лошадей, рогатаго скота, собакъ, кошекъ и кроликовъ. Одинъ литръ мочи человѣка содержалъ среднимъ числомъ 0,02 grm. Munk нашелъ среднимъ числомъ изъ трехъ опредѣленій 0,08 grm. Въ крови собакъ были также найдены роданистыя соли. Gscheidlen доказалъ, что онѣ происходятъ отъ

1) O. Schmiedeberg, Arch. d. Heilk. Bd. 8. S. 422. 1867. Meissner, Zeitschr. f. rat. Med. 3. Reihe. Bd. 31. S. 322. 1868.

2) Ad. Strümpell, Arch. d. Heilk. Bd. 17. S. 390. 1876.

3) Leared, Proc. of the roy. society of London. Vol. 16. p. 18. 1870. R. Gscheidlen, Tageblatt d. 47. Vers. d. Naturf. u. Aerzte in Breslau. 1874. S. 98 u. Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 401. 1877. E. Külz, Sitzungsb. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturw. in Marburg 1875. S. 76. J. Munk, Virchow's Arch. Bd. 69. S. 354. 1877.

слюнныхъ железъ. Въ слюнѣ млекопитающихъ постоянно находятся малыя количества родана. Gscheidlen и Heidenhain перерѣзывали у собакъ всѣ выводные протоки слюнныхъ железъ и «заставляли слюну вытекать черезъ раны, незашитыя послѣ операціи.» Роданистый калій исчезалъ тогда какъ изъ крови, такъ и изъ мочи. Слюна же, вытекавшая изъ ранъ, содержала еще роданъ. Значитъ, при нормальныхъ условіяхъ роданъ образуется въ слюнныхъ железахъ, попадаетъ вмѣстѣ со слюною въ пищеварительный каналъ, а затѣмъ путемъ всасыванія — въ кровь и мочу. О значеніи этихъ малыхъ количествъ родана при функціяхъ слюны или при какихъ — нибудь другихъ явленіяхъ въ организмѣ мы ничего не знаемъ.

Изъ органическихъ составныхъ частей мочи намъ остается еще разсмотрѣть безсѣрнистыя и безъазотистыя. Таковыми находятъ обыкновенно **молочную кислоту**, **сахаръ** и **щавелевую кислоту.** Но молочная кислота до сихъ поръ еще никогда не могла быть съ увѣренностью доказана въ нормальной мочѣ. Она найдена только при отравленіи фосфоромъ и атрофіи печени[1]), при размягченіи костей[2]) (Osteomolacia) и при трихинозѣ (Trichinosis)[3]). Уже a priori нужно изъ чисто телеологическихъ причинъ сомнѣваться въ томъ, чтобы молочная кислота переходила въ нормальную мочу. Это было бы расточеніемъ силъ напряженія. То-же самое можно сказать, въ еще большей мѣрѣ, относительно сахара. Въ дѣйствительности, всѣ изслѣдованія нормальной мочи на сахаръ тѣмъ рѣшительнѣе давали отрицательный результатъ, чѣмъ тщательнѣе производились изслѣдованія. Тѣ авторы, которые высказываются въ пользу появленія сахара въ нормальной мочѣ, согласны съ тѣмъ, что они тамъ находили лишь весьма незначительныя количества его[4]).

1) Schultzen und Riess, Annalen des Charité-Krankenhauses. Bd. 15. 1869.

2) Moers und Muck, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. V. S. 485. 1869. Методъ доказательства былъ однако недостаточенъ при этомъ изслѣдованіи. Ср. критику Nenck'аго и Sieber, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 26. S. 41 ff. 1882.

3) Th. Simon und F. Wibel, Ber. d. deutsch. chem. Ges. Bd. 4. S. 139. 1871.

4) См. E. Külz, Pflüger's Arch. Bd. 13. S. 269. 1876. M. Abeles, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1879. Nr. 3, 12 u. 22. J. Seegen, ibid. Nr. 8 u. 16. Regulus Moscatelli, Moleschott's. Unt. z Naturlehre d. Menschen u. d. Th. Bd. 13. S. 103. 1881. Ср. также работы цитированныя выше на стр. 271—273 относительно гликуроновой кислоты.

Щавелевая кислота находится при смѣшанной пищѣ постоянно въ нормальной мочѣ человѣка, но всегда лишь въ незначительномъ количествѣ — не болѣе 0,02 grm. въ суточной мочѣ [1]). Эта щавелевая кислота происходитъ вѣроятно отъ той щавелевой кислоты, которая находится преформированною въ растительныхъ пищевыхъ веществахъ. Ничто не заставляетъ насъ пока принимать существованіе другаго источника для щавелевой кислоты нормальной мочи. Въ мочѣ одного здороваго молодаго человѣка, питавшагося два дня исключительно мясомъ, я не могъ доказать щавелевую кислоту на второй день, равно какъ и въ мочѣ другаго здороваго молодаго человѣка, питавшагося исключительно жирнымъ мясомъ и сахаромъ [2]). Кажется, такимъ образомъ, что въ нормальномъ состояніи щавелевая кислота не образуется ни изъ одной изъ трехъ главныхъ группъ пищевыхъ веществъ. Преформированная-же щавелевая кислота, содержащаяся въ растительныхъ пищевыхъ веществахъ, должна перейти въ мочу, потому что, по изслѣдованіямъ Gaglio [3]), произведеннымъ въ лабораторіи Schmiedeberg'a въ Страссбургѣ, щавелевая кислота вовсе не разрушается въ животномъ тѣлѣ. Голодавшая или кормленная мясомъ собака вовсе не выдѣляла щавелевой кислоты [4]). Если-же этой собакѣ впрыскивали подъ кожу только $^1/_2$—1 grm. щавелевой кислоты или щавелекислаго натрія, то черезъ день или два можно было найти щавелевую кислоту въ мочѣ. Послѣ впрыскиванія нейтральнаго раствора щавелекислаго натрія пѣтуху въ зобъ, щавелевая кислота появлялась почти вполнѣ въ испражненіяхъ клоаки.

Но при ненормальныхъ условіяхъ [5]) щавелевая

---

1) P. Fürbringer, Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. 18. S. 143. 1876. Тамъ приведена прежняя литература по вопросу о выдѣленіи щавелевой кислоты. Fürbringer пользовалася методомъ Neubauer'a. O. Schultzen (Du Bois's Arch. 1868. S. 719) нашелъ по другому методу большія числа. Критика обоихъ методовъ находится въ работѣ Wesley Mills'a, произведенной подъ руководствомъ Salkowsk'аго (Virchow's Arch. Bd. 99. S. 305. 1885.)

2) Для доказательства я пользовался методомъ Neubauer'a.

3) Gaetano Gaglio, Arch. f. exper. Path. u. Pharmak. Bd. 22. S. 46. 1887.

4) Этому сообщенію Gaglio противорѣчитъ сообщеніе W. Mills'a (l. c.), который все таки находилъ малыя количества щавелевой кислоты въ мочѣ собакъ, кормленныхъ исключительно мясомъ или мясомъ и саломъ.

5) Въ этомъ отношеніи заслуживаютъ вниманія сообщенія Gaglio, который замѣтилъ, что въ мочѣ лягушекъ постоянно появлялась щавелевая кислота, если онъ прекращалъ ихъ мышечное движеніе, привязывая ихъ, разрушая продолговатый мозгъ или примѣняя парализующіе яды (Giornale della R. accad. di

кислота, кажется, можетъ являться продуктомъ обмѣна веществъ, продуктомъ неполнаго окисленія пищевыхъ веществъ. Въ медицинской литературѣ находятся многочисленныя сообщенія относительно увеличеннаго выдѣленія щавелевой кислоты при желтухѣ, мочеизнуреніи, золотухѣ, гипохондріи и другихъ болѣзняхъ. Есть даже указанія на существованіе «оксалуріи» (щавелевокислаго мочеизнуренія), какъ самостоятельной болѣзни. Напрасно стараются найти основаніе для этихъ сообщеній въ тщательныхъ количественныхъ анализахъ при одновременномъ обращеніи вниманія на пищу.

Знаніе условій появленія щавелевой кислоты въ мочѣ имѣетъ практическій интересъ въ томъ отношеніи, что щавелевая кислота можетъ повести къ образованію мочевыхъ конкрементовъ. Известковая соль этой кислоты, какъ извѣстно, нерастворима въ водѣ. Поэтому она находится часто въ мочевыхъ осадкахъ въ извѣстной формѣ «конвертовъ» — квадратные октаэдры съ короткою главною осью. Если соль щавелевой кислоты выдѣлилась уже въ пузырѣ, то могутъ образоваться камни мочеваго пузыря. Растворимость щавелевокислой извести въ мочѣ зависитъ главнымъ образомъ отъ кислотности послѣдней. Растворъ кислаго фосфорнокислаго натрія растворяетъ щавелевокислую известь [1]). Этимъ объяснется то, что камни щавелевой кислоты образуются иногда при подобныхъ-же условіяхъ, какъ и камни фосфорной кислоты, и что иногда камни мочеваго пузыря смѣшаны изъ обѣихъ составныхъ частей или же содержатъ ихъ попеременно въ концентрическихъ слояхъ. Я хочу еще обратить вниманіе на то, что по увеличенному осадку щавелевокислой извести никогда нельзя судить объ увеличенномъ выдѣленіи щавелевой кислоты. Это ошибочное заключеніе повело уже къ многочисленнымъ ошибкамъ.

---

med. di Torino 1883. p. 178), и F. Hammerbacher'a, замѣтившаго, что у собакъ увеличивалось выдѣленіе щавелевой кислоты послѣ подвоза двууглекислаго натрія (Pflüger's Arch. Bd. 33. S. 89. 1883). Fürbringer (l. c.) не могъ констатировать такого вліянія двууглекислаго натрія у человѣка.

1) C. Neubauer, Archiv des Vereins für gemeinschaftliche Arbeiten zur Förderung der wissenschaftlichen Heilkunde. Bd. 4. S. 16—17. 1858 и Moddermann, Nederl. Tijdschr. 1864. Подобный рефератъ объ этой работѣ помѣщенъ въ Schmidt's Jahrbücher der gesammten Medicin. 1865. Bd. 125. S. 145.

ЛЕКЦІЯ XVIII-ая.

Обмѣнъ веществъ въ печени. Образованіе гликогена.

Мы уже приблизились со всѣхъ сторонъ къ главѣ, разсматривающей самый трудный и запутанный отдѣлъ физіологической химіи — обмѣнъ веществъ въ печени.

Печень имѣетъ общую съ почками задачу — заботиться о постоянномъ составѣ крови. Въ то время, какъ почки выдѣляютъ все излишнее и постороннее, печень провѣряетъ все, что должно попасть въ кровь. Она находится поэтому на пути отъ кишечника съ сердцу. Мы видѣли, какъ она заботится о томъ, чтобы кровь не была наводнена сахаромъ и чтобы съ другой стороны въ крови не было недостатка въ этомъ важномъ пищевомъ веществѣ (стр. 212—213). Мы видѣли, далѣе, какъ она постоянно заботится о томъ, чтобы амміакъ, представляющій собою сильный ядъ, превращался въ безвредныя соединенія: мочевину и мочевую кислоту (стр. 314 и 332). Подобнымъ-же образомъ она превращаетъ ядовитые ароматическіе продукты гніенія, образующіеся въ кишечникѣ изъ бѣлка, черезъ парное соединеніе съ сѣрнокислыми щелочами, въ безвредныя соединенія (стр. 348). Мы знаемъ, далѣе, что многіе яды, а именно металлическіе, удерживаются въ печени.

Повидимому печень имѣетъ съ почками также общія иннерваціонныя отношенія. Прямое вліяніе нервовъ не доказано еще до сихъ поръ и на печеночныя клѣтки. Отправленія печени, какъ и почекъ, совершаются и регулируются подъ вліяніемъ толчковъ, исходящихъ прямо отъ составныхъ частей крови. Этотъ фактъ также говоритъ въ пользу того, что главная задача печени заключается въ регулированіи состава крови (ср. выше стр. 339—340).

Но, кромѣ того, печень, какъ мы видѣли, имѣетъ еще одну функцію: образованіе желчи. Мы привели уже тѣ мотивы, которые побуждаютъ насъ разсматривать желчь не только какъ побочный продуктъ, образующійся при существенныхъ явленіяхъ обмѣна веществъ въ печени и выдѣляемый въ кишечникъ, а какъ отдѣленіе, которое должно еще выполнить важную задачу при явленіяхъ въ кишечникѣ (ср. выше стр. 201 и 206—210).

Всѣ эти факты говорятъ за то, что печень — самая большая железа — есть мѣсто многочисленныхъ, сложныхъ химическихъ превращеній. Надѣялись пролить свѣтъ на эти явленія или, по крайней мѣрѣ, достигнуть плодотворной, правильной постановки вопроса тѣмъ, что сравнивали составъ притекающей и оттекающей крови. Были сдѣланы многочисленные сравнительные анализы крови воротной и печеночныхъ венъ [1]). Но если мы примемъ во вниманіе, какъ велико то количество крови, которое протекаетъ черезъ печень, и какъ ничтожно въ сравненіи съ этимъ количество образовавшейся желчи и лимфы, то мы вовсе не можемъ разсчитывать найти доказательныя разницы въ составѣ притекающей и оттекающей крови. Мы не имѣемъ никакой поруки въ томъ, что разницы въ составѣ крови воротной и печеночныхъ венъ, обнаруженныя произведенными до сихъ поръ анализами, основаны на чемъ-нибудь другомъ, а не на аналитическихъ ошибкахъ. И, въ самомъ дѣлѣ, чѣмъ тщательнѣе были произведены анализы, тѣмъ меньшія разницы обнаруживались, и при самыхъ надежныхъ сравнительныхъ анализахъ разницы находятся въ предѣлахъ неизбѣжныхъ ошибокъ.

Только отъ одного пищеваго вещества мы можемъ ожидать, что удастся доказать увеличеніе его содержанія въ крови воротной вены во время пищеваренія, именно отъ сахара. Во время перевариванія богатой углеводами пищи всасываются въ короткое время такія большія количества сахара, что, если бы они удерживались въ печени, кровь воротной вены должна бы быть богаче сахаромъ, чѣмъ остальная кровь. Какъ я уже упомянулъ, это дѣйствительно и удалось доказать (ср. выше стр. 212).

1) Критическое сопоставленіе этихъ работъ находится у C. Flügge, Zeitschr. f. Biol. Bd. 13. S. 133. 1877. Ср. также В. Дроздовъ, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 233. 1877.

Другой путь получить указанія относительно явленій обмѣна веществъ въ печени состоитъ въ экстирпированіи печени, или, по крайней мѣрѣ, въ устраненіи ея изъ кровообращенія и въ наблюденіи, какія явленія въ химизмѣ животнаго отъ этого уничтожатся. Прежде всего слѣдовало ожидать, что этимъ путемъ можно рѣшить вопросъ: образуются-ли составныя части желчи — желчныя кислоты и красящія вещества желчи — въ печени, или же онѣ доставляются печени съ кровью готовыми. Если-бы послѣднее предположеніе было вѣрно, если-бы печень была просто органомъ выдѣленія, то послѣ экстирпаціи ея должно было бы наступить накопленіе составныхъ частей желчи въ крови и въ органахъ.

Лягушки живутъ, какъ мы уже видѣли, говоря о мѣстѣ образованія гиппуровой кислоты, послѣ экстирпаціи печени еще нѣсколько дней. Но опыты, произведенные этимъ путемъ съ цѣлью рѣшить вопросъ о мѣстѣ образованія желчныхъ кислотъ и красящихъ веществъ желчи, не привели ни къ какому результату, потому что лица, производившіе эти опыты, не могли еще преодолѣть всѣхъ препятствій, встрѣчающихся на пути при доказательствѣ составныхъ частей желчи въ органахъ лягушки[1]).

Я уже нѣсколько разъ упоминалъ о томъ, что до сихъ поръ не могли сдѣлать экстирпаціи или устраненія печени у млекопитающихъ вслѣдствіе застаиванія крови въ системѣ воротной вены (стр. 302 и 331). Говоря объ образованіи мочевой кислоты, мы уже видѣли, что у птицъ это препятствіе устранено, благодаря нормальному сообщенію между стояворотною и печеночною венами (стр. 331). Этимъ обстельствомъ воспользовались Naunyn, Stern и Minkowski для того, чтобы рѣшить на птицахъ вопросъ о мѣстѣ образованія составныхъ частей желчи.

Stern[2]) перевязывалъ у голубей всѣ сосуды, ведущіе къ печени — кромѣ воротной вены и печеночной артеріи, даже малыя вены, входящія въ печень — и желчные протоки. Черезъ 10—24 часовъ послѣ этого животныя были умерщвлены обезкровленіемъ. Послѣ операціи моча

1) Критика этихъ опытовъ находится у Hans'a Stern'a, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XIX. S. 42—44. 1885. Ни одинъ изъ экспериментаторовъ не доказалъ контрольными опытами, что онъ въ состояніи показать присутствіе малыхъ количествъ составныхъ частей желчи въ тканяхъ лягушки.

2) Hans Stern, l. c. p. 39.

болѣе не отдѣлялась. У голубей[1]) дѣятельность почекъ всегда прекращается послѣ перевязыванія печени. Еслибы, значитъ, составныя части желчи образовались внѣ печени, то онѣ должны были бы теперь накопиться въ крови и въ тканяхъ: другаго выхода имъ вѣдь не было. Stern обратилъ свое вниманіе на легко обнаруживаемое красящее вещество желчи. Но его нигдѣ нельзя было доказать, въ особенности въ сывороткѣ крови при примѣненіи чрезвычайно чувствительной Gmelin'овой реакціи; точно также ни въ одной ткани, ни въ одномъ органѣ нельза было замѣтить желтушнаго окрашиванія. Когда же онъ перевязывалъ у голубей только желчные протоки, то уже спустя $1^1/_2$ часа можно было доказать красящее вещество желчи въ мочѣ, а спустя 5 часовъ — съ полною увѣренностью въ сывороткѣ крови. Изъ этихъ цѣнныхъ опытовъ слѣдуетъ, что красящее вещество желчи образуется въ печени.

То же самое можно сказать относительно желчныхъ кислотъ. Это явствуетъ уже изъ изслѣдованія, произведеннаго Fleischl'емъ[2]) въ лабораторіи Ludwig'а. Въ нормальной крови нельзя доказать присутствія желчныхъ кислотъ[3]). Если перевязать Ductus choledochus, то составныя части желчи переходятъ въ лимфатическіе пути печени и отсюда уже исключительно черезъ Ductus thoracicus — въ кровь. Если послѣ перевязки Ductus choledochus вставить канюлю въ Ductus thoracicus и собирать млечный сокъ, то въ послѣднемъ можно доказать желчныя кислоты. Если же перевязать одновременно Ductus choledochus и Ductus thoracicus, то послѣдній переполняется лимфою, а въ крови нельзя доказать никакихъ слѣдовъ желчныхъ кислотъ.

Съ результатами Fleischl'я вполнѣ согласно наблюденіе Minkowsk'аго и Naunun'а[4]), которые никогда

1) У куръ, утокъ и гусей отдѣленіе мочи продолжается послѣ перевязки и экстирпаціи печени (Minkowski und Naunyn, Arch. f. exp. Path. und Pharm. Bd. XXI. S. 3. 1886.) Опыты Minkowsk'аго, о которыхъ было сказано выше на стр. 330—331, о вліяніи экстирпаціи печени на отдѣленіе мочи были произведены надъ гусями.

2) E. Fleischl, Ber. d. sächs. Ges. d. Wiss. Math. physik. Classe. Sitzung vom 8. Mai 1874. S. 42. Ср. также Kutterath, Du Bois's Arch. 1880. S. 92.

3) A priori мы должы все-таки предположить, что и въ нормальной крови встрѣчаются слѣды желчныхъ кислотъ, такъ какъ онѣ всасываются изъ кишечника. Dragendorff (Zeitschr. f. analyt. Chem. Bd. 11. S. 467. 1872) и Joh. Höne, (Diss. Dorpat 1873) могли доказать такіе слѣды въ нормальной мочѣ человѣка.

4) Minkowski und Naunyn, l. c. p. 7.

не могли доказать въ крови желчныхъ кислотъ послѣ устраненія печени изъ круга кровообращенія.

Такимъ образомъ мы знаемъ навѣрное, что *специфическія составныя части желчи — желчныя кислоты и красящія вещества желчи — образуются въ печени.*

Спрашивается теперь: изъ чего образуются специфическія составныя части желчи? Прежде всего, что касается желчныхъ кислотъ, то ихъ азотистыя парныя соединенія — гликоколь и таурин образуются несомнѣнно, какъ я уже говорилъ (стр. 202 и 349—350), изъ бѣлковъ. Безъазотистая холалевая кислота можетъ быть, пожалуй, и не образуется изъ того-же матеріала. Возможно предположеніе, что она происходитъ отъ другаго источника и что только впослѣдствіи она соединяется съ азотистыми парными соединеніями путемъ синтеза, при выдѣленіи воды. Этотъ процессъ былъ бы вполнѣ аналогиченъ процессу образованія гиппуровой кислоты. Достойно вниманія незначительное содержаніе водорода въ холалевой кислотѣ (ср. выше стр. 202). Еслибы она образовалась изъ жировъ или углеводовъ, то должно было бы произойти сгущеніе атомовъ углерода, переходъ изъ простаго сцѣпленія въ двойное. Это было бы еще одно доказательство того, что въ животной клѣткѣ совершаются такіе-же сложные синтезы, какъ и въ растительной.

Красящее вещество желчи — билирубинъ (см. выше стр. 203—204) образуется по всей вѣроятности изъ красящаго вещества крови — гематина. Въ пользу этого говорятъ слѣдующіе факты.

