

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI

TOIMETISED

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS

606

РЕГУЛЯЦИЯ ЭНДОКРИННЫХ ФУНКЦИЙ
И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПРИ МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Эндокринные механизмы регуляции
приспособления организма к мышечной
деятельности

XI

TARTU RIIKLIKU ÜLIKOOLI TOIMETISED
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ТАРТУСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
ACTA ET COMMENTATIONES UNIVERSITATIS TARTUENSIS
ALUSTATUD 1893.a. VIHK 606 ВЫПУСК ОСНОВАНЫ В 1893.g.

РЕГУЛЯЦИЯ ЭНДОКРИННЫХ ФУНКЦИЙ
И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ ПРИ МЫШЕЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Эндокринные механизмы регуляции
приспособления организма к мышечной
деятельности

XI

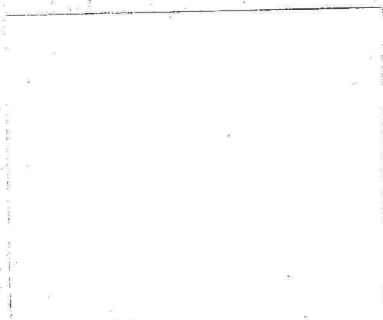


ТАРТУ 1982

Редакционная коллегия:

А.А.Виру, Н.Н.Яковлев, А.П.Калликорм, П.К.Кырге,
Т.П.Сезне, Т.А.Матсин.

Ответственный редактор Т.А.Матсин.



ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГОРМОНОВ В КРОВИ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н.Н. Яковлев

В статье рассматриваются данные об изменениях концентрации гормонов в крови при мышечной деятельности, условия их поступления в кровь, элиминирования из нее и осуществления физиологического эффекта. На основании приведенных данных сформулированы основные требования, соблюдение которых необходимо для оценки реакции организма на физические нагрузки.

Задачей настоящей статьи является не монографическое изложение данных об изменениях концентрации гормонов в крови при мышечной деятельности различного характера; из-за обилия и противоречивости литературы решение такой задачи в одной статье является не реальным. Задача статьи значительно скромнее — поднять некоторые общие принципиальные вопросы, которые следует учитывать при оценке изменений концентрации гормонов в крови при физических нагрузках. Это тем более необходимо, что определение изменений концентрации гормонов в крови уже издавна широко используется в спортивной эндокринологии как с целью оценки реакции организма на физические нагрузки, так и с целью изучения гормональной регуляции метаболизма и функций при мышечной деятельности в более широком плане. Вместе с тем вопрос об изменениях концентрации гормонов в крови при мышечной деятельности, несмотря на обширную литературу, еще далек от решения, так же как и вопрос о функциональном значении этих изменений.

Следует подчеркнуть, с одной стороны, что одной из причин такого положения является большая противоречивость имеющихся в литературе данных, обусловленная в ряде случаев тем, что при определении концентрации гормонов в крови далеко не всегда должным образом учитываются существенные дополнительные факторы, определяющие физиологический эффект данной концентрации гормона, а также состояние организма, при котором

данная концентрация гормона наблюдается в крови. С другой стороны, многие обобщения и заключения делаются на основе сопоставления работ разных авторов, применявших далеко не одинаковые методики исследования и проводивших исследования в далеко не одинаковых условиях.

Группой авторов /45/ дана принципиальная схема изменений концентрации гормонов в крови при мышечной деятельности и во время отдыха, и после нее. Согласно этой схеме концентрация тироксина в крови практически не изменяется, инсулина - снижается, возрастая лишь в поздний период отдыха, содержание СТГ и катехоламинов резко возрастает, а во время отдыха быстро снижается, наконец, концентрации II-гидрокси-кортико-стероидов, тестостерона и гликагона возрастают менее интенсивно и медленнее снижаются во время отдыха, причем концентрация последнего может еще некоторое время возрастать.

Хотя схема построена на многочисленных литературных данных, ее, как всякую схему, нельзя признать удовлетворительной.

Прежде всего, в ней не учитывается характер нагрузки - ее интенсивность и длительность, степень выраженности силового компонента, "тяжесть" нагрузки на организм и степень адаптированности последнего к ней.

Обращаясь к фактическим данным, мы встречаем совсем немного работ, где бы в одном исследовании были сопоставлены различные по характеру нагрузки и где объектом исследования являлись бы не один какой-либо гормон, а ряд метаболически и функционально связанных гормонов.

Наиболее значительные изменения концентрации гормонов в крови (как в плане повышения, так и понижения) наблюдаются при большой интенсивности или длительности физических нагрузок, причем для большинства гормонов они наиболее велики при нагрузках субмаксимальной мощности, когда наличествуют оба фактора - и интенсивность, и длительность. При физических нагрузках, не предъявляющих высоких требований к организму, изменения концентрации гормонов в крови невелики. Обращаясь к катехоламинам, мы видим, что при нагрузках небольшой интенсивности или длительности концентрация их в крови не изменяется или наблюдается повышение концентрации лишь норадреналина, а с увеличением интенсивности или длительности нагрузки все более возрастает концентрация адреналина /8, 21, 23, 47/. Так, например, восьмиминутные велоэргометрические нагрузки с мощностью 42 и 75% от V_{O_2} max. не со-

проводятся повышением в крови уровня катехоламинов, а пятиминутная нагрузка с мощностью 98% V_{O_2} max. приводит к повышению уровня и норадреналина, и адреналина /47/.

Почти то же можно сказать и о глюкокортикоидах: чем выше интенсивность нагрузки и чем больше ее продолжительность, тем значительнее и повышение их концентрации в крови /4, 5, 47, 56/. При этом при продолжении нагрузки большой длительности уровень кортизола может снижаться /4, 5, 56/, а кортикостерона оставаться на повышенном уровне /5/. Наконец, изменения концентрации глюкокортикоидов могут носить и волнообразный характер /4, 56/.

Концентрация альдостерона (и функционально связанная с ним рениновая активность крови) возрастает тем больше, чем значительнее интенсивность и