Красящія вещества желчи находятся только у тѣхъ животныхъ, кровь которыхъ содержитъ гемоглобинъ, т. е., у позвоночныхъ. У безпозвоночныхъ ихъ до сихъ поръ нельзя было доказать. Можно было бы возразить, что это стоитъ въ связи съ какою-нибудь другою особенностью позвоночныхъ животныхъ; вѣдь не однимъ только содержаніемъ гемоглобина въ кровяныхъ тѣльцахъ позвоночныя отличаются отъ безпозвоночныхъ. Интересно въ этомъ отношеніи, что Amphioxus, не имѣющій кровяныхъ тѣлецъ, но все-таки принадлежащій къ позвоночнымъ по своему строенію, не образуетъ красящихъ веществъ желчи. Hoppe-Seyler[1]) тщетно изслѣдовалъ его на нихъ.

1) Hoppe-Seyler, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 399. 1887.

У Amphioxus, какъ извѣстно, печень представляется въ формѣ выпячиванія кишечника на подобіе слѣпаго мѣшка; такое выпячиваніе появляется и у высшихъ позвоночныхъ, какъ первоначальное заложеніе этой железы въ эмбріональной жизни.

Генетическое отношеніе красящихъ веществъ желчи къ гематину вытекаетъ далѣе съ большою вѣроятностью изъ сравненія ихъ состава (ср. выше стр. 58, 59, 201, 203 и 241).

Гематинъ	$C_{32}H_{32}N_4O_4Fe$.
Билирубинъ . . .	$C_{32}H_{36}N_4O_6$.
Биливердинъ . . .	$C_{32}H_{36}N_4O_8$.

Далѣе, можно въ пользу этого привести слѣдующій аргументъ. Въ экстравазатахъ крови красящее вещество исчезаетъ и вмѣсто него находится въ старыхъ экстравазатахъ кристаллическое красящее вещество, которое было впервые точно изслѣдовано Virchow'омъ [1]) и названо гематоидиномъ [2]). Virchow обратилъ также вниманіе на сходство его съ красящимъ веществомъ желчи [3]). Работы Robin'a [4]), Jaffé [5]) и Salkowsk'аго [6]) доказали идентичность гематоидина и билирубина. Langhans [7]) бралъ кровь отъ живыхъ голубей и впрыскиваль ее этимъ животнымъ подъ кожу. Уже черезъ 2—3 дня красящее вещество крови исчезало изъ подкожнаго сгустка и на мѣсто его появлялись билирубинъ и биливердинъ. Такой же опытъ былъ сдѣланъ Quincke [8]) надъ собаками. Превращеніе требовало здѣсь нѣсколько больше времени: не ранѣе девятаго дня послѣ подкожнаго впрыскиванія крови билирубинъ появлялся въ подкожной соединительной ткани. Cordua [9]) впрыскивалъ собакамъ кровь въ брюшную полость и, спустя 36 часовъ, замѣчалъ, что изъ крови образуется билирубинъ.

---

1) Virchow въ его Архивѣ. Bd. I. S. 379 u. 407. 1847.
2) Virchow, l. c. p. 445.
3) Virchow, l. c. p. 431.
4) Charles Robin, Compt. rend. T. 41. p. 506. 1855. Robin добылъ изъ кисты печени 3 grm. кристалловъ гематоидина и сдѣлалъ элементарный ихъ анализъ.
5) Jaffé, Virchow's Arch. Bd. 23. S. 192. 1862.
6) E. Salkowski, Hoppe-Seyler's Med. chem. Unt. Heft. III. S. 436. 1868.
7) Th. Langhans, Virchow's Arch. Bd 49. S. 66. 1870.
8) H. Quincke, Virchow's Arch. Bd. 95. S. 125. 1884.
9) Herm. Cordua, Ueber den Resorptionsmechanismus von Blutergüssen. Berlin. Hirschwald. 1877.

Наконецъ, von Recklinghausen[1]) видѣлъ, что и внѣ организма изъ крови лягушекъ образуется черезъ 3—10 дней красящее вещество желчи.

Съ этими результатами опытовъ надъ животными вполнѣ согласно наблюденіе, сдѣланное у постели больнаго, а именно, что послѣ выступленія крови изъ сосудовъ при самыхъ разнообразныхъ условіяхъ — при кровотеченіяхъ мозга, легочныхъ инфарктахъ, кровяной грыжѣ (Hämatocele), при механическихъ поврежденіяхъ и причиненныхъ ими экстравазатахъ крови въ ткани, при кровоизліяніяхъ въ брюшную полость вслѣдствіе внѣматочной беременности и лопанія оболочекъ плода и т. д. — появляется въ мочѣ въ ненормально большихъ количествахъ продуктъ превращенія билирубина — уробилинъ[2]) (ср. выше стр. 345—346).

Билирубинъ появляется иногда въ мочѣ, когда вслѣдствіе какихъ-либо причинъ гемоглобинъ выступаетъ изъ кровяныхъ тѣлецъ въ плазму. Этого можно достигнуть впрыскиваніемъ въ кровь большихъ количествъ воды, хлороформа, эѳира, глицерина и т. д., или-же просто впрыскиваніемъ раствора гемоглобина[3]). Однако неизвѣстно еще, дѣйствительно-ли здѣсь существуетъ такая простая связь, дѣйствительно-ли красящее вещество желчи, появляющееся въ мочѣ, образуется въ кровеносныхъ путяхъ изъ гемоглобина, выступившаго въ плазму. Связь здѣсь, вѣроятно, косвенная[4]). Выступленіе гемоглобина въ плазму ведетъ иногда толко къ гемоглобинуріи, иногда одновременно къ гемоглобинуріи и билирубинуріи, а иногда только къ билирубинуріи; иногда-же случается, что не наступаетъ ни та, ни другая. Условія, при которыхъ неизмѣненное красящее вещество крови или продуктъ его превращенія появляется въ крови, еще недостаточно изслѣдованы.

Мы видѣли, что при нормальныхъ условіяхъ красящее

---

1) F. von Recklinghausen, Handb. d. allgem. Path. d. Kreislaufes und d. Ernährung. Stuttgart. Enke. 1883. S. 434.

2) E. von Bergmann, „Die Hirnverletzungen mit allgemeinen und mit Herd.Symptomen.“ Въ R.Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge Nr. 190. Leipzig. Breitkopf und Härtel. 1881. R. Dick, Arch. f. Gynäkologie. Bd. 23. S. 1. 1884.

3) Kühne, Virchow's Arch. Bd. 14. S. 338. 1858. M. Hermann, De effectu sanguinis diluti in secretionem urinae. Diss. inaug. Berolini. 1859. Nothnagel, Berl. klin. Wochenschr. 1866. S. 31. Тархановъ, Pflüger's Arch. Bd. 9. S. 53. 1874.

4) См. E. Stadelmann, Arch. f. exp. Pathol. u. Pharm. Bd. XV. S. 337. 1882.

вещество желчи образуется въ печени. Но наблюденія надъ экстравазатами крови показываютъ, что при ненормальныхъ условіяхъ красящее вещество желчи можетъ образоваться и въ другихъ мѣстахъ. Поэтому былъ возбужденъ вопросъ, образуется ли красящее вещество желчи, появляющееся при желтухѣ, всегда въ печени. Чаще всего причиною того комплекса симптомовъ, который обозначаютъ словомъ «желтуха,» — появленія красящаго вещества желчи въ тканяхъ и въ мочѣ — служитъ, какъ извѣстно, съуженіе или совершенное закупориваніе желчныхъ ходовъ, обыкновенно закупориваніе устья желчнаго протока вслѣдствіе катарра двѣнадцатиперстной кишки, далѣе вслѣдствіе конкрементовъ желчи, вслѣдствіе опухолей и т. д. Вслѣдствіе этого желчь застаивается, попадаетъ въ лимфатическіе пути печени и черезъ Ductus thoracicus въ кровь, во всѣ ткани и въ мочу. Эту желтуху называетъ «застойною», «механическою» или «гепатогенною желтухою» въ противоположность «ангепатогенной,» «гематогенной» или «химической» желтухѣ[1]), которая, какъ полагали, образуется вслѣдствіе того, что внѣ печени красящее вещество крови превратилось въ красящее вещество желчи. Думали, что послѣднюю форму желтухи надо принимать во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, въ которыхъ нельзя было распознавать разстройствъ въ печени и когда въ особенности притокъ желчи къ кишечнику казался безпрепятственнымъ, когда калъ не обнаруживалъ желтушныхъ свойствъ (ср. выше стр. 208), какъ это бываетъ при нѣкоторыхъ отравленіяхъ (напр. мышьяковистымъ водородомъ, хлороформомъ, эѳиромъ, сморчками) и при нѣкоторыхъ тяжелыхъ инфекціонныхъ болѣзняхъ (при тифѣ, болотной лихорадкѣ, піэміи). Во многихъ подобныхъ случаяхъ можно было прямымъ микроскопическимъ изслѣдованіемъ крови доказать выступленіе гемоглобина изъ кровяныхъ тѣлецъ въ плазму. Иногда находили также въ крови и стромы, а гемоглобинъ переходилъ въ мочу. Поэтому полагали, что въ этихъ случаяхъ часть гемоглобина, выступившаго въ плазму, превращается въ билирубинъ внѣ печени.

---

1) См. работы H. Quincke въ Virchow's Arch. Bd. 95. S. 125. 1884 и Minkowsk'аго и Naunyn'a въ Archiv. für exper. Path. und Pharm. Bd. XXI. S. 1. 1886. Тамъ-же приведена весьма обширная литература по вопросу о различныхъ формахъ желтухи.

A priori можно было бы ожидать, что обѣ формы желтухи отличаются одна отъ другой тѣмъ, что при гепатогенной желтухѣ одновременно съ красящимъ веществомъ желчи переходятъ въ мочу и желчныя кислоты, при гематогенной-же — нѣтъ. Но желчныя кислоты послѣ выступленія въ кровь очевидно легко разлагаются: иногда ихъ нельзя доказать въ мочѣ даже при несомнѣнной гепатогенной желтухѣ, иногда же онѣ находятся въ маломъ количествѣ и въ нормальной мочѣ (ср. выше стр. 360 прим. 3). По появленію большихъ количествъ желчныхъ кислотъ въ мочѣ можно, во всякомъ случаѣ, судить о гепатогенной желтухѣ. Но отсутствіе ихъ не даетъ права допустить существованіе «ангепатогенной» желтухи.

Новѣйшія изслѣдованія показали, что пока ничто насъ не заставляетъ допустить для красящаго вещества желчи, появляющагося при всѣхъ формахъ желтухи, другое мѣсто образованія, кромѣ печени.

Minkowski и Naunyn[1]) экстирпировали у гуся печень и подвергали его вмѣстѣ съ нормальнымъ гусемъ дѣйствію мышьяковистаго водорода. Контрольный гусь выдѣлялъ уже черезъ полчаса мочу, содержавшую биливердинъ; выдѣленіе биливердина было весьма значительно и продолжалось еще по прошествіи 2-хъ дней. Моча-же гуся, у котораго была экстирпирована печень, проявляла только «сначала обыкновенное незначительное содержаніе биливердина», но черезъ полчаса послѣ отравленія въ мочѣ появился гемоглобинъ, и моча, выдѣлявшаяся послѣ этого, была совершенно свободна отъ красящаго вещества желчи. Кровь также не содержала ни билирубина, ни биливердина. Изъ этого можно съ большою вѣроятностью заключить, что *мѣстопроисхожденіемъ красящаго вещества желчи, появляющагося въ мочѣ послѣ отравленія мышьяковистымъ водородомъ, является печень.*

Кажется, что всякая форма желтухи составляетъ гепатогенную желтуху. Мы не должны забывать, что для перехода желчи въ кровь вовсе нѣтъ надобности въ полномъ закупориваніи большихъ желчныхъ ходовъ. Достаточно уже малѣйшаго разстройства, малѣйшаго препятствія стоку изъ первыхъ желчныхъ ходовъ, для того, чтобы вызвать такой переходъ.

1) Minkowski, und Naunyn, l. c. p. 18.

До тѣхъ поръ, пока стокъ вполнѣ открытъ въ кишечникъ, красящее вещество желчи идетъ всегда этимъ путемъ и не переходитъ въ мочу. Тархановъ впрыснулъ собакѣ съ желчнымъ свищемъ растворъ красящаго вещества желчи прямо въ кровь и замѣтилъ, что вслѣдствіе этого увеличилось выдѣленіе красящаго вещества желчи, полученной изъ свища; въ мочѣ же красящее вещество желчи не появилось [1]). *Появленіе красящаго вещества желчи въ мочѣ служитъ, значитъ, по всей вѣроятности всегда, признакомъ наступившаго застаиванія желчи.* Красящее вещество желчи, образующееся въ экстравазатахъ крови, появляется, какъ упомянуто уже, въ мочѣ не какъ таковое, а возстановленнымъ въ уробилинъ. Намъ не можетъ уже казаться страннымъ то, что въ тканяхъ происходитъ такое возстановленіе. Изъ изслѣдованій Ehrlich'a [2]) мы знаемъ, что во многихъ органахъ и тканяхъ совершаются весьма энергическіе процессы возстановленія. Ehrlich впрыскивалъ живымъ животнымъ синія красящія вещества — ализариновую и индофеноловую лазурь —, обезцвѣчивавшіяся вслѣдствіе отнятія кислорода. Въ плазмѣ крови эти красящія вещества циркулируютъ въ неизмѣненномъ видѣ. Но въ извѣстныхъ тканяхъ, а именно въ соединительной и — въ особенности — въ жировой, они обезцвѣчивались. При надрѣзываніи этихъ тканей вначалѣ никакое окрашиваніе не появлялось. Синее окрашиваніе наступало только послѣ того, какъ атмосферный кислородъ успѣлъ подѣйствовать въ теченіе извѣстнаго времени. Возстановленіемъ въ тканяхъ можно, пожалуй, объяснить увеличенное выдѣленіе уробилина при исчезаніи желтухи. Билирубинъ, проникшій изъ крови въ ткани во время застаиванія желчи, попадаетъ теперь въ видѣ уробилина опять въ кровь и черезъ почки въ мочу [3]).

При желтухѣ вслѣдствіе отравленія мышьяковистымъ водородомъ застаиваніе желчи происходитъ по всей вѣроятности слѣдующимъ образомъ. Отдѣленіе желчи увеличивается: у отравленныхъ животныхъ находятъ кишечникъ переполненнымъ желчью. Поэтому весьма естественно, что

1) Тархановъ, Pflüger's Arch. Bd. 9. S. 232. 1874. Adolf Vossius (Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XI. S. 446. 1879) подтвердилъ эти результаты. Ср. также A. Kunkel, Virchow's Arch. Bd. 79. S. 463. 1880.

2) P. Ehrlich, „Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus". Berlin. Hirschwald 1885.

3) См. Kunkel, l. c. p. 463. Ср. также Quincke, l. c. p. 138.

образовавшаяся въ такомъ большомъ количествѣ густая желчь не можетъ стекать достаточно скоро, и что уже вслѣдствіе одного этого должно наступить застаиваніе [1]), потому что давленіе въ желчныхъ ходахъ весьма незначительно [2]) и легко преодолѣвается незначительнымъ противодавленіемъ. Еще до Minkowsk'аго и Naunyn'а, Stadelmann [3]) весьма убѣдительно доказалъ, что желтуху вслѣдствіе отравленія мышьяковистымъ водородомъ или толуилендіаминомъ слѣдуетъ считать застойною. У собакъ съ желчными свищами появлялось послѣ отравленія этими веществами усиленное отдѣленіе желчи, имѣвшей тягучую консистенцію. При многочисленныхъ вскрытіяхъ никогда нельзя было доказать катарра двѣнадцатиперстной кишки и закупорки желчнаго протока. Что желтуха вслѣдствіе отравленія толуилендіаминомъ несомнѣнно застойная, вытекаетъ уже изъ того простаго факта, что при ней появлялись въ мочѣ очень большія количества желчныхъ кислотъ. При желтухѣ вслѣдствіе отравленія мышьяковистымъ водородомъ также можно было доказать въ мочѣ желчныя кислоты въ значительномъ количествѣ.

Вотъ все, что можно было сказать о желтухѣ и объ образованіи красящихъ веществъ желчи въ печени. О судьбѣ желѣза, которое должно отщепляться при этомъ процессѣ отъ гематина, мы не знаемъ ничего достовѣрнаго. Въ печени находятся безчисленныя соединенія желѣза, въ которыхъ желѣзо связано съ различною стойкостью, отъ простыхъ неорганическихъ соединеній — окись желѣза, фосфорнокислое желѣзо — и весьма нестойко связанной съ бѣлкомъ окиси желѣза черезъ рядъ все болѣе и болѣе стойкихъ органическихъ соединеній до веществъ, въ которыхъ желѣзо такъ же стойко связано, какъ и въ гематинѣ [4]). О генетической связи этихъ еще мало изслѣдованныхъ соединеній мы ничего не знаемъ.

---

1) Minkowski und Naunyn, l. c. p. 12.

2) Heidenhain, въ Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. XIV. Th. I. S. 268. Leipzig. Vogel 1883.

3) E. Stadelmann, Arch. f. exp. Path. u Pharm. Bd. XIV. S. 231 и 422. 1881. Bd. XV. S. 337. 1882. Bd. XVI. S. 118 и 221. 1883. Ср. также Афанасьевъ, Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 6. S. 281. 1883.

4) См. Ст. Ст. Залѣскій, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 10. S. 453. 1886. Тамъ же сопоставлена вся прежняя литература о роли желѣза въ печени. Ср. также интересные рисунки микроскопическихъ препаратовъ въ работѣ Minkowsk'аго и Naunyn'а, l. c.

Къ отправленіямъ печени принадлежитъ, какъ уже упомянуто, также и **образованіе гликогена**. Я уже привелъ (стр. 212—213) мотивы, побуждающіе предположить, что сахаръ, попадающій изъ кишечника въ кровь воротной вены, отлагается раньше въ печени въ видѣ гликогена. Гликогенъ играетъ въ обмѣнѣ веществъ у животныхъ такую-же роль, какъ крахмалъ въ обмѣнѣ веществъ у растеній: это та форма, въ которой излишекъ углеводовъ накопляется въ организмѣ какъ запасъ для позднѣйшихъ отправленій.

Гликогенъ[1]) отличается отъ крахмала тѣмъ, что онъ разбухаетъ въ холодной водѣ и, повидимому, растворяется въ ней. Но растворъ никогда не свѣтелъ, а опализируетъ и не просачивается. Въ этомъ отношеніи гликогенъ сходенъ съ коллоидными, камедистыми углеводами: съ декстриномъ, арабиномъ, бассориномъ и т. д., но онъ сложнѣе декстрина, такъ какъ послѣдній появляется между продуктами его расщепленія; гликогенъ даетъ сходные продукты расщепленія, какъ и крахмалъ, и, можетъ быть, такъ-же сложенъ.

Въ одной только печени не могутъ накопиться излишніе углеводы. Въ печени млекопитающихъ было найдено не болѣе 10% гликогена, большею частью гораздо меньше. Печень человѣка, вѣсящая около 1500 grm., содержитъ, такимъ образомъ, не болѣе 150 grm. гликогена. Послѣ принятія пищи, обильной углеводами, въ воротную вену часто попадаютъ гораздо болѣе значительныя количества впродолженіе нѣсколькихъ часовъ, а мы должны еще принять во вниманіе, что въ началѣ принятія пищи печень не свободна отъ гликогена. Печень не содержитъ гликогена лишь послѣ голоданія въ теченіи нѣсколькихъ недѣль. Такимъ образомъ, значительная часть прибывающаго изъ кишечника сахара должна пройти черезъ печень. Но такъ-какъ количество сахара въ крови не увеличивается даже послѣ принятія обильной сахаромъ пищи, то сахаръ долженъ отлагаться еще

1) Гликогенъ открытъ Cl. Bernard'омъ (Gaz. méd. de Paris. Nr. 13. 1857. Compt. rend. T. 44. p. 578. 1857) и V. Hensen'омъ (Virchow's Arch. Bd. 11. S. 395. 1857) независимо другъ отъ друга и добытъ изъ печени. Brücke предложенъ методъ количественнаго опредѣленія гликогена (Sitzungsber. d. Wien. Akad. Bd. 63. Abth. 2. S. 214. 1871). Ср. также O. Nasse, Pflüger's Arch. Bd. 37. S. 582. 1885. Сопоставленіе весьма обширной литературы гликогена находится у E. Külz'a, Pflüger's Arch. Bd. 24. S. 1—114. 1881. Ср. также подробныя изслѣдованія R. Böhm'a и Fr. A. Hoffmann'a, Arch. f. exper. Path. и Pharm. Bd. VII. S. 489. 1877. Bd. VIII. S. 271 и 357. 1878. Bd. X. S. 12. 1879. Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 44 и 205. 1880.

въ другихъ органахъ, кромѣ печени. И, въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что гликогенъ содержится и въ мышцахъ[1]). Процентное содержаніе этого углевода гораздо меньше въ мышцахъ, чѣмъ въ печени: мышцы содержатъ его не болѣе 1%, часто даже меньше ½%. Но абсолютное количество сахара во всей мускулатурѣ найдено Böhm'омъ[2]) у кошки почти такимъ-же, какъ и въ печени.

Какъ мы вскорѣ увидимъ, гликогенъ служитъ рабочимъ матеріаломъ мышцъ. Послѣ напряженной работы онъ исчезаетъ изъ мышцъ (см. ниже стр. 375), точно также при голоданіи, между тѣмъ какъ онъ всего дольше удерживается[3]) въ общей запасной камерѣ, въ печени, для того, чтобы остаться вблизи той мышцы, которая не можетъ ни единой секунды обойтись безъ рабочаго матеріала — вблизи сердца. Вообще при голоданіи покоющіеся органы отдаютъ свой запасъ гликогена въ пользу работающихъ.

Гликогенъ переносится изъ одного органа въ другой вѣроятно въ формѣ виноградnаго сахара. При расщепленіи отъ дѣйствія ферментовъ гликогенъ во всякомъ случаѣ распадается прежде всего на декстриноподобный углеводъ и на мальтозоподобный видъ сахара[4]). Но въ живомъ организмѣ при переходѣ гликогена изъ тканей въ кровь расщепленіе, кажется, идетъ еще дальше, и гликогенъ совершенно распадается на молекулы виноградnаго сахара, какъ при кипяченіи съ разведенною сѣрною кислотою. Большинство изслѣдователей не могли доказать въ крови ни гликогена, ни какихъ-бы то ни было коллоидныхъ углеводовъ[5]).

Гликогенъ служитъ не только источникомъ силы для мышцъ, но и въ то-же время источникомъ теплоты. Если охлаждать кроликовъ холодными ваннами и холоднымъ

1) Появленіе гликогена въ мышцахъ открыто Bernard'омъ (Compt. rend. T. 48. p. 683. 1859) и O. Nasse (Pflüger's Arch. Bd. 2. S. 97. 1869 и Bd. 14. S. 482. 1877). Сопоставленіе первыхъ сообщеній, сдѣланныхъ разными авторами относительно мышечнаго гликогена, находится у E. Külz'a, l. c. p. 42.

2) R. Böhm, Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 51. 1880.

3) B. Luchsinger, Experimentelle und kritische Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Glycogens. Diss. Zürich. 1875 и Vierteljahrschr. d. Züricher naturf. Gesellsch. 1875. Ср. также Pflüger's Arch. Bd. 18. S. 472. 1878.

4) O. Nasse, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 478. 1877. Musculus u. v. Mering, Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. II. S. 413. 1878. E. Külz, l. c. p. 52—57 u. 81—84.

5) O. Nasse, De materiis amylaceis, num in sanguine animalium inveniantur, disquisitio. Diss. Halle. 1866. Hoppe-Seyler, „Physiol. Chem." Berlin. 1881. S. 406. Уклончивое сообщеніе находится у Salomon'a, Deutsch. med. Wochenschr. 1877. Nr. 35.

воздухомъ, то уже черезъ нѣсколько часовъ находятъ, что гликогенъ совершенно исчезъ изъ печени[1]). При голоданіи теплокровныя теряютъ свой гликогенъ раньше, чѣмъ холоднокровныя, и между теплокровными малыя животныя, съ относительно большею поверхностью тѣла, теряютъ свой гликогенъ раньше, чѣмъ большія[2]). У голодающихъ кроликовъ не находятъ гликогена уже черезъ 4—8 дней, у собакъ только черезъ 2—3 недѣли, у лягушекъ лѣтомъ черезъ 3—6 недѣль. У лягушекъ, ничего не ѣвшихъ всю зиму, гликогенъ исчезаетъ совершенно только въ началѣ весны. Животныя, подверженныя зимней спячкѣ, также долго живутъ на счетъ своего запаса гликогена[3]).

Если ввести кроликамъ, печень которыхъ свободна отъ гликогена вслѣдствіе шестидневнаго голоданія, углеводы въ желудокъ или прямо въ кровь, то уже черезъ нѣсколько часовъ находятъ много гликогена въ печени[4]).

Но гликогенъ, накопленный въ печени и мышцахъ, образуется вѣроятно не только изъ углеводовъ пищи: кажется, что бѣлковыя и клеевыя вещества пищи также участвуютъ въ образованіи гликогена. У животныхъ, кормленныхъ долгое время исключительно нежирнымъ мясомъ, находятъ очень большіе запасы гликогена въ печени и мышцахъ. Naunyn[5]) кормилъ куръ долгое время — въ одномъ опытѣ 6 недѣль — исключительно вываренымъ и выжатымъ, значитъ почти совершенно освобожденнымъ отъ углеводовъ, мясомъ, и находилъ послѣ этого въ печени очень большія количества гликогена — до 3,5 %. v. Mering[6]) кормилъ собаку послѣ предшествовавшаго 21 дневнаго голоданія впродолженіи 4 дней исключительно промытымъ бычачьимъ фибриномъ. Спустя 6 часовъ послѣ послѣдняго кормленія, животное было убито: печень, вѣсившая

1) E. Külz, Pflüger's Arch. Bd. 24. S. 46. 1881. Ср также Böhm u. Hofmann, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VIII. S. 295. 1878.

2) B. Luchsinger, l. c.

3) Schiff, Unters. über d. Zuckerbildung in der Leber. Würzburg. 1859. S. 30. Valentin, Moleschott's Unters. z. Naturlehre u. s. w. Bd. 3. S. 223. 1857. C. Aeby, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. III. S. 184. 1875. Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 14. S. 118. 1878.

4) E. Külz, l. c. Bd. 24. p. 1—19. 1881. Тамъ же приведены многочисленные сходные опыты прежнихъ авторовъ.

5) B. Naunyn, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. III. S. 94. 1875.

6) v. Mering, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 282. 1877. Тамъ же приведены сходные опыты прежнихъ авторовъ. Ср. также Benj. Finn, Verhandl. d. physik. med. Ges. zu Würzburg. N. F. Bd. 11. Hft. 1 u. 2. 1876 и S. Wolffberg, Zeitschr. f. Biol. Bd. 12. S. 310 (Опытъ 4) 1876.

540 grm., содержала 16,3 grm. гликогена. Контрольное животное почти такой-же величины содержало послѣ 21 дневнаго голоданія 0,48 гликогена въ печени. Пришлось бы прибѣгнуть къ весьма натянутымъ попыткамъ объясненій, если бы хотѣли понимать эти и многочисленные подобные опыты не въ томъ смыслѣ, что гликогенъ образовался изъ бѣлка.

Въ пользу возможности образованія углеводовъ изъ бѣлка можно, далѣе, привести фактъ, что при т. н. тяжелой формѣ сахарнаго мочеизнуренія[1]) (Diabetes mellitus) при долго продолжающемся питаніи исключительно мясомъ выдѣленіе сахара не прекращается, и что количество выдѣлившагося сахара увеличивается пропорціонально количеству доставленнаго бѣлка[2]).

Образуется-ли гликогенъ также изъ жировъ пищи, подлежитъ сомнѣнію. Почти всѣ авторы[3]) согласны въ томъ, что послѣ кормленія жиромъ содержаніе сахара въ печени не увеличивается. Можно было-бы однако подумать, что при благопріятныхъ условіяхъ жиръ, накопленный въ тканяхъ, находитъ себѣ примѣненіе — послѣ предшествовавшаго превращенія въ гликогенъ, какъ рабочій матеріалъ для мышцъ. Но нельзя упускать изъ виду и возможности обратнаго процесса — превращенія гликогена въ жиръ. Мы вскорѣ увидимъ, что въ животномъ тѣлѣ углеводы дѣйствительно превращаются въ жиры. (Ср. ниже лекц. 20.)

1) Многіе читатели не найдутъ въ этомъ учебникѣ главы о „*мочесахарномъ изнуреніи*“ При всемъ моемъ добромъ желаніи и не смотря на то, что я подробно изучилъ литературу, мнѣ не возможно было изложить вопросъ, затронутый здѣсь, такъ, чтобы это соотвѣтствовало плану нашего учебника. Diabetes не единичная болѣзнь, а симптомъ, выступающій при очень многихъ, совершенно различныхъ патологическихъ процессахъ. При изслѣдованіи всѣхъ этихъ различныхъ болѣзней до сихъ поръ еще не перешагнули предѣла чисто описательной стадіи. Пока еще нельзя дать связнаго представленія о тѣхъ химическихъ измѣненіяхъ и разстройствахъ въ обмѣнѣ веществъ, которыя выступаютъ какъ послѣдственныя явленія при этихъ болѣзненныхъ процессахъ. Frerichs опубликовалъ критическій обзоръ очень богатаго матеріала для будущихъ изслѣдованій въ этой области — въ своей многографіи „Ueber den Diabetes“. Berlin. Hirschwald. 1884. Рекомендую эту работу тоже начинающему. Здѣсь онъ можетъ почерпнуть много матеріала для размышленія и для новой постановки вопроса. Укажу далѣе на работу Külz'a, Beiträge zur Pathologie und Therapie des Diabetes mellitus. 2 Bände. Marburg. Elwert. 1874 и Cl. Bernard'a, Leçons sur le Diabète. Paris. 1877. Ср. также Nencki и Sieber, Journ. f. prakt. Chem. Bd. 26. S. 32. 1882.

2) v. Mering, Tageblatt d. 49. Naturforscherversammlung in Hamburg. Ref. in der deutschen Zeitschr. f. prakt. Med. Nr. 40. 1876 и Nr. 18. 1877. Külz, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VI. S. 140. 1876.

3) Сопоставленіе ихъ находится у v. Mering'a, Pflüger's Arch. Bd. 14. S. 282. 1877.

ЛЕКЦІЯ XIX^ая.

Источники мышечной силы.

Въ послѣднихъ нашихъ разсужденіяхъ относительно образованія гликогена и роли углеводовъ въ организмѣ я уже нѣсколько разъ упоминалъ о томъ, что на гликогенъ мы должны смотрѣть, какъ на рабочій матеріалъ мышцъ. Постараемся изучить въ общей связи тѣ факты, которые заставили сдѣлать это предположеніе, и собрать все то, что намъ теперь извѣстно относительно источника мышечной силы.

Ближайшее предположеніе, что рабочій матеріалъ мышцъ доставляется тѣми веществами, которыя составляютъ ихъ главную составную часть, — бѣлками, было упорно защищаемо Liebig'омъ [1]) до самой его смерти. Это ученіе было поколеблено слѣдующимъ опытомъ.

Fick и Wislicenus [2]) взобрались съ Бринцскаго озера на вершину горы Faulhorn, находящуюся 1956 метровъ надъ уровнемъ моря. Моча, выдѣлившаяся во время 6-ти часоваго восхожденія и въ послѣдовавшіе за тѣмъ 6 часовъ, была собрана и опредѣлено въ ней количество азота. Въ это время и послѣдніе 12 часовъ до опыта они потребляли только безъазотистую пищу: крахмалъ, жиръ

1) Въ высшей степени поучительно познакомиться по оригинальнымъ работамъ съ тѣми доводами, которые были выставлены въ этомъ интересномъ спорѣ за и противъ ученія Liebig'a. Совѣтую прочесть статью Liebig'a: „Ueber die Gährung und die Quelle der Muskelkraft und über Ernährung“ въ его Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 153. S. 1 и 157. 1870 и возраженіе Voit'a „Ueber die Entwickelung der Lehre von der Muskelkraft und einiger Theile der Ernährung seit 25 Jahren“, Zeitschr. f. Biol. Bd. 6. S. 305. 1870. Тамъ-же критически сопоставлена прежняя литература по этому вопросу.

2) A. Fick und J. Wislicenus, Vierteljahrschrift der Züricher naturforschenden Gesellschaft. Bd. 10. S. 317. 1865.

и сахаръ. По количеству азота, найденному въ мочѣ, было опредѣлено количество разложившагося бѣлка. Оно составляло у Fick'a 38, а у Wislicenus'a 37 grm. По теплотѣ сгоранія углерода и водорода въ бѣлкѣ было опредѣлено максимальное число[1]) для теплоты сгоранія бѣлка и найдено, что 37 grm. бѣлка доставляютъ 250 единицъ теплоты, соотвѣтствующихъ 106000 килограммометровъ работы. Тѣло Wislicenus'a вѣсило 76 kgrm.; слѣдовательно, при одномъ только взбираніи на вершину горы Wislicenus совершилъ $76 \times 1956 = 148656$ килограммометровъ работы. Но работа, произведенная во время восхожденія, была гораздо значительнѣе: Fick и Wislicenus вычислили, что работа сердца и дыханія въ это время составляла 30000 килограммометровъ. Кромѣ того, нужно еще принять во вниманіе, что при каждомъ шагѣ — даже на ровной почвѣ — производится работа, превращающаяся въ теплоту и теряющаяся, что и остальныя части тѣла — голова, руки — находятся въ движеніи во время восхожденія и т. д. Такимъ образомъ, въ дѣйствительности было произведено гораздо больше работы, чѣмъ сколько было покрыто силами напряженія, содержавшимися въ разрушенномъ бѣлкѣ. Слѣдовательно, и безъазотистыя составныя части пищи и тѣла должны были служить источниками силы.[2])

Мнѣніе, будто бѣлокъ составляетъ исключительный рабочій матеріалъ мышцъ, было еще достовѣрнѣе опровергнуто рядомъ весьма тщательныхъ опытовъ надъ обмѣномъ веществъ; изъ этихъ опытовъ слѣдуетъ, что *суточное выдѣленіе азота такъ же велико или немного больше при напряженной работѣ, чѣмъ ceteris paribus во время покоя, что, напротивъ того, выдѣленіе углекислоты и поступленіе кислорода значительно увеличиваются въ рабочіе дни, значитъ — что при мышечной работѣ преимущественно разрушаются безъазотистыя пищевыя вещества.*

Первый опытъ подобнаго рода былъ произведенъ

1) Что это число должно было получиться слишкомъ большое — видно изъ сказаннаго на стр. 67—70.

2) Начинающій, при нѣкоторомъ размышленіи, легко догадается, какія возраженія можно сдѣлать противъ этого опыта. При изученіи оригинальной работы онъ увидитъ, что Fick и Wislicenus сами сдѣлали себѣ эти возраженія и пытались опровергнуть ихъ.

Voit'омъ.[1]) Voit заставлялъ собакъ бѣгать въ большомъ ходовомъ колесѣ. За день до рабочаго дня и день послѣ него животныя отдыхали при вполнѣ одинаковомъ питаніи. Часть опытовъ была сдѣлана съ голодавшими животными. Суточное выдѣленіе азота было точно опредѣлено. Оказалось, что въ рабочіе дни выдѣленіе азота вовсе не увеличивалось въ двухъ опытахъ надъ голодавшими животными; въ двухъ опытахъ надъ голодавшими животными и въ двухъ опытахъ при питаніи нежирнымъ мясомъ оно увеличивалось лишь незначительно.

Въ новѣйшее время O. Kellner[2]) произвелъ подобные опыты на лошадяхъ на сельскохозяйственной опытной станціи въ Гогенгеймѣ. Въ рабочіе дни онъ находилъ большее увеличеніе выдѣленія азота, чѣмъ при опытахъ Voit'a. Но, когда лошадямъ давали весьма обильныя количества углеводовъ, выдѣленіе азота не увеличивалось.

Pettenkofer и Voit[3]) произвели также опыты надъ человѣкомъ относительно вліянія работы на выдѣленіе азота. При этихъ опытахъ было одновременно опредѣлено помощью дыхательнаго аппарата выдѣленіе углекислоты и — косвенно — поступленіе кислорода. Оказалось, что въ рабочіе дни выдѣленіе азота было такое-же, какъ и въ нерабочіе, при одинаковой пищѣ. Выдѣленіе сѣрной и фосфорной кислоты также не увеличилось въ рабочіе дни. Напротивъ того, выдѣленіе углекислоты и поступленіе кислорода значительно усилились.

Что поступленіе кислорода и выдѣленіе азота увеличиваются вслѣдствіе работы мышцъ, было уже доказано Lavoisier'омъ[4]). Это открытіе было подтверждено позднѣйшими изслѣдователями, пользовавшимися все болѣе и болѣе усо-

1) C. Voit, Unt. über d. Einfluss d. Kochsalzes, d. Kaffees und der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel. München 1860. S. 153 ff. и Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 339. 1866.

2) O. Kellner, Landwirthschaftliche Jahrbücher. Bd. 8. S. 701. 1879 и Bd. 9. S. 651. 1880.

3) Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 488—500. 1866. Ср. также Felix Schenk, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. II. S. 21. 1874 и Oppenheim, Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 484. 1880. (Относительно работы Oppenheim'a ср. сказанное на стр. 181).

4) Seguin et Lavoisier, Premier mémoire sur la respiration des animaux. Mém. de l'acad. des sciences 1789. p. 185. или Oeuvres de Lavoisier. Paris. Imprimerie impériale 1862. T. II. p. 688 et 696 и письмо Lavoisier'a къ Black'y отъ 19 Ноября 1790, напечатанное въ Report of the forty-first meeting of the Britisch association for the advancement of science, held at Edingburgh in August 1871. London 1872. p. 191.

вершенствованными методами — Vierordt'омъ[1]), Scharling'омъ[2]), Ed. Smith'омъ[3]), C. Speck'омъ[4]) и др. Увеличеніе поступленія кислорода и выдѣленія углекислоты было доказано не только изслѣдованіемъ обмѣна газовъ при дыханіи всего организма, но и сравнительнымъ опредѣленіемъ кислорода и углекислоты въ венозной крови, вытекавшей изъ покоившейся и тетанизированной мышцы, какъ это было сдѣлано въ работахъ Ludwig'a и Щелкова[5]) и, наконецъ, въ образцовомъ обширномъ изслѣдованіи, произведенномъ въ лабораторіи Ludwig'a, Max'омъ v. Frey[6]), который пользовался при своихъ опытахъ всѣми вспомогательными средствами усовершенствованной техники.

Изъ всѣхъ приведенныхъ опытовъ мы видимъ, что мышцы работаютъ преимущественно безъазотистыми пищевыми веществами, и вотъ тутъ-то раньше всего можно подумать объ углеводахъ, которые всегда находятся въ мышцахъ въ видѣ запаса гликогена. Уже Cl. Bernard[7]), открывшій гликогенъ, наблюдалъ, что этотъ запасъ гликогена исчезаетъ во время работы. Bernard сообщаетъ также, что если искусственно привести мышцу въ покой, перерѣзавъ ея нервъ, то запасъ гликогена увеличивается. Эти сообщенія Bernard'a были впослѣдствіи подтверждены многочисленными изслѣдованіями[8]).

Külz[9]) заставлялъ собакъ, которыхъ до этого хорошо кормили, голодать втеченіи одного дня, и въ этотъ день онъ заставлялъ ихъ тащить впродолженіи 5—7 часовъ нагруженный возъ. Непосредственно послѣ ѣзды собаку убивали и опредѣляли содержаніе гликогена въ печени. Изъ 5 собакъ, надъ которыми былъ продѣланъ этотъ опытъ, у 4-хъ гликогенъ почти безслѣдно исчезъ изъ печени. У

1) Vierordt, Physiologie des Athmens. Karlsruhe 1845.
2) Scharling, Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 45. S. 214. 1843. Journ. f. prakt. Chem. Bd. 48. S. 435. 1849.
3) Ed. Smith, Philos. Transact. Vol. 149 (2). p. 681, 715. 1859. Medicochirurg. Transact. Vol. 42 p. 91. 1859.
4) C. Speck, Schriften der Gesellschaft zur Beförderung d. ges. Naturwiss. zu Marburg. Bd. 10. 1871. Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. II. S. 405. 1874.
5) Ludwig и Щелковъ, Wiener Sitzungsber. Bd. 45. S. 171. 1862. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 17. S. 106. 1862.
6) Max von Frey, Du Bois's Arch. 1885. S. 519 и 533.
7) Cl. Bernard, Compt. rend. T. 48. p. 683. 1859.
8) Эти изслѣдованія приведены у E. Külz'a, Pflüger's Arch. Bd. 24. S. 42. 1881.
9) E. Külz, l. c. p. 45.

5-ой собаки, которая «въ противоположность другимъ была стара, чрезвычайно жирна и неповоротлива,» печень, вѣсившая 240 grm., содержала еще 0,8 grm. гликогена. Я уже упомянулъ о томъ, (стр. 369) что гликогенъ раньше исчезаетъ изъ мышцъ, чѣмъ изъ печени, и что во время голоданія безъ работы гликогенъ исчезаетъ изъ печени собаки только на третьей недѣлѣ.

Такимъ образомъ не подлежитъ сомнѣнію, что *углеводы служатъ источникомъ силы для мышцъ.*

Однако, было бы ошибочно думать, что углеводы служатъ единственнымъ источникомъ мышечной силы. Мы только что познакомились съ тѣми опытами, изъ которыхъ можно съ большою вѣроятностью заключить, что изъ бѣлка образуется гликогенъ (стр. 371). Это заставляетъ насъ предположить, что бѣлокъ также можетъ служить источникомъ мышечной силы. Извѣстно, что можно плотоядныхъ кормить сколько времени угодно исключительно нежирнымъ мясомъ и что способность мышцъ къ работѣ отъ этого не страдаетъ. Не знаю, какъ можно было бы объяснить обмѣнъ веществъ у кормленныхъ такимъ образомъ животныхъ, еслибы не предполагать, что бѣлокъ можетъ служить источникомъ мышечной силы.

Что и жиры служатъ источникомъ мышечной силы — также не невѣроятно. Этотъ вопросъ можно было бы легко рѣшить опытами надъ голодающею собакою. Изъ опыта Külz'a мы видѣли, что голодающая собака потребляетъ при напряженной работѣ свой запасъ гликогена уже въ первый день. Опредѣленіе выдѣленія азота и углерода въ слѣдующіе дни при продолжающейся работѣ должно было бы дать рѣшительный отвѣтъ на вопросъ, работаетъ-ли животное преимущественно на счетъ бѣлка или же преимущественно на счетъ жира. Въ опытахъ Voit'a, произведенныхъ надъ голодающими собаками, животное работало большею частью одинъ только день, но въ одномъ опытѣ [1]) оно работало 3 дня сряду; этимъ тремъ днямъ голода и работы предшествовали 3 дня голода и покоя. Собаки Külz'a работали и голодали только одинъ день, и этому дню предшествовали дни обильнаго питанія; все-таки у животныхъ не было гликогена уже послѣ перваго рабочаго

1) Voit, Ueber d. Einfl. d. Kochsalzes u. s. w. S. 157 u. 158.

дня. Значитъ, опытная собака Voit'a не имѣла гликогена уже на второй и третій день при голодѣ и работѣ. Не смотря на это, выдѣленіе мочевины увеличилось лишь весьма незначительно. Я полагаю, что уже изъ этого опыта можно заключить, что собака потребляла при мышечной работѣ свой запасъ жира.

Я утверждаю, что *мышцы пользуются всѣми тремя главными группами пищевыхъ веществъ, какъ источникомъ силы.* Уже a priori изъ чисто телеологическихъ мотивовъ становится наглядным, что организмъ до извѣстной степени независимъ отъ качества пищи при совершеніи своихъ важнѣйшихъ отправленій. *До тѣхъ поръ, пока безъазотистыя пищевыя вещества доставляются въ достаточномъ количествѣ съ пищею или накоплены въ тканяхъ, мышцы пользуются при работѣ главнымъ образомъ этимъ запасомъ. Когда послѣдній израсходованъ, очередь наступаетъ за бѣлками.* Съ этимъ вполнѣ согласны результаты упомянутыхъ опытовъ Kellner'a, который нашелъ, что выдѣленіе азота вслѣдствіе работы мышцъ увеличивается у лошади лишь тогда, когда она принимаетъ недостаточное количество углеводовъ.

Часто высказывалось предположеніе, что источникъ мышечной силы слѣдуетъ искать не въ явленіяхъ окисленія, а въ расщепленіяхъ. Въ пользу этого, казалось, говорили извѣстные факты. Hermann[1]) нашелъ, что вырѣзанная мышца не содержитъ уже удобовыкачиваемаго кислорода и что все таки она совершаетъ въ средѣ, лишенной кислорода, многочисленныя сокращенія и отщепляетъ углекислоту. Мы знаемъ, что химическія силы напряженія, вводимыя вмѣстѣ съ пищею, могутъ превратиться въ живую силу отчасти уже простымъ расщепленіемъ безъ окисленія, что теплота сгоранія продуктовъ расщепленія меньше теплоты сгоранія первоначальныхъ пищевыхъ веществъ, что, слѣдовательно, при расщепленіи должна освободиться теплота. Это развитіе теплоты непосредственно доказано при многихъ процессахъ расщепленія. (Ср. выше стр. 67—69 и стр. 175—180).

Вышеупомянутый фактъ, что при мышечной работѣ возрастаетъ потребленіе кислорода, не противорѣчитъ пред-

1) L. Hermann, Unt. über den Stoffwechsel d. Muskeln, ausgehend vom Gaswechsel derselben. Berlin 1867.

положенію, будто мышечная работа производится только тою частью химическихъ силъ напряженія, которая превращается при расщепленіи въ живую силу. Оба процесса — расщепленіе и окисленіе — могли бы совершаться въ различныя времена; первый процессъ служитъ мышечной работѣ, послѣдній — развитію теплоты; они могли бы совершаться также и въ разныхъ мѣстахъ: расщепленіе происходитъ въ протоплазмѣ мышечныхъ волоконъ, окисленіе-же образовавшихся продуктовъ расщепленія совершается, можетъ быть, въ другихъ тканевыхъ элементахъ.

Согласно этому предположенію, поступленіе кислорода должно, слѣдовательно, служить преимущественно развитію теплоты. Потребность въ кислородѣ поразительно различна у разныхъ животныхъ, и въ самомъ дѣлѣ кажется, что величина ея соразмѣрна преимущественно съ величиною развитія теплоты. Млекопитающее потребляетъ въ 10—20 разъ больше кислорода, чѣмъ холоднокровное, считая на единицу вѣса тѣла. Птица потребляетъ кислорода больше, чѣмъ млекопитающее. Малое животное, отдающее при относительно большей поверхности тѣла больше теплоты, потребляетъ его больше, чѣмъ близко родственныя большія животныя. Молодыя животныя требуютъ больше кислорода, чѣмъ взрослыя животныя того же вида. Въ слѣдующей таблицѣ наглядно показаны эти различія:

Суточное потребеніе кислорода, выраженное въ Ccm., считая на 1 grm. вѣса тѣла при 0^0 C. и 760 mm. ртут. давл. [1]).

Воробей	161
Утка	23—32
Собака	15—23
Человѣкъ	7—11
Лягушка	1—2
Дождевой червь	1,7
Линь	1,3
Угорь	0,97—1,2
Ящерица во время зимней спячки	0,41

1) Числовое данное относительно потребленія кислорода человѣкомъ взято изъ работы Pettenkofer'a и Voit'a (Zeitschr. f. Biol. Bd. 2. S. 486 и 489. 1866); числовыя данныя относительно рыбъ взяты изъ работы Jolyet'a et Regnard'a (Archives de Physiologie normale et pathologique. Série II. T. IV. p. 605 et 608. 1877); остальныя числа взяты изъ работы Regnault'a et Reiset'a (Ann. de chim. et de phys. T. 26. 1849); послѣдняя работа переведена въ Liebig's Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 73. S. 271—299. 1850.

Еслибы предположеніе, будто мышечная сила развивается преимущественно вслѣдствіе расщепленія пищи, а теплота тѣла преимущественно вслѣдствіе окисленія, было вѣрно, то мы должны были бы ожидать, что тѣ животныя, которымъ вовсе не нужно развивать теплоты тѣла, всѣхъ менѣе нуждаются въ кислородѣ. Это мы видимъ въ дѣйствительности на внутреннихъ паразитахъ теплокровныхъ животныхъ, находящихся постоянно въ средѣ съ равномѣрною температурою. Относительно паразитовъ кишечника мы въ самомъ дѣлѣ знаемъ, что они живутъ въ средѣ, почти свободной отъ кислорода. Въ газахъ кишечника при новѣйшихъ тщательнѣйшихъ анализахъ кислородъ не найденъ. Мы знаемъ, что въ содержимомъ кишекъ совершаются энергическіе процессы возстановленія, что въ немъ постоянно появляется возрождающійся водородъ, что сѣрнокислыя соли возстановляются въ сѣрнистыя, а окись желѣза въ закись. Количество кислорода, воспринимаемое кишечными паразитами, можетъ поэтому быть лишь весьма незначительно. Можно было бы подумать, что они пристаютъ къ стѣнкамъ кишекъ и воспринимаютъ кислородъ, диффундирующій изъ тканей кишечной стѣнки, прежде чѣмъ онъ связывается возстановляющими веществами содержимаго кишечника. Но можно было бы также подумать, что они живутъ слѣдами кислорода или вовсе безъ кислорода, какъ это утверждаютъ относительно извѣстныхъ бактерій и грибковъ (ср. выше стр. 181 и 253 прим. 4). Опытъ долженъ былъ это рѣшить. Я сдѣлалъ много опытовъ надъ круглою глистою, живущею въ тонкихъ кишкахъ кошки (Ascaris mystax) и убѣдился въ томъ, что *эти животныя живутъ въ средахъ, совершенно лишенныхъ кислорода, 4—5 сутокъ и въ это время почти безпрестанно совершаютъ чрезвычайно оживленныя движенія*[1]). Тотъ, кто видѣлъ эти оживленныя движенія, долженъ убѣдиться въ томъ, что окисленіе не можетъ быть источникомъ мышечной силы у этихъ животныхъ.

Можно было бы еще возразить, что эти животныя имѣли въ своемъ тѣлѣ накопленный запасъ нестойко связаннаго кислорода. Возможность этого необходимо допустить. Круглыя глисты часто встрѣчаются въ желудкѣ; очень воз-

1) G. Bunge, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 8. S. 48. 1883.

можно, что онѣ движутся взадъ и впередъ въ верхней части пищеварительнаго канала, чтобы запастись тамъ кислородомъ. Но во всякомъ случаѣ этотъ процессъ не имѣлъ бы никакой аналогіи у высшихъ животныхъ: какъ скоро у послѣднихъ прекращенъ доступъ кислорода, запасъ, накопленный въ оксигемоглобинѣ, потребляется въ нѣсколько минутъ, и животныя погибаютъ. Pflüger[1]) и Aubert[2]) показали, правда, что лягушки живутъ долгое время въ атмосферѣ, не содержащей кислорода, но только при низкой температурѣ, при которой весь обмѣнъ веществъ у этихъ животныхъ доходитъ до minimum'а[3]). При комнатной температурѣ онѣ лежатъ безъ движенія уже черезъ нѣсколько часовъ. Круглыя глисты, напротивъ того, совершаютъ впродолженіи нѣсколькихъ дней весьма оживленныя движенія при 38° С. въ средахъ, лишенныхъ кислорода.

Однако я далекъ отъ мысли перенести на высшихъ животныхъ результатъ, вынесенный мною изъ наблюденія надъ этими животными, а именно, что мышечная сила образуется главнымъ образомъ изъ процессовъ расщепленія. Паразиты кишекъ, плавающіе постоянно въ избыткѣ пищи, могутъ расточать силы напряженія ея и пользоваться только частью этихъ силъ, превращающеюся въ живую силу уже при простомъ расщепленіи. У высшихъ животныхъ такое мотовство не соотвѣтствовало бы цѣли. Я изложилъ уже тѣ мотивы, которые говорятъ за то, что въ органахъ высшихъ животныхъ кислородъ проникаетъ черезъ стѣнки капилляровъ въ ткани (стр. 251—257). Что касается въ частности мышечной ткани, то къ приведеннымъ мотивамъ нужно прибавить еще одинъ важный фактъ, а именно присутствіе гемоглобина въ мышцахъ[4]). Мы имѣемъ несомнѣнно право дѣлать вѣроятный и аналогичный выводъ, что гемо-

1) Pflüger, въ его Архивѣ. Bd. 10. S. 313. 1875.

2) Aubert, ibid. Bd. 24. S. 293. 1881.

3) Интенсивность обмѣна веществъ и потребленія кислорода усиливается у холоднокровныхъ, или, правильнѣе, пойкилотермическихъ, животныхъ вмѣстѣ съ увеличивающеюся окружающею температурою, у теплокровныхъ-же или гомеотермическихъ уменьшается, чего и слѣдуетъ ожидать a priori. Обзоръ многочисленныхъ опытовъ, которыми это было доказано a posteriori, находится въ работѣ Voit'a, Zeitschr. f. Biol. Bd. 4. S. 57. 1878. Ср. также Max Rubner, Du Bois's Arch. 1885. S. 38.

4) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 33. S. 79. 1865 и Ray Lankester, Pflüger's Arch. Bd. 4. S. 315. 1871. Въ вѣрности этихъ сообщеній относительно появленія гемоглобина въ мышцахъ многіе сомнѣвались, какъ мнѣ кажется, безъ основательныхъ причинъ. См. Ст. Залѣскій, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1878. Nr. 5. и 6. Тамъ же указаны прежніе авторы.

глобинъ играетъ въ мышцахъ такую же роль, какъ и въ крови, а именно что онъ дѣйствуетъ какъ переноситель кислорода.

Къ тому-же количество живой силы, могущей развиться изъ химическихъ силъ напряженія пищи только вслѣдствіе расщепленія безъ окисленія, слишкомъ незначительно для того, чтобы объяснить мышечную работу, совершенную въ дѣйствительности. Обратимся прежде всего къ углеводамъ, составляющимъ во всякомъ случаѣ главный источникъ работы мышцъ.

Къ сожалѣнію мы не знаемъ точно, въ какомъ направленіи совершается въ мышцахъ расщепленіе углеводовъ. Часто высказывалось предположеніе, что они прежде всего расщепляются въ мясомолочную кислоту[1]). Нормальная кровь всегда содержитъ немного молочной кислоты; количество послѣдней увеличивается у тетанизированныхъ животныхъ и при искусственномъ пропусканіи крови черезъ переживающую работающую мышцу[2]). Кажется однако, что количество молочной кислоты, образовавшейся въ мышцѣ, слишкомъ недостаточно для того, чтобы можно было смотрѣть на этотъ процессъ расщепленія, какъ на источникъ мышечной силы. Во всякомъ случаѣ мы не знаемъ, какъ велика та часть углеводовъ, распадающихся въ мышцахъ, которая претерпѣваетъ это расщепленіе. Мы не знаемъ даже, образуется ли вообще молочная кислота, появляющаяся въ мышцѣ, изъ углеводовъ[3]). Возможно, пожалуй, что при работѣ вовсе не образуется больше молочной кислоты въ мышцѣ, чѣмъ при покоѣ, но что большее количество ея отдается крови. Асташевскій нашелъ въ тетанизированной мышцѣ меньше молочной кислоты, чѣмъ въ покоющейся[4]). Теплота сгоранія молочной кислоты ни-

1) Ср. выше стр. 333, примѣчаніе 3.

2) См. P. Spiro, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1. S. 111. 1877. Max von Frey, Du Bois's Arch. 1885. S. 557. G. Gaglio, ibid. 1886. S. 400. В. Василевичъ, ibid. 1887. Supplementband S. 91 и M. Berlinerblau, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. XXIII. S. 323. 1887.

3) Въ пользу того взгляда, будто молочная кислота образуется изъ углеводовъ, M. Berlinerblau (l. c.) указываетъ на то, что при искусственномъ пропусканіи крови черезъ мышцы образуется больше молочной кислоты при прибавленіи глюкозы или гликогена къ крови, чѣмъ безъ этого прибавленія. Значительныя количества молочной кислоты образуются въ отмирающей мышцѣ. Но источникъ, изъ котораго образуется эта молочная кислота, еще невполнѣ извѣстенъ. Что она образуется не изъ гликогена, доказано Böhm'омъ, Pflüger's Arch. Bd. 23. S. 44. 1880.

4) Асташевскій, Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 4. S. 397. 1880.

когда еще не была опредѣлена, такъ что мы не можемъ сказать, сколько живой силы освобождается при молочно-кисломъ броженіи.

Попытаемся составить себѣ понятіе о количествѣ живой силы, могущей образоваться in maximo при расщепленіи углеводовъ; для этого мы разсмотримъ два процесса расщепленія, при которыхъ точно опредѣлена освобождающаяся живая сила; спиртное и маслянокислое броженіе. Количество теплоты, освобождающееся при послѣднемъ процессѣ, больше того количества, которое освобождается при первомъ, и можно сказать, что ни при одномъ расщепленіи сахара не можетъ освободится болѣе значительное количество теплоты. Изъ трехъ продуктовъ расщепленія, образующихся при маслянокисломъ броженіи — масляной кислоты, углекислоты и водорода — одна только масляная кислота способна къ дальнѣйшему расщепленію, а при этомъ не можетъ освободиться много теплоты. Расщепленіе масляной кислоты на пропанъ и углекислоту было бы вполнѣ аналогично расщепленію уксусной кислоты на метанъ и углекислоту — процессу, при которомъ почти нельзя доказать развитія теплоты. На основаніи приведенныхъ уже мною чиселъ для теплоты сгоранія сахара и его продуктовъ расщепленія (см. стр. 68—69), я нашелъ слѣдующее:

	Калорій.		kgrm. работы.
1000 grm. виноградnаго сахара даютъ при полномъ ихъ сгораніи въ CO_2 и H_2O .	3939	=	1674000
1000 grm. виноградnаго сахара даютъ при расщепленіи на спиртъ и CO_2	372	=	158100
1000 grm. виноградnаго сахара даютъ при расщепленіи на масляную кислоту, CO_2 и H	414	=	176000
Работа, произведенная въ 6 часовъ Wislicenus'омъ (ср. выше стр 373) при восхожденіи на Faulhorn, составляла . . .	—		148656
Работа сердца и дыханія во время восхожденія составляла	—		30000

Такимъ образомъ мы видимъ, что еслибы работа при восхожденіи на гору Faulhorn совершилась вслѣдствіе расщепленія углеводовъ, то въ теченіи 6 часовъ должно было бы разложиться болѣе 1000 grm. углеводовъ! Объ этомъ нечего и думать. Но для производства этой работы было бы достаточно уже 100 grm. сахара при совершенномъ расщепленіи и окисленіи въ конечные продукты. Это коли-

чество углеводовъ находится всегда въ нашихъ мышцахъ и, кромѣ того, такой-же запасъ находится еще въ печени.

Я думаю, что приведенными числами мнѣ удалось доказать, *что наши мышцы пользуются при производствѣ работы не одною только живою силою, освобождающеюся при расщепленіи пищевыхъ веществъ, что кислородъ проникаетъ въ протоплазму мышечныхъ волоконъ, и что сродство его къ продуктамъ расщепленія также служитъ источникомъ силы.*

ЛЕКЦІЯ XX^{ая}.

Образованіе жира въ животномъ тѣлѣ.

Намъ осталось еще разсмотрѣть важный отдѣлъ, относящійся къ ученію объ обмѣнѣ веществъ — ученіе о происхожденіи жировъ въ тканяхъ животнаго тѣла. Взгляды наши на этотъ вопросъ подвергались въ послѣднія десятилѣтія постояннымъ колебаніямъ и спорамъ, пока мы наконецъ, послѣ многихъ тщательныхъ и совершенныхъ опытовъ надъ обмѣномъ веществъ, не убѣдились въ томъ, *что жиры могутъ образоваться въ тканяхъ изъ всѣхъ трехъ главныхъ группъ органическихъ пищевыхъ веществъ: изъ жировъ, бѣлковъ и углеводовъ.*

Изъ всей обширной литературы, относящейся къ образованію жировъ [1]) я укажу на тѣ работы, благодаря которымъ мы обладаемъ въ настоящее время недвусмысленными познаніями по этому вопросу.

Долго сомнѣвались въ томъ, что жиръ тканей происходитъ отъ **жировъ** пищи. Противъ этого предположенія выставлялось на видъ то предубѣжденіе, что жиръ, абсолютно нерастворяющійся въ водѣ, не можетъ, какъ таковой, проходить черезъ стѣнки кишекъ, а что онъ долженъ раньше претерпѣть въ кишечникѣ разложеніе на растворимыя мыла и нерастворимый глицеринъ. Противъ другаго предположенія, будто по ту сторону стѣнки кишекъ глицеринъ и жировыя кислоты могли бы опять соединиться въ тканяхъ, стояло другое предубѣжденіе, будто въ животномъ тѣлѣ не

1) Интересный обзоръ прежней литературы находится у C. Voit'a, „Ueber die Fettbildung im Thierkörper.“ Zeitschr. f. Biol. Bd. 5. S. 79. 1869. Ср. также „Ueber die Entwickelung der Lehre von der Quelle der Muskelkraft und einiger Theile der Ernährung seit 25 Jahren“ ibid. Bd. 6. S. 371. 1870.

совершаются синтетическіе процессы. Мы видѣли, что въ настоящее время оба предубѣжденія окончательно опровергнуты: мы знаемъ, что въ животномъ тѣлѣ совершаются всевозможные синтезы, и что нейтральный жиръ проходитъ черезъ кишечную стѣнку. И если жировыя капельки проходятъ черезъ ткани кишечной стѣнки, то почему же имъ не проходить черезъ стѣнки капилляровъ и черезъ всѣ органы нашего тѣла! A priori, слѣдовательно, ничто не препятствуетъ намъ предположить, что жиръ тканей образуется изъ жировъ пищи. Franz Hofmann[1]) привелъ первое фактическое доказательство.

Hofmann «обезжирилъ» одну собаку 30-ти дневнымъ голоданіемъ. Можно опредѣлить тотъ моментъ, когда накопленный въ тканяхъ жиръ израсходованъ. Голодающее животное питается сначала, какъ мы видѣли (стр. 369 и 375), преимущественно своимъ запасомъ гликогена, а потомъ жиромъ. Бѣлки оно тщательно бережетъ. Что лишь незначительная часть послѣднихъ разлагается, — узнается по незначительному выдѣленію азота, которое сначала уменьшается, а потомъ остается почти постояннымъ. Только спустя болѣе продолжительное время — смотря по величинѣ первоначальнаго запаса жира на 4—6 недѣлѣ — внезапно наступаетъ быстрое увеличеніе выдѣленія азота. Это именно есть тотъ моментъ, когда запасъ жира израсходованъ, и животное начинаетъ питаться исключительно своимъ запасомъ бѣлковъ. Теперь животное быстро погибаетъ. Если убить животное въ то время, когда наступаетъ внезапное увеличеніе выдѣленія азота, то находятъ всѣ органы и ткани свободными отъ жировъ. Если убить его раньше, то находятъ еще большій или меньшій запасъ жира[2]).

Зная это, Hofmann былъ въ состояніи рѣшить, когда его опытная голодающая собака не содержала жира. Тогда онъ давалъ ей пищу, состоявшую изъ большаго количества жира и малаго бѣлковъ — сало и немного мяса. Содержаніе бѣлковъ и жира было точно опредѣлено въ этой пищѣ. По прошествіи 5 дней животное было убито, и затѣмъ было опредѣлено количество жира и бѣлковъ, оста-

1) Franz Hofmann, Zeitschr. f. Biol. Bd. 8. S. 153. 1872.

2) Только въ томъ случаѣ, когда голодающее животное содержитъ необыкновенно много жира вначалѣ опыта, можедъ случиться, что оно погибнетъ вслѣдствіе недостатка въ бѣлкахъ прежде еще, чѣмъ будетъ израсходованъ запасъ жира.

вшихся еще въ пищеварительномъ каналѣ, а также количество жира во всемъ тѣлѣ. Оказалось, что въ 5 дней собака всосала въ себя 1854 grm. жира и 254 grm. бѣлка и въ тѣлѣ прибавилось 1353 grm. жира. Это большое количество жира не могло образоваться изъ бѣлка. Остается, слѣдовательно, только предположить, *что жиръ пищи отложился въ тканяхъ.*

Къ такому же результату пришли другимъ путемъ Pettenkofer и Voit[1]). Они кормили собакъ жиромъ и немного мясомъ и съ помощью дыхательнаго аппарата опредѣляли весь приходъ и расходъ. Оказалось, что весь поступившій азотъ опять появился въ выдѣленіяхъ, но не весь углеродъ. Количество удержаннаго углерода было очень велико. Слѣдовательно, въ тканяхъ должно было накопиться безъазотистое соединеніе, а такимъ соединеніемъ могъ быть одинъ только жиръ, потому что никакое другое безъазотистое соединеніе не встрѣчается въ тканяхъ въ такихъ большихъ количествахъ. Накопленный жиръ не могъ образоваться изъ разложившагося бѣлка: для этого количество отложеннаго жира было слишкомъ велико. Количество разложившагося бѣлка могло быть точно опредѣлено по количеству выдѣлившагося азота. Можно было также вычислить, сколько жира могло бы образоватся in maximo изъ разложившагося бѣлка при томъ предположеніи, что азотъ бѣднѣйшаго углеродомъ соединенія отщепился отъ бѣлковаго молекула въ видѣ мочевины. Найденное такимъ образомъ количество жира было гораздо меньше того количества, которое дѣйствительно удержалось въ тѣлѣ. *Слѣдовательно, въ ткани долженъ былъ поступить жиръ вмѣстѣ съ пищею.*

Мы должны теперь предложить себѣ вопросъ: можетъ-ли въ нашемъ тѣлѣ отлагаться толко та часть жировъ пищи, которая всасывается въ неизмѣненномъ видѣ, какъ нейтральный глицеридъ, или-же часть ихъ, расщепившаяся въ кишечникѣ (ср. выше стр. 188—190), также можетъ возрождаться и усвоиваться?

Для рѣшенія этого вопроса сдѣланы въ новѣйшее время самыя тщательныя изслѣдованія J. Munk'омъ[2]).

1) Pettenkofer und Voit, Zeitschr. f. Biol. Bd. 9.S. 1. 1873.

2) Immanuel Munk, Du Bois's Arch. f. Physiol, 1879. S. 371 и 1883. S. 273. Virchow's Arch. Bd. 80. S. 10. 1880. Bd. 95. S. 407. 1884. Въ этихъ работахъ цитирована и прежняя литература.

Прежде всего Munk показалъ, что свободныя жировыя кислоты всасываются въ очень большомъ количествѣ изъ кишечника, какъ и нейтральные жиры. Если взбалтывать свободныя жировыя кислоты съ разбавленнымъ растворомъ щелочныхъ солей, то незначительная часть жировыхъ кислотъ омыляется, а остальная часть эмульгируется. То-же самое происходитъ въ кишечникѣ. Въ калѣ собакъ, съѣвшихъ большія количества свободныхъ жировыхъ кислотъ, появилась лишь незначительная часть послѣднихъ; за то млечные сосуды были переполнены бѣлою эмульсіею.

Munk показалъ далѣе, что свободныя жировыя кислоты такъ-же дѣйствуютъ сберегающе на бѣлки, какъ и нейтральные жиры. Плотоядное требуетъ для сохраненія вѣса своего тѣла ежедневно около $^1/_{20}$ этого вѣса нежирнаго мяса[1]). Собака, вѣсящая 25 kgrm., требуетъ, слѣдовательно, около 1200 grm. мяса. Если дать ей меньше, то она больше выдѣлить азота, чѣмъ приметъ: она питается бѣлкомъ своихъ тканей. Но если прибавить къ мясу жиръ, то и съ меньшимъ количествомъ мяса собака сохранитъ равновѣсіе азота. Munk[2]) привелъ въ равновѣсіе азотъ у своей опытной собаки, вѣсившей 25 kgrm., давая ей 800 grm. мяса и 70 grm. жира и показалъ, что равновѣсіе азота не нарушалось у животнаго, когда онъ вмѣсто 70 grm. жира прибавлялъ къ тому же количеству мяса свободныя жировыя кислоты, добытыя изъ этихъ 70 grm. жира. При другомъ опытѣ равновѣсіе азота было установлено у собаки, вѣсившей 31 kgrm., когда ей давали 600 grm. мяса и 100 grm. жира; равновѣсіе сохранилось, когда впродолженіе 21 дня собака получала при томъ же количествѣ мяса свободныя жировыя кислоты, полученныя изъ 100 grm. жира.

Далѣе, Munk[3]) констатировалъ важный фактъ, что послѣ кормленія свободными жировыми кислотами въ млечномъ сокѣ содержалось очень мало свободныхъ жировыхъ кислотъ и мыла и много нейтральнаго жира. Munk кормилъ собакъ мясомъ и жировыми кислотами, вводилъ послѣ этого канюлю въ Ductus thoracicus и, спустя нѣсколько ча-

1) Bidder u. Schmidt, Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Mitau u. Leipzig 1852. S. 333. Pettenkofer u. Voit, Ann. d. Chem. u. Pharm. Suppl. II. S. 361. 1862.

2) Munk, Virchow's Arch. Bd. 80. S. 17. 1880.

3) Munk, l. c. p. 28 ff.

совъ послѣ кормленія, опредѣлялъ количество млечнаго сока, вытекавшее въ единицу времени, а также количество содержащихся въ немъ нейтральныхъ жировъ, жировыхъ кислотъ и мылъ. Онъ нашелъ, что въ единицу времени проходило черезъ Ductus thoracicus въ 10—20 разъ больше нейтральнаго жира, чѣмъ при чистомъ перевариваніи бѣлковъ, между тѣмъ какъ количество мылъ не измѣнялось; количество свободныхъ жировыхъ кислотъ составляло большею частью лишь $^1/_{20}$—$^1/_{10}$, а въ одномъ случаѣ даже меньше $^1/_{30}$ количества нейтральныхъ жировъ. Отсюда слѣдуетъ, что *на пути изъ кишекъ въ грудной протокъ совершается синтезъ жировыхъ кислотъ съ глицериномъ*[1]. О мѣстѣ этого синтеза мы пока еще не имѣемъ подробныхъ свѣдѣній. Слѣдовало-бы подумать объ эпителіальныхъ клѣткахъ, объ аденоидной ткани кишечной стѣнки или о лимфатическихъ железахъ брыжейки. По предварительному сообщенію Ewald'a[2] этотъ синтезъ совершается и въ вырѣзанной переживающей слизистой оболочкѣ.

Откуда берется глицеринъ для этого синтеза — мы не знаемъ. Во всякомъ случаѣ изъ опыта Munk'a видно, что глицеринъ жировъ нашего тѣла не всегда образуется изъ жировъ пищи. Онъ можетъ образоваться также вслѣдствіе расщепленія бѣлковъ и углеводовъ.

Вообще судьба глицерина въ нашемъ тѣлѣ намъ еще совершенно неизвѣстна, и мы не можемъ пока еще сказать, что образуется изъ того глицерина, который отщепляется въ кишечникѣ отъ жировъ. Если ввести большія количества глицерина въ желудокъ человѣка или собаки, то наступитъ поносъ, и часть невсосавшагося глицерина перйдетъ въ мочу неизмѣненною[3]. Меньшія количества (у собаки не болѣе 1,5 grm. на 1 kgrm. вѣса тѣла) переносятся во всякомъ случаѣ безъ этихъ послѣдствій. Однако кажется, что они никоимъ образомъ не полезны организму. Munk

1) Такой-же самый результатъ полученъ и O. Minkowski'мъ, Arch. f. exper. Path. u. Pharm. Bd. XXI. S. 373. 1886), который имѣлъ случай произвести опыты надъ паціентомъ, у котораго очевидно вслѣдствіе разрыва млечнаго сосуда наступила рѣзко выраженная водянка. Проколомъ было выпущено большое количество млечнаго сока. Послѣ того, какъ этому паціенту дана была свободная эруковая кислота, можно было доказать качественно нейтральный глицеридъ этой кислоты въ млечномъ сокѣ.

2) C. A. Ewald, Du Bois's Arch. 1883. S. 302.

3) B. Luchsinger, Experimentelle und kritische Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Glycogens. Inaug.-Diss. Zürich. 1875. S. 38 ff. Munk, l. c. p. 39 ff.

во всякомъ случаѣ не могъ доказать сберегающаго бѣлки дѣйствія глицерина, между тѣмъ какъ такія-же количества углеводовъ или жировъ вызываютъ рѣзкое уменьшеніе выдѣленія азота. Munk не считаетъ поэтому глицеринъ пищевымъ веществомъ. Съ этимъ выводомъ я не могу согласиться, потому что нѣтъ надобности, чтобы искусственно введенный свободный глицеринъ попадалъ въ тѣ тканевые элементы, въ которыхъ глицеринъ, вступающій въ наши органы вмѣстѣ съ нейтральными жирами, служитъ по всей вѣроятности для совершенія нормальныхъ отправленій. Munk ссылается на вышеприведенные опыты, при которыхъ жировыя кислоты сами по себѣ точно такъ-же сберегали бѣлки, какъ и соотвѣтственное количество глицеридовъ. Но количество глицерина было въ этомъ случаѣ весьма незначительно.

Мы не должны забывать, что лишь $^1/_{10}$ по вѣсу жира состоитъ изъ глицерина, такъ что не могло явно выступить бѣлки-сберегающее дѣйствіе глицерина. A priori мы должны считать глицеринъ цѣннымъ пищевымъ веществомъ, потому что онъ имѣетъ большую теплоту сгоранія, чѣмъ всѣ виды сахара (ср. выше стр. 69).

Наконецъ, Munk доказалъ также, что жиръ, образовавшійся синтентическимъ путемъ, отлагается и въ тканяхъ тѣла[1]). Собака, вѣсившая 16 kgrm., потерявъ вслѣдствіе 19 дневнаго голоданія 32% своего первоначальнаго вѣса, сдѣлалась бѣдна жиромъ. Послѣ этого она получала впродолженіе 14 дней 3200 grm. мяса и 2850 grm. жировыхъ кислотъ изъ бараньяго сала. Вѣсъ тѣла увеличился отъ этого опять на 17%. Когда собака была убита, у нея оказалась чрезвычайно развитая подкожная жировая клѣтчатка, обильное отложеніе жира въ кишкахъ и рѣзко выраженное ожирѣніе печени. Изъ жировыхъ отложеній, которыя можно было отдѣлить ножемъ и ножницами, можно было добыть около 1100 grm. жира, плотнаго при комнатной температурѣ, начинающаго расплавляться лишь при 40°, между тѣмъ какъ нормальный жиръ собаки превращается въ густую жидкость уже при 20°. Изъ этого слѣдуетъ, что *введенныя жировыя кислоты соединились съ образовавшимся въ тѣлѣ глицериномъ и отложились.*

1) J. Munk, Du Bois's Arch. 1883. S. 273.

При попыткѣ объяснить отложеніе жира такъ, что введенныя жировыя кислоты лишь сберегаютъ бѣлки, а весь отложившійся жиръ образуется исключительно изъ бѣлка, непонятно было бы, почему отложилось баранье сало, а не собачій жиръ.

Munk произвелъ еще одинъ опытъ[1]) надъ собакою, сдѣлавшеюся бѣдною жиромъ вслѣдствіе голоданія; онъ кормилъ ее рѣпнымъ масломъ. Въ этомъ случаѣ въ тканяхъ отложился жиръ, $^4/_5$ котораго были жидки при комнатной температурѣ. При нагрѣваніи до 23^0 все растворилось, а при 14^0 опять выдѣлился зернисто-кристаллическій осадокъ. Этотъ жиръ содержалъ $82{,}4\%$ олеиновой кислоты и $12{,}5\%$ плотныхъ кислотъ, между тѣмъ какъ нормальный жиръ собаки содержитъ среднимъ числомъ $65{,}8\%$ олеиновой и $28{,}8\%$ плотныхъ кислотъ. Кромѣ того, въ этомъ жирѣ можно было доказать эруковую кислоту ($C_{22}H_{42}O_2$); — составную часть рѣпнаго масла, которой недостаетъ въ животномъ жирѣ.

Два совершенно такихъ-же опыта и съ такимъ же результатомъ были сдѣланы еще до Munk'a Лебедевымъ[2]) надъ двумя собаками, изъ которыхъ онъ одну кормилъ льняным масломъ, а другую бараньимъ жиромъ. Въ тканяхъ первой оказался жиръ, который не затвердѣвалъ еще при 0^0, въ тканяхъ второй былъ жиръ, который таялъ при температурѣ выше 50^0.

Изъ всѣхъ этихъ опытовъ слѣдуетъ несомнѣнно, что *жиръ пищи всасывается и отлагается, какъ таковой.*

Займемся теперь другимъ вопросомъ: можетъ-ли въ животномъ тѣлѣ жиръ образоваться изъ **бѣлка**. Что жиръ происходитъ и изъ этого источника, — слѣдовало предположить на основаніи наблюденія жироваго перерожденія, наступающаго при патологическихъ условіяхъ, при которомъ въ клѣткахъ и волокнахъ тканей жиръ становится на мѣсто бѣлка. Но этотъ фактъ не можетъ служить несомнѣннымъ доказательствомъ въ пользу образованія жира изъ бѣлка. Мы не должны забывать, что въ живомъ тѣлѣ каждый тканевой элементъ состоитъ съ каждымъ другимъ прямо или косвенно въ вещественномъ обмѣнѣ. Мы

1) J. Munk, Virchow's Arch. Bd. 95. S. 407. 1884.

2) А. Лебедевъ, (изъ лабораторіи Salkowsk'аго въ Берлинѣ), Med. Centralbl. 1882. Nr. 8.

должны допустить возможность, что при жировомъ перерожденіи бѣлокъ или его продукты расщепленія удаляются изъ перерождающихся тканевыхъ элементовъ, и на ихъ мѣсто прибываетъ изъ другихъ тканевыхъ элементовъ жиръ или его составныя части.

Образованіе жира изъ бѣлка при жировомъ перерожденіи можно было доказать лишь точнымъ количественнымъ изслѣдованіемъ всего обмѣна веществъ при процессѣ жироваго метаморфоза, охватывающаго въ короткое время всѣ органы тѣла, а именно при отравленіи фосфоромъ. Самое тщательное изслѣдованіе произведено въ этомъ отношеніи J. Bauer'омъ [1]) въ лабораторіи Voit'a въ Мюнхенѣ. Bauer опредѣлилъ выдѣленіе азота и углекислоты и поступленіе кислорода у голодающихъ собакъ. Послѣ этого онъ отравлялъ ихъ фосфоромъ, давая имъ его впродолженіи многихъ дней небольшими пріемами или впрыскивая его подъ кожу въ масляномъ растворѣ; оказалось, что вслѣдствіе этого выдѣленіе азота увеличилось вдвое [2]), между тѣмъ какъ выдѣленіе углекислоты и поступленіе кислорода уменьшились на половину. Слѣдовательно, отъ дѣйствія фосфора азотъ отщепился съ незначительнымъ количествомъ углерода отъ большаго количества бѣлковъ, но безъазотистый остатокъ удержался въ тѣлѣ не сгорѣвшимъ. Когда животныя пали, спустя нѣсколько дней послѣ дачи фосфора, то вскрытіе обнаружило всеобщее ожирѣніе всѣхъ органовъ. Въ одномъ случаѣ сухія мышцы содержали 42,4 %, сухая печень 30 % жира, между тѣмъ какъ въ нормальной сухой мышцѣ собаки было найдено лишь 16,7 % жира, а въ нормальной сухой печени лишь 10,4 %. *Значитъ, при отравленіи фосфоромъ жиръ образовался изъ бѣлковъ.* Возраженіе, будто жиръ могъ проникнуть изъ богатой жиромъ соединительной ткани въ мышцы и печень, неосновательно, потому что собака голодала уже 12 дней до начала

1) Jos. Bauer, Zeitschr. f. Biol. Bd. 7. S. 63. 1871 и Bd. 14. S. 527. 1878.

2) Увеличенное выдѣленіе азота послѣ отравленія фосфоромъ было доказано еще раньше Bauer'a O. Storch'омъ „Den acute Phosphorforgiftning," etc. Diss. Kjobenhavn. 1865. Рефератъ объ этой работѣ помѣщенъ въ Deutsch. Arch. f. klin. Med. Bd. II. S. 264. 1867. Часть оригинала F. A. Falk напечаталъ въ нѣмецкомъ переводѣ въ Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VII. S. 377. 1877. Результаты Storch'a и Bauer'a подтверждены въ новѣйшее время Paul'омъ Cazeneuve. Revue mensuelle de médec. et de chir. IV. p. 265 et 444. 1880.

фосфорнаго отравленія и пала на 20-ый день голоданія. Но по опыту извѣстно, что послѣ 12 дневнаго голоданія видимый простымъ глазомъ жиръ почти совершенно исчезаетъ изъ подкожной клѣтчатки и брыжейки.

Подобно фосфору дѣйствуютъ, повидимому, столь родственные ему химически элементы: мышьякъ и сурьма; послѣдніе не должны однако быть введены въ свободномъ видѣ, а вызываютъ увеличенное выдѣленіе азота и жировое перерожденіе органовъ [1]) лишь въ окисленномъ состояніи. Пока мы еще не въ состояніи объяснить хоть сколько-нибудь это дѣйствіе.

Изслѣдованія, касающіяся фосфорнаго отравленія, доказываютъ только образованіе жира изъ бѣлка при этихъ, вполнѣ опредѣленныхъ, ненормальныхъ условіяхъ. Спрашивается: совершается-ли это превращеніе и при нормальныхъ условіяхъ?

Образованіе жира изъ бѣлка при нормальныхъ условіяхъ несомнѣнно доказано слѣдующимъ простымъ опытомъ, который Fr. Hofmann [2]) произвелъ надъ низшими животными, а именно надъ личинками мухъ. Легко удается снять съ трупа безъ загрязненія яички Muscida vomitoria, положенныя туда кучами лѣтомъ. Часть добытыхъ такимъ образомъ яичекъ употреблены Hofmann'омъ для опредѣленія содержанія жира; другой части онъ далъ развиваться въ крови. Содержаніе жира въ крови было также опредѣлено. Послѣ того, какъ личинки выросли, было опредѣлено содержаніе въ нихъ жира. Оказалось, что взрослыя личинки содержали въ 10 разъ больше жира, чѣмъ яички вмѣстѣ съ кровью. Такъ, напр. въ одномъ опытѣ въ 52 grm. крови, содержавшихъ 0,017 grm. жира, развилось 0,02 grm. яичекъ, содержавшихъ 0,001 grm. жира, взрослыя-же личинки содержали 0,201 grm. жира. Этотъ жиръ могъ образоваться только изъ бѣлка крови. Сахаръ крови не долженъ быть здѣсь принятъ во вниманіе, потому что 50 grm. крови рѣдко содержатъ болѣе 0,07 grm. сахара, да и это слишкомъ незначительное количество должно

---

1) Gähtgens, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1875. S. 529. Kossel, Ach. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. V. S. 128. 1876. Gähtgens, ibid. Bd. V. S. 833. 1876 и Centralbl. f. d. med. Wiss. 1876. S. 321. Saikowsky, Virchow's Arch. Bd. 34. S. 73. 1865.

2) Franz Hofmann, Zeitschr. f. Biol. Bd. 8. S. 159. 1872.

было очень скоро разложиться. Кромѣ того личинки «потребили далеко не всю кровь.»

Что и у млекопитающихъ жиръ можетъ при нормальныхъ условіяхъ образоваться изъ бѣлка, Pettenkofer и Voit [1]) заключили изъ слѣдующихъ опытовъ надъ собаками. Они кормили собакъ очень большими количествами чистаго мышечнаго мяса и опредѣлили съ помощью дыхательнаго аппарата весь приходъ и расходъ. Оказалось, что весь азотъ мяса появился опять въ расходѣ, но не весь углеродъ. Такъ, напр., въ одномъ опытѣ [2]) собака, вѣсившая 34 kgrm., получала ежедневно 2500 grm. мяса; она выдѣляла весь азотъ этого количества мяса, но изъ 313 grm. принятаго углерода она выдѣляла только 271 grm. Такимъ образомъ недоставало 42 grm., которые остались въ тѣлѣ въ видѣ безъазотистаго соединенія — жира, какъ это заключаютъ Pettenkofer и Voit. Можно было бы еще возразить: почему именно въ видѣ жира, а не въ видѣ гликогена? Количество гликогена, накопленное въ тѣлѣ плотоядnаго, отнюдь не незначительно и колеблется въ очень большихъ предѣлахъ. Böhm и Hoffmann [3]) нашли у кошки 1,5—8,5 grm. на 1 kgrm. вѣса тѣла. 42 grm. углерода соотвѣтствуютъ приблизительно 100 grm. углеводовъ. Если мы, слѣдовательно, предположимъ, что они накопились въ этомъ видѣ, то должно было оказаться приращеніе гликогена въ размѣрѣ 3 grm. на 1 kgrm. вѣса тѣла, что не кажется невозможнымъ. Но мы не должны забывать, что это приращеніе гликогена должно было совершиться втеченіе одного дня. Въ предъидущій день животное получило ту-же пищу. Такое большое измѣненіе содержанія гликогена было, слѣдовательно, невѣроятно. Для рѣшенія этого вопроса слѣдовало-бы продолжить эти опыты болѣе продолжительное время.

Вопросъ, накопляется-ли удержанный въ тѣлѣ углеродъ въ видѣ жира или въ видѣ гликогена, можно было бы съ увѣренностью рѣшить, еслибы возможно было дать точное уравненіе обмѣна веществъ для кислорода. Разница въ содержаніи кислорода въ жирѣ и гликогенѣ очень велика.

1) Pettenkofer und Voit, Liebig's Ann. Suppl. II. S. 361. 1862. Zeitschr. f. Biol. Bd. 6. S. 377. 1870 и Bd. 7. S. 433. 1871.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 7. S. 487. 1871.

3) Böhm und Hoffmann, Arch. f. exp. Path. u. Pharm. Bd. VIII. S. 290. 1878.

По количеству оставшагося въ тѣлѣ кислорода можно было бы, слѣдовательно, опредѣлить, въ какой формѣ отложился углеродъ. Но пока у насъ нѣтъ еще метода опредѣлить прямо содержаніе кислорода въ пищѣ, да и вдыхаемый кислородъ опредѣляется по методу Pettenkofera изъ разницы.

Противъ опыта Pettenkofer'a и Voit'a нужно, наконецъ, еще замѣтить, что мясо вѣдь не было совершенно лишено жира и углеводовъ. Значитъ, образованіе жира изъ бѣлка въ организмѣ млекопитающаго при нормальныхъ условіяхъ еще не доказано съ достовѣрностью[1]). Но оно весьма вѣроятно, потому что оно дѣйствительно совершается у низшихъ животныхъ при нормальныхъ условіяхъ, а у млекопитающихъ — при патологическихъ. Въ пользу нормальнаго образованія жира изъ бѣлка нужно добавить еще, что изъ бѣлка, какъ мы видѣли (стр. 371), образуется гликогенъ, а изъ гликогена и вообще изъ углеводовъ образуется, какъ мы сейчасъ увидимъ, жиръ.

Пока еще невозможно объяснить химически образованіе жира изъ бѣлка. Во всякомъ случаѣ мы не должны представлять себѣ, что этотъ процессъ такъ простъ, будто жиръ, подобно преформированному радикалу, отщепляется отъ бѣлковаго молекула-великана. Здѣсь мы имѣемъ дѣло съ глубокими расщепленіями, превращеніями и слѣдующими за ними синтезами, о ходѣ которыхъ мы пока еще не можемъ высказать даже предположеній.

Намъ осталось еще рѣшить третій и послѣдній вопросъ: превращаются-ли и **углеводы** въ животномъ тѣлѣ въ жиръ? Изъ многочисленныхъ изслѣдованій, произведенныхъ съ цѣлью рѣшить этотъ вопросъ, я укажу лишь на тѣ, которые дали далеко недвусмысленные результаты.

Н. Чирвинскій[2]) производилъ опыты надъ молодыми свиньями. Для одного изъ этихъ опытовъ онъ выбралъ двухъ 10-ти недѣльныхъ поросятъ изъ одного помета, изъ кото-

1) Остальные опыты, приводимые въ пользу образованія жира изъ бѣлка, также недвусмысленны. Ср. также Субботинъ, Virchow's Arch. Bd. 36. S. 561. 1866. Kemmerich, Centralbl. f. d. med. Wiss. 1866. S. 465 и 1867. S. 127.

2) Н. Чирвинскій, Landw. Versuchsstationen. Bd. 29. S. 317. 1883. Подобные же опыты, произведенные другими авторами, дали тотъ же результатъ. См. F. Soxhlet, Zeitschr. des landwirthschaftl. Vereins in Bayern 1881. August-Heft. B. Schulze, Landw. Jahrb. 1884. S. 57. St. Chaniewski, Zeitschr. f. Biol. Bd. 20. S. 179. 1884.

рыхъ Nr. I вѣсилъ 7300 grm., а Nr. II — 7290 grm. Такимъ образомъ можно было допустить, что оба содержали почти одинаковыя количества жира и бѣлка. Nr. I былъ убитъ, и опредѣлено содержаніе жира во всемъ животномъ, а также содержаніе азота, а изъ послѣдняго — maximum бѣлковыхъ веществъ. Послѣ этого Nr. II былъ кормленъ впродоженіи 4 мѣсяцевъ ячменемъ, который былъ анализированъ. Количество съѣденнаго ячменя было опредѣлено. Далѣе было тоже опредѣлено анализомъ всѣхъ экскрементовъ количество жира и бѣлка, оставшихся непереваренными. Такимъ образомъ было констатировано, сколько жира и бѣлка всосало животное впродолженіи 4 мѣсяцевъ. Послѣ этого животное, вѣсившее уже 24 kgrm., было убито, и опредѣлено содержаніе бѣлка и жира во всемъ его тѣлѣ:

Nr. II содержалъ .	2,52 kgrm.	бѣлка и	9,25 kgrm.	жира
Nr. I „	0,96	„	0,69	„
Слѣдовательно, отложилось	1,56	„	8,56	„
Принято съ пищею	7,49	„	0,66	„
Разница —	5,93 kgrm.	бѣлка и +	7,90 kgrm.	жира.

И такъ, въ тѣлѣ отложились 7,9 kgrm. жира, которые не могли образоваться изъ жира пищи. Изъ 5,93 kgrm. бѣлка пищи, которые не накопились въ видѣ бѣлка, могла образоваться лишь самая малая часть этихъ 7,9 kgrm. жира. *Слѣдовательно, по крайней мѣрѣ, 5 kgrm. жира образовались изъ углеводовъ пищи.* Это количество такъ велико, что никакимъ сомнѣніямъ и размышленіямъ нѣтъ мѣста. Въ особенности совершенно неумѣстно возраженіе, будто произвольно положенное въ основаніе опыта предположеніе, что содержаніе бѣлка и жира было у обоихъ животныхъ одинаково.

Meissl и Strohmer[1]) предложили другой путь для рѣшенія этого вопроса. Они кормили однолѣтняго борова, вѣсившаго 140 kgrm., іоркширской породы, особенно предрасположеннаго къ откармливанію, въ теченіи 7 дней пищею, бѣдною жиромъ и бѣлкомъ, но богатою углеводами, а именно рисомъ, который былъ анализированъ и котораго

1) E. Meissl und F. Strohmer, Sitzungsb. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Bd. 88. III. Abth. 1883. Juli-Heft.

каждый день отпускалось по 2 kgrm. На 3-ій и 6-ой дни животное было помѣщено въ дыхательный аппаратъ Pettenkofer'a для того, чтобы опредѣлить выдѣленіе углекислоты. Оказалось, что отъ поступившаго углерода осталось въ тѣлѣ 289 grm., а отъ азота — 6 grm. Шести grm. азота соотвѣтствуютъ 38 grm. бѣлка съ 20 grm. углерода. Значитъ, въ тѣлѣ должно было ежедневно оставаться 269 grm. углерода въ видѣ жира. Такое большое количество углерода не могло отлагаться каждый день въ видѣ гликогена. Изъ чего же могло образоваться это количество жира? Отъ ежедневной пищи переваривалось 5,3 grm. жира и 104 grm. бѣлка. 38 grm. бѣлка отложились въ тѣлѣ, въ неизмѣненномъ видѣ. Остальные 68 grm. бѣлка и 5,3 grm. жира не могли дать 269 grm. углерода для отложенія жира. Очевидно, такимъ образомъ, что послѣдній долженъ былъ образоваться изъ углеводовъ.

Такъ какъ часто высказывалось предполождніе, будто жиръ образуется изъ углеводовъ только у травоядныхъ и всеядныхъ, но не у плотоядныхъ, то я упомяну еще вкратцѣ о слѣдующемъ опытѣ, произведенномъ Rubner'омъ[1]) надъ собакою съ помощью дыхательнаго аппарата. Животное голодало 2 дня и послѣ этого его кормили тростниковымъ сахаромъ и крахмаломъ. Удержалось значительное количество углерода, которое было слишкомъ велико для того, чтобы оно могло отложиться въ видѣ гликогена. *Слѣдовательно, жиръ образовался изъ углеводовъ.*

Образованіе жира изъ углеводовъ составляетъ для химика полнѣйшую загадку и доказываетъ лучше всего, что въ животной клѣткѣ совершаются такіе же запутанные синтетическіе процессы, какъ и въ растительной.

Часто пытались примѣнить наши познанія относительно образованія жировъ къ рѣшенію вопроса о причинѣ ожирѣнія у человѣка и о средствахъ къ борьбѣ съ нею и предохраненію отъ нея. При этомъ впали въ роковую ошибку: искали причину ожирѣнія въ слишкомъ обильномъ приниманіи пищи или даже въ несоотвѣтственномъ составѣ пищи — въ слишкомъ обильномъ питаніи углеводами или жирами. Если человѣкъ ѣстъ все, что кажется ему вкуснымъ и сколько ему хочется, — то это вполнѣ здорово и

1) Max Rubner, Zeitschr. f. Biol. Bd. 22. S. 272. 1886.

нормально и при нормальномъ образѣ жизни никогда не ведетъ къ ожирѣнію. Почему хотятъ обвинить нормальное отправленіе въ томъ, что оно служитъ будто-бы причиною патологическаго процесса! *Причиною ожирѣнія служитъ во всѣхъ безъ исключенія случаяхъ недостаточная работа мышцъ.* Человѣкъ, работающій физически, не ожирѣетъ при какомъ-угодно питаніи. Необходимо согласиться съ тѣмъ, что предрасположеніе къ ожирѣнію можетъ быть весьма различно. Но изъ этого слѣдуетъ только заключить, что не всякій можетъ безнаказанно атрофировать тѣ органы, которые составляютъ половину по вѣсу нашего тѣла. Такое предрасположеніе къ ожирѣнію, которое не могло-бы быть уничтожено напряженіемъ мышцъ, не случается. Пусть покажутъ мнѣ хоть одного ожирѣвшаго полеваго рабочаго! Не слѣдуетъ говорить, что всѣ эти люди дурно питаются. Многіе изъ нихъ питаются такъ хорошо, какъ люди вообще могутъ питаться. Во всякомъ случаѣ ихъ пища никогда не бѣдна углеводами, большею частью она также не бѣдна жирами.

Накопленіе жира поддерживается, какъ извѣстно, принятіемъ алкоголя. Пока нельзя еще дать удовлетворительное объясненіе этого дѣйствія алкоголя. Можно, пожалуй, приписать алкоголю, какъ легко сгорающему веществу, сберегающее дѣйствіе на органическія пищевыя вещества, которыя вѣдь всѣ могутъ превращаться въ жиръ. Но возможно также, что алкоголь способствуетъ образованію жира точно такъ же, какъ мы это видѣли по отношенію къ другимъ ядамъ: къ фосфору, мышьяку, сурьмѣ (ср. выше стр. 138 и 391—392). Благотворное дѣйствіе алкоголя при образованіи жира слѣдуетъ большею частью приписать тому, что онъ, благодаря своему угнетающему дѣйствію на мозгъ, дѣлаетъ человѣка лѣнивымъ, неохотнымъ къ какому-либо напряженію.

Терапія ожирѣнія, слѣдовательно, очень несложна: нужно совершенно запретить паціентамъ потребленіе всѣхъ спиртныхъ напитковъ и требовать, чтобы они физически напрягали свои силы. Въ послѣднемъ отношеніи нужно при наступившемъ уже ожирѣніи и слабости сердца быть во всякомъ случаѣ осторожнымъ и не совѣтовать сразу усиленныя движенія. Вообще ожирѣніе не поддается кратковременному лѣченію — ну хоть — восхожденіемъ на горы впродолженіи нѣсколькихъ недѣль въ году. Лѣченіе должно

длиться всю жизнь и состоять просто въ употребленіи мышцъ на то, къ чему онѣ предназначены природою. Но это именно не желательно богатому паціенту, равно какъ ему не хочется отказаться отъ спиртныхъ напитковъ. Поэтому врачи и выдумали чудеснѣйшіе способы лѣченія ожирѣнія, отъ которыхъ, можетъ быть, уже тысячи людей были излѣчены до смерти. Все извращенное при всѣхъ этихъ лѣченіяхъ состоитъ въ томъ, что стараются замѣнить одну ненормальность другою: недостаточную работу мышцъ недостаточнымъ питаніемъ или ненормально составленною пищею, или даже неполнымъ перевариваніемъ пищи — слабительными солями —, принятіе алкоголя — отнятіемъ углеводовъ или жировъ и т. д. — Нужно только устранить совершенно и на всегда первую ненормальность, а въ остальномъ не вторгаться разрушительно въ саморегулированіе организма.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ НАЗВАНІЙ.

А.

Avidität см. Жадность.
Аденинъ 335.
Аденоидная ткань кишечной стѣнки 4, 219—222.
Азотистая кислота 20—22.
Азотная кислота 20—55.
Азотъ, его круговращеніе 20—22. —, въ крови 245. —, въ пищевар. каналѣ 213. —, выдѣленіе свободнаго аз. 245—246. —, связанный азотъ, образованіе и разрушеніе его 20—22. —, азотъ содержащіе конечные продукты обмѣна веществъ лекц. 16.
Алейроновые кристаллы 53.
Ализариновая лазурь 366.
Алкоголь см. этиловый спиртъ
Алкогольное броженіе 177, 181, 382.
Аллантоинъ 324—325.
Аллоксанъ 325—326.
Альбуминурія 338.
Альбуминъ 52, 242, 243.
Альбумозы 191.
Алюминій 28.
Amanita muscaria 86.
Аманитинъ 86.
Амебы 4, 9, 10.
Амидокислоты 191—192, 307—309, 329.
Амидокоричная кислота 270.
Амидоуксусная кислота 63, 202.
Амміакъ, значеніе для жизненнаго процесса 20—22 —, появленіе въ животномъ тѣлѣ 298, 309—314, 332—344, 342.
Аммоній, муровьинокислый 314, 329 —, карбаминокислый 312 — лимоннокислый 310 —, углекислый 310—315, 329.
Амфибіи 286—287, 381.
Amphioxus 361.
Анэраобіозъ 253, 381.
Анемія 102.
Antipyretica, см. Жаропонижающее средство.
Антисептическое дѣйствіе минеральныхъ кислотъ, желудочнаго сока и слюны улитокъ 153—156, 165—168. —, желчи 210.
Anus praeternaturalis 173.
Ароматическія соединенія 268 до 273.
Arcella 9, 10.
Arthritis 319.
Ascaris mystax 391.
Acidalbumin 191.
Аспаргиновая кислота 307, 308, 329.
Атрофія печени, острая 332.

Б. В.

Бактеріи 153, 154, 165, 166, 181, 184, 185, 187.
Бензиловый спиртъ 266, 267, 270.
Бензойная кислота 270—271, 299—304.
Бензолъ 260—261, 270.
Bertholletia excelsa 54.

Биливердинъ 203, 362. 365.
Билирубинъ 203, 345, 346, 361—367.
Блѣдная немочь 92—103.
Болотный газъ 180, 186, 286—294.
Бренцкатехинъ 267, 268, 270.
Бродильная молочная кислота 166.
Броженіе 177—185, 380.
Бромбензолъ 350.
Бромфенилцистеинъ 350—351.
Бульонъ, говяжій см. мясной экстрактъ.
Бутилхлоралъ 273.
Бѣлковыя тѣла 50—61, 69—77, 190—192, 214—224, 242—244, 306—308, 338.

B. V.

Vampyrella 4, 5, 187—188.
Вегетеріанизмъ 80.
Vena advehens у птицъ 331.
Vena Jacobsonii у птицъ 331.
Виноградный сахаръ, броженіе 177 —, образованіе изъ крахмала при пищеваренiи 184, — въ крови 212—213 —, въ мочѣ 354.
Витализмъ, лекц. 1.
Вода, значеніе въ обмѣнѣ веществъ 108—109.
Водородистый палладій 261.
Водородъ, круговращеніе 16—17. —, развитіе при броженіи муравьиной кислоты 179 —, при маслянокисломъ броженіи виноградnаго сахара 182, 262 —, возрождающійся водородъ (in statu nascendi) 261—263. —, роль въ пищеварительномъ каналѣ 293—297.
Возстановленія въ животномъ тѣлѣ 259—262, 272, 366.
Возстановляющія вещества въ крови 259—261 —, въ тканяхъ 260—261.
Волосъ 28, 65.
Воротная вена 302—303, 330, 357—359.
Всасываніе пищи 3—6, 172, 211—223, 386—390.
Выдыхаемый воздухъ 281.

Г. G. H.

Газовый насосъ 245.
Газы крови 274—286. —, пищеварительнаго канала 292 до 297.
Gastromalacia 169.
Гематинъ 58 —, появленіе въ калѣ 91, 208 —, отношеніе къ красящему веществу желчи 346, 361, 362, 367.
Гематобласты 230.
Гематогенная желтуха см. Желтуха
Гематогенъ 101.
Гематоидинъ 362.
Hemialbuminosis 191 прим. 1.
Гемоглобинъ 25, 58, 91—93, 107, 241 —, соединеніе съ кислородомъ 247—251 —, съ окисью углерода и съ окисью азота 248 — появленіе 363, — въ мышцѣ 380—381 —, гемоглобинурія послѣ ожоговъ кожи 291, 363.
Hepatitis interstitialis 315.
Hydra viridis 45.
Гидрохинонъ 270.
Гипоксантинъ 88, 335—336.
Гиппуровая кислота 271, 298—306.
Гликогенъ 6, 213, 368—371, 375—376.
Гликоль 85.
Гликохолевая кислота 201, 203.
Гликоколь 63, 202, 207, 271, 298—310, 323, 329.
Гликуроновая кислота 271—273.
Глиноземъ 28—29, 51—53.
Глицеринъ 85, 388—389.
Глицинъ см. Гликоколь.
Глобулинъ 52—54, 191, 241 до 244.

Глютинъ 61—64.
Гніеніе 191—192.
Гной, пептонъ въ немъ 222 до 224.
Голодъ 216—217, 242, 375, 385.
Грибки въ желудкѣ 153—154, 165—166.
Гуанидинъ 317, 336.
Гуанинъ 88, 335—336.

Д. D.

Диспепсія 166—167.
Диффузія 3—6.
Diabetus mellitus 337, 371
Діастазъ 178—179, 184, 186.
Діатезъ, мочекислый 319, 321 322.
Діоксибензолъ 270.
Dolium galea 155—156,160—161.
Древесина 81—106, 185—187.
Дрожжи 178.
Ductus thoracicus 5, 211 215, 360.
Ductus choledochus 360.
Дыханіе, лекц. 14 и 15.
Дыхательное частное 284—285.
Дыхательные аппараты 285.
Дыхательныя средства 69—70.
Дыхательныя трубки 254—258.
Дѣти, потребность ихъ въ пищѣ сравнительно съ взрослыми 78, 79, 104—108.
Дѣтское мѣсто, обмѣнъ газовъ въ немъ

Ж.

Жадность 158.
Жаропонижающее средство 140.
Железы, ихъ функціи 6, 105—106, 160, 170—171, 337—340, 357.
Железы привратника 162—163.
Желтковыя пластинки 53.
Желтокъ куринаго яйца 99.
Желтуха, см. Icterus
Желудокъ 151—173.
Желудочный свищъ 173.
Желудочный сокъ 151—172, —, искусственный
Желчные камни 204.
Желчный свищъ 201.
Желчныя кислоты 201—203, 205—206, 361—367.
Желчь 201—210.
Желѣзо, круговращеніе 24—26. —, въ гемоглобинѣ 25, 90, 91, 101, 247, 248. —, значеніе для жизни растеній 25, 26 —, всасываніе и усвоеніе въ животномъ тѣлѣ 91—103. —, ядовитое дѣйствіе 97—98. —, появленіе въ печени 367.
Женское молоко 72—75.
Жидкость плевры 231.
Жизненная сила 1—14.
Жировыя кислоты, свободныя, роль въ животвомъ тѣлѣ 387—390.
Жиры, значеніе какъ пищ. в—въ 67—84. —, перевариваніе сокомъ поджелудочной железы 188—190. —, эмульгированіе 189—190, 199—200 —, всасываніе 4—5, 190, 208, 209, 211—214, 387—390. —, въ крови 213—214. —, рабочій матеріалъ мышцъ 376—377. —, образованіе въ животномъ тѣлѣ лекц.20.

З.

Закись желѣза, переносительь кислорода 260, 265.
Закись мѣди, переноситель кислорода 260, 264.
Запятовидная палочка 165.
Земноводныя см. Амфибіи
Змѣи, образованіе мочи у нихъ 330.
Зерновые хлѣба 77—80.
Зола пищевыхъ веществъ, лекц. 7
Злаки см. Зерновые хлѣба.

И. I.

Известь 106—107.
Icterus 208, 364—367.
Ileus 347.

Inanition см. Голодъ.
Инвертинъ 178.
Индиго 346—347.
Индигосѣрная кислота, переноситель кислорода 264.
Индоксилсѣрная кислота 268, 346—347.
Индолъ 346—347.
Индофеноловая лазурь 66.
Иридій, каталитическое дѣйствіе 180.

К.

Какао, зерна 143.
Калій, хлорнокислый 176.
Калорія 68.
Камедь, животная 204.
Камферолъ 271.
Камфоргликуроновая кислота 272.
Камфора 271.
Карбамидъ 306—317.
Карбаминовая кислота 312.
Картофель 72—78, 122—127.
Катализа 177, 180.
Катарръ желудка 167.
Кератинъ 65 66.
Кислородъ, круговращеніе 17 до 20, 25. —, значеніе его какъ пищеваго вещества 48. —, вліяніе на броженіе и на разложеніе бѣлковъ 181. —, роль при наружномъ и внутреннемъ дыханіи 245—273. —, количество въ крови 246—248. —, соединеніе съ гемоглобиномъ 248—251. —, потребленіе въ тканяхъ 251—273. —, потребность въ кислородѣ у различныхъ организмовъ 253, 254, 377—380. —, активированіе 257—273. —, роль въ оксигемоглобинѣ 265—266. —, въ пищеварительномъ каналѣ 292, 293, 379. —, потребленіе въ мышцахъ 378—383.
Кишечная перистальтика, вліяніе пищи на нее 81—84.
Кишечникъ, явленія пищеваренія въ немъ, лекц. 10 и 11. —, всасываніе — лекц. 12.
Кишечные паразиты 174, 197, 378—379.
Кишечный свищъ 196 198, 216.
Кишечный сокъ 196—200.
Кишки, тонкія 196—200.
Клей и клейдающія ткани 61 до 64, 76, 144, 190.
Клѣтка, химическія явленія въ ней 3—6, 9—12, 105—106, 160, 170, 171, 306, 337, 338.
Кожа, функціи ея 286—292. —, ожоги 289—291.
Кожное дыханіе 286—292.
Коллоидныя вещества 50—53.
Конкременты въ желчныхъ путяхъ 204. —, изъ мочевой кислоты 319—322, 343—344. —, см. также мочевые камни.
Контактное дѣйствіе 177, 180.
Коричная кислота 271.
Корненожки 4, 5, 9. 10.
Кости 61, 62, 65, 107, 108.
Кофе 141—143.
Коэффиціенты поглощенія газовъ, встрѣчающихся въ животномъ тѣлѣ 294—295.
Красящія вещества желчи 203—204, 361—367.
Красящія вещества крови 341, 262. —, въ мочѣ 289, 363—364.
Крахмалъ 178, 185—187.
Креатининъ 145, 148, 149, 316—318, 342.
Креатинъ 145, 148, 149, 315—318, 342.
Крезолъ 268.
Кремній 26—28.
Кристаллоиды бѣлка 53—54.
Кровь 225—247 —, количество въ тѣлѣ человѣка 91 —, количественный анализъ 232—241.
Кровяныя тѣльца, красныя 232, 235—241 —, функціи ихъ при синтетическихъ процессахъ 305. —, безцвѣтныя см. лейкоциты.
Кровяной сгустокъ 225.
Ксантинъ 142, 143, 335—336.
Ксилолъ 271.

Л. L.

Lampyris splendidula 254.
Лейкемія 328.
Лейкоциты 3—6, 71, 190, 222, 227—230. 329.
Лейцинъ 191—192, 307—308, 329.
Лецитинъ 85—87, 90, 204. —, въ крови 241.
Lieberkühn'овскія железы 196 до 200.
Лимфа 225—226, 228, 231, 243 до 244.
Лимфатическія тѣльца 4—6, 222.
Liquor pericardii 231, 243.
Lithium 344.
Лосось 89—90, 242.
Льяное масло 350.
Лютеинъ 242.

М.

Мальтоза 178, 186.
Марганецъ 29, 97.
Маслянокислое броженіе 166, 182, 382.
Массовое дѣйствіе 159, 249.
Матеріализмъ, лекц. 1.
Мезитиленовая кислота 271.
Мезитиленъ 271.
Мезоксалилмочевина 325.
Механистическое объясненіе жизни 1—14, 106.
Микроорганизмы въ желудкѣ 153—155, 164—168.
Миллонова реакція 63.
Мироновая кислота 161.
Minimum, „законъ minimum'а" 23.
Млечный сокъ 215.
Молоко 70—77, 79, 87, 89, 90, 101, 104—106, 152.
Молочныя кислоты 166, 332 до 334, 354—355.
Monotropa 45.
Моча, лекц. 16 и 17. —, реакція ея 309—311, 321, 338, 341—343. —, красящія вещества 345—346.
Мочевая кислота 318—336, 343.
Мочевина 306—315, 325—326, 329, 334—336.
Мочевые камни изъ мочевой кислоты 318—322, 342. —, изъ фосфатовъ 345. —, изъ ксантина 335. —, изъ цистина 351. —, изъ щавелекислыхъ солей 355—356.
Мочевые осадки 320—323, 344 до 345, 351, 355—356.
Муравьинокислое броженіе 179 до 180.
Мускаринъ 86.
Muscida vomitoria 492.
Муцинъ 204—205.
Мыла 204, 388.
Мышечная сила, источники ея 252, 369, 372—383.
Мышечное окоченѣніе 52, 226, 381 прим. 3.
Мышцы 313, 314, 372—383.
Мышьяковистый водородъ 364 до 367.
Мышьякъ 138, 392.
Мѣдь 29.
Мясной бульонъ, см. мясной экстрактъ
Мясной экстрактъ 144—149.
Мясо, какъ пищевое вещество 72—76.
Мясомолочная кислота 332—333, 381—382.

Н.

Налогъ на соль 125—126.
Наркотическія вещества 132 до 144.
Наслѣдственность 10, 11.
Насѣкомыя, дыханіе ихъ 254 до 255.
Натрій 114—130. —, въ кровяныхъ тѣльцахъ и въ плазмѣ 234—235. —, углекислый натрій 188—190. —, фосфорнокислый натрій 278, 320.
Нашатырь 310.
Неорганическія пищевыя вещества, лекц. 7.
Нейринъ 85—86.
Нитроглицеринъ 175.
Нуклеинъ 85, 87—90, 99—101, 241.
Нуклеоальбуминъ 88, 99—100.

О.

Обволакивающія клѣтки 163.
Овощи 76—79.
Ожогъ кожи 290—291.
Озонъ 258—260.
Окисленіе въ животномъ тѣлѣ; мѣсто его 251—257. —, объясненіе 257—273. —, источникъ мышечной силы 377 до 383.
Окись азота, соединеніе съ гемоглобиномъ 248. —, переносительь кислорода 264.
Окись желѣза, коллоидныя свойства 51—52.
Окись мѣди, коллоидныя свойства 51—52.
Окись углерода, соединеніе съ гемоглобиномъ 315. —, окисленіе 261 267. —, ядовитое дѣйствіе 305.
Оксалилмочевина 326.
Оксалурія 356.
Оксалуровая кислота 326.
Оксигемоглобинъ 248—251, 265 до 266, 279.
Оксимасляная кислота 333.
Octopus 156.
Ортонитротолуолъ 272.
Осадки въ мочѣ см. мочевые осадки.
Отдѣленіе молока 105—106.
Отдѣленія: см. железы.
Отекъ легкихъ 214.
Отрубейный хлѣбъ 77, 82.

П. Р.

Парабановая кислота 325—326.
Паразиты кишечника см. кишечные паразиты.
Paranuss (Американскій орѣхъ) 54.
Парапептонъ 191.
Пепсинъ 152, 167, 168, 182 до 184.
Пептонурія 223—224.
Пептоны 152, 190—195, 215 до 224.
Перевариваемость различныхъ пищевыхъ веществъ 65—66, 76—79, 81—83, 90—91.
Перекись водорода 177.
Переливаніе крови 231.
Переломы костей, переходъ жира изъ костнаго мозга въ кровь 214.
Переносители кислорода 24, 264 до 265.
Перспирація см. кожное дыханіе
Перья 28, 65.
Печеночная вена 358.
Печень 201, 206—208, 302—314, 330—333, 357—371.
Пиво 137.
Пирогалловая кислота 267, 268.
Пирогаллолъ 267, 268.
Пищевая кашица см. Chymus.
Пищевареніе, лекц. 9—11.
Пищевыя вещества, понятіе и раздѣленіе 47—50. —, органическія 51—103. —, неорганическія 104—130. —, значеніе 70—84. —, составъ 72 до 77.
Placenta см. Дѣтское мѣсто.
Плазма крови 225—232, 240, 242—243.
Планаріи (Planaria) 45.
Пластическія пищевыя вещества 70.
Платина, каталитическое дѣйствіе 177, 180.
Пневмонія, крупозная 224.
Поваренная соль 114—130.
Поджелудочная железа 174, 185 до 192.
Покрываніе кожи лакомъ 289 до 292.
Потъ 291—292.
Почки, ихъ отправленія, лекц. 16—17.
Препараты желѣза, какъ медикаментъ 97—99.
Пропептонъ 191.
Пропилбензолъ 270.
Процессы расщепленія 175 до 182.
Процессы сгоранія въ животномъ тѣлѣ. мѣсто 251—257.

Процессы объясненіе 257—273. —, источникъ мышечной силы 377—383.
Психическія явленія, связь ихъ съ обмѣномъ силъ и веществъ 39—43.
Psychophysik 42.

P. R

Размягченіе желудка 169.
Ракъ желудка 167.
Растеніе 34—35, 44 - 46.
Растительныя пищевыя вещества 75—84.
Rachitis 107.
Респираторный квоціентъ, см. дыхательное частное.
Рисъ 122—126.
Роданъ 353.
Родій 180.
Рутеній 180.
Рѣпное масло 390.

S.

Салициловый альдегидъ 266.
Самопереваріваніе желудка 169 до 172.
Самосгораніе сѣна 263.
Саркинъ 335.
Саркозинъ 317.
Свертываніе бѣлковъ 52—53.
Свертываніе крови 52, 225 231.
Свѣтъ, какъ источникъ силы для живущихъ существъ 33—42.
Свѣтящіеся органы 254.
Sedimentum lateritium 321.
Селезенка 328 - 330.
Селитра 262.
Serumalbumin 242 - 243.
Serumglobulin 242—243.
Сжиганіе труповъ 22.
Сила, сохраненіе ея 30—43. — „живая сила“ 31. —, освобождающаяся“ 40.
Сила напряженія 30. —, химическая 33.
Симбіозъ 45—46.
Синильная кислота 312, 323.
Синтезы въ животномъ тѣлѣ 271 - 272, 300 - 305, 309, 388.
Слюна 150—151.
Слюнныя железы 150. —, дыханіе въ нихъ 255—256. —, улитокъ 155—156, 160 - 161.
Содовая ижога 167.
Соединительная ткань 61 66.
Сокъ поджелудочной железы 151 172. —, искусственный 183.
Соли, неорганическія; значеніе для питанія и обмѣна веществъ лекц. 7. выдѣленіе черезъ почки 126, 338, 340 до 345.
Соли калія 215—117, 122 126, 127, 146 148.
Соляная кислота, средство противъ блѣдной немочи 102. —, въ желудочномъ сокѣ 151 до 172.
Споры бактерій 184 - 185.
Стромы красныхъ кровяныхъ тѣлецъ 232.
Сурьма 392.
Сыворотка крови 225—243.
Сычуговый ферментъ 152.
Сычуговыя железы 151—172.
Сѣмянные живчики (Spermatozoa) 10—11.
Сѣра, круговращеніе 22—25. —, въ бѣлкѣ 56—248. —, роль въ обмѣнѣ веществъ 110 до 111. —, выдѣленіе съ желчью 207. —, съ мочею 348—353.
Сѣрная кислота 110. —, въ слюнѣ улитокъ 155—156, 160—161. —, въ мочѣ 340 до 343. —, парная 246, 348 до 349.
Сѣрнистое желѣзо въ кишечникѣ 98, 102, 103, 208.
Сѣрнистый водородъ 295—297.
Сѣрнистыя соединенія въ кишечникѣ 98, 102, 103. —, въ мочѣ 348—353.
Сѣрнистыя щелочи въ кишечникѣ 98, 102, 103.
Сѣрноватистая кислота 353.

T.

Таурин 292, 207, 350, 352—353.
Таурохолевая кислота 201 до 203, 210.

Теинъ 141—143.
Температура, вліяніе на обмѣнъ веществъ 378—379.
Теоброминъ 143.
Теплота животная; источникъ ея 36—39. —, значеніе для жизненныхъ отправленій 70. —, регулированіе испареніемъ воды 291—292.
Теплота сгоранія пищевыхъ веществъ 67—69.
Теплота тѣла 67, 278—379.
Тирозинъ 63, 64, 65, 188—192, 269, 307, 308.
Толуиловая кислота 271.
Толуолъ 270,
Транссудаты, серозные 231, 243 до 244.
Трахеи, см. дыхательныя трубки.
Триметиламинъ 85.
Тромбы 227.
Тростниковый сахаръ, инвертированіе 177—178.
Трупное окоченѣніе 52, 226.

У. U.

Углекислота, роль ея на земной поверхности 16—21. —, роль ея въ крови и тканяхъ при дыханіи 274—287. —, содержаніе въ крови 276 до 278. —, выдѣленіе черезъ кожу 286—287. —, суточное выдѣленіе у человѣка 287. —, роль въ пищеварительномъ каналѣ 292 до 297.
Углеводы, значеніе какъ пищевыхъ веществъ лекц. 5. —, дѣйствіе панкреатическаго сока на нихъ 185—187. —, всасываніе 211—213.
Углеродъ, его круговращеніе 16—20.
Удушеніе 250, 252, 280.
Уксусная кислота 280.
Улитки, отправленія „слюнныхъ железъ“ 155—156, 160—161.
Ulcus ventriculi rotundum 171 до 172.
Уробилинъ 345, 346, 363.

Ф.

Фениламидопропіоновая кислота 269—270.
Фенилоуксусная кислота 270.
Фенилпропіоновая кислота 270.
Фенолсѣрная кислота 268, 348 до 349
Фенолъ 268, 269, 272, 348 до 349.
Ферменты 174—185.
Фибринъ крови 68, 225—231.
Фосфорная кислота 23, 276 до 279, 320, 340—345.
Фосфоръ, круговращеніе 23. —, органическія его соединенія 85—103. —, роль свободнадо фосфора въ организмѣ 267, 332, 391—392.
Фторъ 28.

Х. Ch.

Хилурія 214.
Хининъ 305.
Хлоралъ 253.
Хлористый азотъ 175—176.
Хлористый аммоній 310.
Хлористый водородъ см. соляная кислота.
Хлористый натрій см. поваренная соль.
Chlorosis, см. блѣдная немочь.
Хлѣбъ, извлеченіе пользы 77, 73.
Хлѣбныя см. злаки.
Холалевая кислота 202, 207, 361.
Холера 165
Холестеринъ 90, 204. —, въ крови 241.
Холинъ 86
Хондринъ 61—65, 68.
Хрящъ 61—64, 129.
Chymus 173—223.

Ц.

Цимолъ 271.
Цистеинъ 350—352.
Цистинурія 351.
Цистинъ 350—352.
Ціанамидъ 317 - 318.

Ч.

Чай 141—143.

Ш.

Шеколадъ 143.

Щ.

Щавелевая кислота; роль ея въ организмѣ 267. —, появленіе въ крови 209. — продуктъ расщепленія бѣлковъ 309. —, мочевой кислоты 325—326. —, появленіе въ мочѣ 355—356.
Щелочи, значеніе для явленій окисленія 258.

Э.

Экстрактъ, мясной 144—146.
Эластинъ 66.
Элементы химическіе; ихъ круговращеніе 15—29.
Эмбріонъ, дыханіе его 255.
Эмульгированіе жировъ въ кишечникѣ 188—189, 199—200.
Эндосмосъ 3—6.
Эпителіальныя клѣтки кишечника и железъ 5—6, 105—106, 160, 170, 171, 187, 190, 303 до 305, 337—339.
Эруковая кислота 388, 390.
Этиленбензолъ 270.
Этиленовая молочная кислота 333.
Этиленовый спиртъ 85.
Этиленоксидъ 85.
Этилиденовая молочная кислота 333.
Этиловый спиртъ, какъ приправа 131—141. —, какъ врачебное средство 140—141. —, вліяніе на ожирѣніе 397.

Я.

Яды, всасываніе и выдѣленіе 5.
Язва желудка, прободающая 171 до 172.
Яичный бѣлокъ 52.
Яичный желтокъ 99—100.

Алфавитный указатель авторовъ.

А.

Abeles, M. 354.
Addison, William 227.
Aeby, C. 370.
Andreasch 142.
Anrep, B. von 172.
Anstie 133.
Arnold 208.
Aronstein 52.
Асташевскій 381.
Aubert H. 287, 380.
Auerbach, Alex. 269.
Афанасьевъ, Н. 257, 367.
Avogadro 259.

В. Б.

Babo, L. von 233.
Baer, A. 136, 139.
Baeyer, Adolf 322, 346.
Baginsky, A. 107.
Barral 125.
Bartels 321, 328.
Barth, M. 178, 183.
Bary, A. de 46.
Bary, W. de 166.
Bauer, J. 215, 216, 391.
Baumann, E., активированіе кислорода 260–262; роль ароматическихъ соединеній въ животномъ тѣлѣ 267 до 270: парныя сѣрныя кислоты 268, 346, 348; индоксилсѣрная кислота 346; цистинъ 350—352.
Baumert 293.
Baumgärtner, J. 253.
Bayer, Heinrich 202.
Beal, Lionel S. 228.
Beaumont, W. 173.
Béchamp, J. 195.
Behaghel von Adlerskron 106.
Beneke, S. W. 351.
Bernard, Cl., общія отправленія растеній и животныхъ 46; слюнныя железы 150: самопереваріваніе желудка 169; дѣйствіе панкреатическаго сока на жиры 188; окись углерода 248; пирогаллолъ 267; гликогенъ 368, 369, 375; мочеизнуреніе 371.
Bergmann, E. von 231, 363.
Berlinerblau, M. 381.
Bert, P. 250, 251, 283.
Berthelot 21.
Bezold, A. von 124.
Bidder, Frdr. 95, 96, 150, 151, 154, 189, 201, 208, 242, 387.
Bienstock, Berthold 166.
Bikfalvi 139.
Binz, C. 133, 306.
Birk, L. 229.
Bischoff, Ernst 145.
Bischoff, Th. L. W. 91, 349.
Bizzozero, J. 230.
Bleile, A. M. 187, 212, 213.
Blondlot 201, 208.
Bodländer, G. 133.
Boeck 138.
Boecker 44.
Boedeker 156.
Böhm, R. 87, 362, 369, 381, 393.
Bojanus, N. 229.
Bokay, A. 87, 89.
Bourgeois 309.
Boussingault 125.
Brandt, Karl 45.
Brefeld 181.
Brieger, L. 166, 167, 268, 346
Brown, Horace F. 187.
Brücke, E., Сычуговыя железы 156; ферменты 183; расщепленіе крахмала 186; эмульгированіе жировъ 189; промежуточныя ступени между бѣлкомъ и пептономъ 191; свертываніе крови 227; гликогенъ 368.
Buchheim 310.
Buchner, Wilh. 139.
Bunge, G. 90, 99, 104, 105, 111, 114, 139, 146, 233, 275, 301, 319, 379.
Buniva 325.
Bunsen 245.
Buntzen 80.
Burckhardt, A. E. 52, 243.
Busch, W. 173.

С. Ц.

Cahn, A. 94, 167.
Cash, Ph. 199.
Cazeneuve 344, 391.

Cech, C. O. 329.
Chaniewski, St 394.
Chittenden 191.
Chossat 242.
Chrzonsczewski 339.
Claus, A. 324.
Clausius 259.
Clève 202.
Cohnheim, J. 183, 256.
Coranda 311.
Cordua, Herm. 362.
Corvitart 190.
Coutaret, L. 186.
Czerny, V. 163, 216.
Ценковскій, Л. 4, 5.

D. Д.

Данилевскій, A. 64, 68, 183, 185, 195, 243.
Dähnhardt, C. 244.
Debray 180.
Demant, Bernh. 198, 199.
Demesmay 125.
Desaive 125.
Despretz 37.
Dessaignes 299.
Deville, H. Sainte Claire 180.
Dick, R. 363.
Donath, Eduard 178.
Donders, F. C. 276.
Dragendorff 142, 360.
Drechsel, E. 52, 54, 55, 56, 57, 312.
Дроздовъ 358.
Dulong, 37.
Dumas, 313.
Dupré, 133.

E.

Eberth, J. C. 227.
Ebstein, W. 322, 343, 352
Ecker, Alex. 256.
Edwards, Henri Milne 255.
Ehrlich, P. 262, 366.
Eichhorst, Hermann 216.
Elsässer 169.
Emich, Fr. 210.
Emminghaus 339.
Engelmann, Th. W. 9, 10, 46.
Entz, Géza 45.
Erlenmeyer, E. 333.
Ermann, 293.
Escher, Th. 65.
Etzinger, J. 65, 66.
Ewald, C. A. 388.

F.

Falk, F. A. 391.
Falk 165.
Favre 68.
Fechner 42.
Feder, Ludwig 311.
Fehr, C. 151.
Feiertag, H. 229.
Fick, A. 92, 183, 372, 373.
Filehne, Wilhelm 143.
Finkler 254.
Finn, Benj. 370.
Fischer, Emil 142, 322, 326, 335.
Flavard 349.
Fleischer 328.
Fleischl, E. 360.
Flügge, C. 358.
Fokker, A. P. 138.
Forster, J. 109, 217.
Frank, Edmund 165.
Fränkel, A. 181, 250, 251.
Frankland 67.
Frédéricq, Leon 29, 156, 174, 229.
Frerichs 205, 371.
Frey, Max von 189, 375, 381.
Friedel, C. 27.
Friedländer, C. 283.
Fubini, F. 286.
Funke, O. 291.
Fürbringer 355, 356.

G.

Gad, Joh. 189.
Gaehtgens 392.
Gaglio, Gaetano 267, 355, 381.
Garrod 322.
Gaule, J. 276, 282.
Gautier, Arm. 335.
Gavarret 38.
Geddes, P. 45.
Geissler 245.
Geppert, J. 245, 250, 251.
Giacosa, P. 260. 270.
Goldmann, E. 350, 352.
v. Gorup-Besanez 205.
Götschel, Ed. von 229.
Graham, Th. 50, 51, 161, 261.
Grimaux 51, 52, 61, 325.
Grohmann, W. 229.
Groth, O. 229.
Gruber, G. 186.
Grübler, G. 55, 56, 57.
Grünewaldt, O. von 174.
Gscheidlen 353, 354.
Gubler 244.
Guérin 349.
Gunning, J. W. 253.
Gyergyai 218, 219.

H.

Hagenbach-Bischoff, Ed. 92.
Hallervorden, E. 311, 315, 333.
Hamburger, E. W. 93, 95, 103.

Hammarsten, Olof, нуклеоальбуминъ въ молокѣ 89; слюнный ферментъ 151; сычуговый ферментъ 152; пепсинъ 182; холалевая кислота 202; желчь человѣка 203; свертываніе крови 229; лимфа 244.
Hammerbacher, F. 356.
Hammond 44.
Hanau, Arthur, 200.
Harley, G. 103.
Harnack, E. 59, 60, 86.
Hartmann, Ed. von 80.
Haubner 80.
Haughton, Sam. 44.
Hayem, H. 230.
Heidenhain, R., слюнныя железы 150; желудочный сокъ 154, 162, 163; панкреатическій сокъ 185; отправленія почекъ 338; образованіе родана въ слюнныхъ железахъ 354. отдѣленіе желчи 367.
Heltzl, A. von 183.
Henneberg 80, 187.
Henninger, A. 194, 195.
Hensen, V. 244.
Hermann, L. 65, 248,
Hermann, M. 363.
Hermans, J. Th. H. 288.
Heron, John 187.
Herroun, E. F. 201, 203.
Herter, E. 267, 283.
Herth, Robert 191, 194.
Hertwig, O. 46.
Heubach, H. 133.
Heyl, N. 229.
Hill 322.
Hoffmann, Arthur 305.
Hoffmann, Ferd. 229.
Hoffmann, Frdr. Albin.
Hofmann, Franz 77, 82, 148 320.
Hofmann, C. B. 292.
Hofmeister, Fr. 6, 63, 190, 195, 219, 224, 312.
Höhne, Joh. 360.
Hoppe-Seyler, пищевареніе у низшихъ животныхъ 174; муравьинокислое и уксуснокислое броженіе 179—181; дѣйствіе кислорода на броженія 182; принятіе воды при процессахъ броженія 183; желудочный сокъ холоднокровныхъ животныхъ 183; броженіе клѣтчатки 187; кишечный сокъ 200; желчь 202, 203, 205, 206; количественный анализъ крови 233—235, 241; гемоглобинъ 241; оксигемоглобинъ 247, 265; соединеніе гемоглобина съ окисью углерода и съ окисью азота 248; лимфа и серозные транссудаты 244; кислородъ въ отдѣленіяхъ 256; активированіе кислорода 260—263; роль углекислоты при дыханіи 277; измѣненіе крови послѣ ожоговъ кожи 291; подготовительныя ступени мочевины 312; добываніе уробилина изъ гематина 346; распространенность красящихъ веществъ желчи въ животномъ царствѣ 361; углеводы въ крови. 369.
Horbaczewski, Joh. 317, 322.
Hueppe, Ferdinand 166.
Hüfner, G. 183, 184, 185, 241, 248.
Hunter, J. 169.

J.

Jacobsen, Oscar 203, 205.
Jaffé, M. 272, 329, 345, 347, 350.
Jaksch, R. von 223, 344.
Jolyet. 285, 378.
de Jonge 270.
Jüddel, Gustav 241.

K.

Kaiser, F. F. 163.
Kant 1, 2.
Kauder, G. 52.
Kellner, O. 374.
Kemmerich, E. 146, 394.
Kjeldahl 184.
Klemensiewicz, Rudolf 162.
Кликовичъ 139.
Klug, Ferd. 286.
Knieriem, W. von 66, 81, 82, 307, 308, 310, 329.
Kobert 94, 97, 143, 148.
Koch, R. 166, 185.
Kochs, Wilh. 304.
Köhler, Armin 231.
König, J. 72, 83.
Kolbe 203, 322.
Kölliker 208.
Koppe 86.
Kossel 88, 273, 335, 392.
Красильниковъ 182
Kretschy, F. 139, 174
Krukenberg 174.
Kufferath 360.
Kühne, W., ферменты 183, 185 панкреатическій сокъ 185; пептоны 185, 190, 191; индолъ 347; красящія вещества желчи и крови 363; гемоглобинъ въ мышцѣ 380.
Külz, E., Гликуроновая кислота 273; оксимасляная кислота 333; цистинъ 350; роданъ 353; сахаръ въ нормальной мочѣ 354; гликогенъ 368 до 371, 375; мочеизнуреніе 371.
Külz, R. 248.
Kunkel, A. 178, 207, 293, 349, 366
Kupffer, C. 254.
Кучеровъ, 202.

L. Л.

Lachowicz, Br. 253.
Ladenburg, A. 27.
Landerer, A. 231.
Landwehr, H. A. 204.
Langhans, Th. 362.
Лашкевичъ, В. 289.
Lassaigne 325.
Latschenberger, J. 216.
Лачиновъ, 202.
Lavoioier 36.
Lea, A. Scheridan 345.
Leared 353.
Лебедевъ, А. 390.
Leeds, 260, 269.
Lehmann, Karl B. 65, 146, 197.
Lebensbaum, Max 59.
Leiner, August 80.
Leo, Hans 245.
Lépine 349.
v. Lessar 291.
Leube, W. 198, 291, 314.
Liebermeister 44, 92.
Liebig, Земледѣльческая химія 15; раздѣленіе пищевыхъ веществъ 70; растительная пища 79; роль кислорода въ крови 247; мочевина въ мышцѣ 317; мочевая кислота 322, 325; источникъ мышечной силы 372.
Liebreich 86.
Lindberger, V. 210.
Livon 344.
Löbisch 351.
Losrer, Julius 310.
Lossnitzer 185.
Loew, O.
Löwit, M. 230.
Luca, S. de 156.
Luchsinger, B 369, 388.
Ludwig, C., пути всасыванія пищевыхъ веществъ 5, 211—221; слюнныя железы 150; функціи желудка 164, 165; разложеніе бѣлковъ 217; мѣсто потребленія кислорода въ животномъ тѣлѣ 252, 257; газовый насосъ 245; обмѣнъ газовъ при работѣ мышцъ 375.
Лукьяновъ 250.
Лунинъ, Н. 81, 111.
Любавинъ 89.

M.

Magnus, G. 252.
Maixner, Em. 223.
Maly, R., кофеинъ и теоброминъ 142; слюна Dolium galea 156; освобожденіе соляной кислоты въ сычуговыхъ железахъ 159; поглощеніе теплоты при ферментативныхъ дѣйствіяхъ 179; изолированіе ферментовъ 183; пептоны 194, 218; красящія вещества желчи 203; антисептическое дѣйствіе желчи 210; растворимость мочевой кислоты 322; уробилинъ 346.
Mantegazza, Paolo 228—230.
Marcet 188—189.
Märker 186.
Marshall, John 248.
Maschke, O. 53.
Mayer, Adolf 15.
Mayer, August 96.
Mayer, B. W. 155.
Medicus, L. 322, 326.
Meissl, E. 395.
Meissner, G. 145, 191, 316, 334, 339, 353.
Mering, J. von, Хондринъ 63; кислоты желудка 167, 168; всасываніе углеводовъ 211—212; роль хлоралгидрата и бутилхлоралгидрата въ животномъ тѣлѣ 273; гликогенъ 369—371; мочеизнуреніе 371.
Meyer, Arthur 46.
Meyer, G. 77. 82.
Meyer, Hans 96, 267, 271, 329.
Meyer, Lothar 247, 248, 249.
Mieseher 87, 89, 90, 99, 100, 242, 283.
Millon 63.
Mills, Wesley 355.
Minkowski, T. 329—334, 359, 360.
Miquel 153.
Möbius 339.
Moddermann 356.
Moers 354.
Moscatelli, Regulus 354.
Muck 354.
Müller, Friedrich 208.
Müller, Johannes 2, 13, 155, 228.
Müller, Wilh 250, 283.
Munk, Imm. 138, 311, 353.
Muntz, Th. 262.
Murisier 183.
Musculus 186, 187, 273, 345.

N.

Nägeli 186.
Nasse, H. 244.
Nasse, O. 186.
Naunyn, B., окисленіе ароматическихъ соединеній въ животномъ тѣлѣ 261, 270; мочевая кислота 327; функція печени 359, 360, 364, 365. 367; гликогенъ 370.
Nencki, M., гемоглобинъ 59, 241; молочныя кислоты 166, 354; вліяніе кислорода на броженія 182; воспринятіе воды при процессахъ броженія 182; дѣйствіе панкреатическаго сока на жиры 188; анаэробіозъ 253; значеніе щелочей для явленій окисленія 258; озонъ 260; активированіе кислорода 260—263; роль ароматическихъ соединеніи въ жи-

вотномъ тѣлѣ 270; подготовительныя ступени мочевины 308; мочеизнуреніе 371.
Neubauer, C. 326, 335, 355, 356.
Nicats 166.
Niclès, J. 28.
Niemann, A. 351.
Nothnagel, H. 166.
Nowak 245.
Nussbaum, Moritz 274, 279.

O.

Oertmann, E. 256.
Ogata, Massanxri 139, 164, 165, 188.
Ohlmüller, Wilh. 79.
Oppenheim, Herm. 181, 374.
O' Sullivan, C. 186.

P. П.

Pacanowski, H. 223
Panceri, P. 156.
Panum 80, 172.
Parkes 138.
Pasteur 181.
Пашутинъ, 185, 339.
Paton, J. W. 44.
Pawy, J. W. 169, 170, 172.
Payen 186.
Пель, А. 195.
Penzoldt, Fr. 328.
Perls, M. 148.
Pettenkofer, 245, 285, 288.
Pfeffer 265.
Pflüger, газовый насосъ 245; газы крови 226, 252, 278; мѣсто окисленія въ животномъ тѣлѣ 253, 255, 256; отнятіе кислорода у лягушки 380.
de la Place 36.
Planer 292, 295.
Plateau, F. 174.
Plotz, P. 218, 219.
Подолинскій 185, 248.
Ponfick, 291.
Поповъ, Л. 179.
Preusse, C. 261, 268, 270, 350.
Prévost, 313.
Preyer, W. 208, 247, 248, 279.
Prior 329.

Q.

Queveune 244.
Quincke, Georg 189.
Quincke, H. 96, 196—199, 362, 364.

R. P.

Раденовичъ 260.
Radziejewski 307, 347.
Radziszewski, Br. 255, 263.
Ranke, H. 79, 328, 329.
Ranke, J. 201.
Rauschenbach, Fr. 229.
Ray-Lankester, E. 91.
Rechenberg, C. von 68.
Recklinghausen, F. von 363
Regnard 285, 378.
Regnault 285, 378.
Reiset, J. 245, 285.
Riess, L. 138, 327, 333, 354.
Rietsch 166.
Ritthausen 57.
Robin, Charles 362.
Röhmann, F. 208.
Röhrig, A. 211.
Rubner, Max, теплота сгоранія пищевыхъ веществъ 68; опыты извлеченія пользы 76—80; броженіе въ кишечникѣ 273; вліяніе температуры окружающей среды на обмѣнъ веществъ 380; образованіе жира изъ углеведовъ 396.
Ruge, E. 292, 294.

S. C. Ш. Щ.

Sachs 27.
Sachsendahl, J. 229.
Saint-Martin, L. de 250.
Saikowsky 392.
Salkowski, E., ферменты 184; тауринъ 207, 352; значеніе щелочей для явленій окисленія 258; роль этилсѣрной кислоты въ животномъ тѣлѣ 268; роль фенола въ животномъ тѣлѣ 269; гиппуровая кислота 299; ароматическіе продукты расщепленія бѣлка 300; подготовительныя ступени мочевины 307, 308, 310, 312; растворимость мочевой кислоты 322; аллантоинъ 325; выдѣленіе мочевой кислоты у лейкемиковъ 329; индолъ 347; органическія сѣрнистыя соединенія въ мочѣ 349; щавелевая кислота 355; гематоидинъ и билирубинъ 362; ассимиляція жировъ 390.
Salkowski, H. 300.
Salomon, W. 306, 314, 369.
Salvioli, Gaetano, 221, 243, 244.
Samson Himmelstjerna, Ed. von 229.
Samson Himmelstjerna, Jacob von 229.
Schäfer 4.
Шефферъ, А. 274.
Schäffer, Fr. 269.
Scharling 375.
Scherer 244.
Scheube, Botho 321.
Schiff, 370.
Schimmelbusch 227.
Schimper, A. S. W. 46.
Schlösing, A. 262.

Schmidt, Alexander, сычуговый ферментъ 152; пепсинный ферментъ 185: свертываніе крови 229—231; газы крови 245, 278; мѣсто окисленія въ животномъ тѣлѣ 252.
Schmidt, Aug. 133, 184.
Schmidt, Carl, содержаніе желѣза въ крови 91; пути выдѣленія желѣза 95, 96; слюна 150; желудочный сокъ 151; панкреатическій сокъ 189; желчь 201, 208; анализъ кровь 234, 237—241; обмѣнъ веществъ при голоданіи 242: обмѣнъ веществъ у плотоядныхъ 387.
Schmidt-Mühlheim, Ad. 90, 191, 192, 195, 200, 211—219.
Schmiedeberg, O., кристаллы бѣлковъ 54; аманитинъ и мускаринъ 86; дѣйствіе алкоголя 134, 140; значеніе щелочей для явленіе окисленія 258; окисленіе въ тканяхъ 266; гликуроновая кислоты 271, 272; образованіе гиппуровой кислоты 301—304; подготовительныя ступени мочевины 311; сѣрноватистая кислота 353.
Schneider, Rich. 142.
Schönbein, 21, 258.
Schotten, C. 270.
Schröder, L. von 174.
Schröder, W. von 312—315, 329, 330, 334, 340.
Schultze, Max 254—290.
Schultzen, O. 261, 270, 308, 333, 354, 355.
Schulze, B. 394.
Schulze, E. 186.
Шумовъ, 139.
Schunk, Ed. 326.
Schütz, Emil 139.
Schützenberger 309.
Schutzkwer 142.
Schwann 201, 208.
Schwarzer 186.
Schwendener 45.
Scriba 163.
Seegen, J. 245, 354.
Seemann 107.
Segnin 374.
Semmer, Georg 230.
Senator, H. 290, 296, 327.
Sertoli, E. 277.
Sieber, Nadina 153, 166, 241, 258, 260, 354, 371.
Silbermann 68.
Симановскій, Н. 139.
Simon, Th. 354.
Slevogt, F. 229.
Smith, Ed. 375.
Smith, R. Meade 172.
Соколовъ 203.
Soret 258.
Soxhlet, K 394.
Spallanzani 154, 155, 286.
Speck 44.
Spiro, P. 207.
Stadelmann, Ernst 204, 315, 333. 363, 367.
Städeler 203.
Stadthagen 350, 352.
Steinberg 328
Steinbuch 2.
Steiner, J. 189.
Stern 331, 359, 360.
Stohmann, 68, 80, 187.
Стольниковъ 331.
Storch O.
Strassburg, Gustav 274, 275, 280, 282.
Strecker, Adolf 86, 202, 203, 317, 322. 335.
Строгановъ, Н. 250, 252.
Strohmer, F. 395.
Rtrümpell, Ad. 77, 353.
Субботинъ 133, 395.
O'Sullivan, C. 186.
Сѣченовъ 278.
Szabo, Dionys 154.
Щелковъ 247, 274, 375.

T.

Tacke. B. 296.
Tamman, G. 28
Tappeiner, H. 172, 187, 202, 291—297, 300.
Тархановъ 363, 366.
Tauber, E. 269.
Thauhoffer 209.
Thiry 196—200.
Thomsen, Julius 158.
Thudichum 203.
Tiegel, E. 228, 242.
Tieghem, von 35.
Толмачевъ 87, 90.
Traube, Moritz 253, 261, 264.
Трифановскій 203, 205.
Trotchel 155—156.
Чирвинскій 394.
Чирьевъ 217, 257.

U.

Uffelmann, Jul. 174.

V.

Valentin 370.
Vauquelin 325.
Velden, R. v. d. 349.
Vella, L. 197.
Vierordt 281, 375.
Virchow 103, 171, 227, 362.
Vogel, Jul. предисловіе.
Voit, C., клей 64—65; вліяніе клѣтчатки на извлеченіе пользы изъ пищи

83; дѣйствіе кофе 143; мясной экстрактъ 145; роль креатина и креатинина въ животномъ тѣлѣ 145, 148, 316, 318; желчь 208; всасываніе бѣлковъ 215—217; разложеніе бѣлковъ 216—217; голодъ 242; выдѣленіе свободнаго азота 246; дыхательный аппаратъ 285; подготовительныя ступени мочевины 313; мочекислые осадки 320; органическія сѣрнистыя соединенія въ мочѣ 349; зимняя спячка 370; источникъ мышечной силы 372, 374, 376; обмѣнъ газовъ у человѣка, количественно опредѣленный 378; вліяніе окружающей температуры на обмѣнъ веществъ 380; образованіе жира 384, 386, 393; отравленіе фосфоромъ 397; обмѣнъ веществъ у плотоядныхъ 387.
Voit, Ervin, 107, 311.
Volhard, J. 317.
Vossius, Adolf 366.

W. B.

Walter, Friedrich 247, 311.
Warrington, R. 262.
Weiske, H. 80, 187.
Weiss, G. 185.
Wenz, J. 197.
Wertheim 291.
Westphalen, H. 201.
Weyl, Th. 53.
Wibel, 354.
Wiedemann, C. 271.
Wiedersheim, R. 4.
Wiemer, 4.
Williams 97.
Wilson, G. 28.
Wislicenus, 333, 372, 373.
Виссоковичъ, В. 381.
Wistinghausen 209.
v. Wittich 182, 190, 201, 339.
Wöhler 300, 322, 324, 325.
Wolfers 139.
Wolff, Max 184.
Wolffberg, Siegfried 274, 279, 281, 370.
Wolffhügel 184.
Волковъ, А. 34.
Wooldridge, L. C. 230, 232.
Worm Müller, J. 251.
Ворошиловъ 77, 79.

Y.

Yeo, Gerold F. 201. 203.

Z. З.

Забѣлинъ 327.
Завильскій 211—212.
Zahn, F. W. 227, 228.
Залѣскій Ст. 91, 95, 96, 267, 367. 380.
Залѣскій Н. 339.
Zander 102.
Захарьинъ 234.
Zimmerberg 135.
Zinoffsky, O. 58, 101, 248.
Zuntz, N. 255, 276.
Zweifel 208, 255.

Страница:	Строка:	Напечатано:	Должно быть:
2	4 снизу	ривалось	ривался
4	6 сверху	pseudopodien	pseudopodia
5	1 „	поросли	водоросли
5	2 „	pseudopodien	pseudopodia
5	8 „	поросли	водоросли
8	4 „	женскую	женскую завязь
8	6 „	его	ихъ
8	2 снизу	объясненій	къ объясненіямъ
9	18 сверху	оболочку	скорлупу
9	19 „	оболочка	скорлупа
9	20 „	оболочки	скорлупы
9	26 „	оболочки	скорлупы
10	9 „	оболочки	скорлупы
10	13 „	освободить	отдѣлить
10	2 снизу	животнымъ	живчикамъ
13	5 сверху	мастеръ	учитель
19	16 „	землой	земной
20	12 снизу	азотноватою	азотистою
25	2 сверху	сѣрное	сѣрнистое
25	5 „	сѣрнаго	сѣрнистаго
25	17 снизу	сохранила	сохраняетъ
26	2 сверху	зернъ	зеренъ
26	4 „	къ	въ
26	17 „	сѣрнаго	сѣрнистаго
26	20 „	сѣрное	сѣрнистое
27	1 „	поросли	водоросли
27	18 „	2)	1)
27	15 снизу	Friedel'y [1])	Friedel'y
29	14 „	вниманія.	вниманія
30	12 „	остаетя	остается
31	5 сверху	движенія	движенія,
31	5 „	называется	называемая
31	8 снизу	525	425
32	20 „	вокругъ	около
35	7 сверху	развивавшихся	выдѣлявшихся
35	22 „	первоначальнаго	первобытнаго
38	18 снизу	сгыранія	сгоранія
52	20 сверху	сыворочныхъ	сыворогочныхъ
55	9 „	глубулиннаго	глобулиннаго
63	9 снизу	глицеринъ, гликоголь	глицинъ, гликоколь
64	1 сверху	сгаранія	сгоранія
64	2 „	„	„
65	19 „	перивариваетсп	переваривается
65	18 снизу	лабораторіи	лабораторіи [3])
66	9 сверху	млекопитающихъ	млекопитающихъ [1])
66	6 снизу	всецѣло	всецѣло [2])

Страница:	Строка:	Напечатано:	Должно быть:
67	15 сверху	сгаранія	сгоранія
67	16 „	„	„
68	6 „	„	„
68	11 „	„	„
69	6 „	гликохоль	гликоколь
69	3 снизу	сгаранія	сгоранія
69	6 „	сгаранія бѣлковъ на	сгоранія бѣлковъ по
78	17 сверху	grm.	kgrm.
78	11 снизу	„	„
80	18 „	отѣльныя	отдѣльныя
102	3 „	невсасывающія	невсасываемые
136	4 „	оставлятся	оставаться
145	1 сверху	могло бы	могъ бы
154	5 „	случахъ	случаяхъ
166	6 „	молочнокислое	молочнокислое и маслянокислое
169	9 снизу	W. Mayer	B. W. Mayer
176	1 сверху	76	176
178	23 „	молекулъ	молекуловъ
180	2 „	па	на
180	9 снизу	неустойчиваю	неустойчиваго,
181	14 сверху	отщепляющагося	отшепляющееся
181	21 „	баженъ	важенъ
182	11 „	Бъ	Въ
191	1 „	растворялась	растворилась
197	8 снизу	дѣйстві	дѣйствіе
205	3 „	промежуткахъ	промежуткахъ,
244	14 „	трансудатовъ	транссудатовъ
339	19 сверху	замедлять	замедлить
340	4 „	проводовъ	проводниковъ
340	9 „	проводы	проводники
341	11 „	мочою	мочею
343	16 „	окраскъ	окраскѣ
350	6 снизу	Stadelmann	Stadthagen

Продается во всѣхъ книжныхъ магазинахъ новая книга

Compendium

Практической Токсикологіи

Р. Коберта,

орд. проф. фармакологіи въ Дерптскомъ Университетѣ.

Цѣна **2** *руб.*

Съ требованіями адресоваться въ книжный магазинъ Г. Лакмана въ Дерптѣ.

12—
414

Est.
A-11433
18800

Цѣна 3 руб. 50 коп. съ пересылкою.

Книгу эту можно получить во всѣхъ книжныхъ магазинахъ Ст. Петербурга, Москвы, Кіева, Харькова, Казани, Одессы, Варшавы и Дерпта.

Складъ изданія при книжномъ магазинѣ Г. Лакмана въ Дерптѣ.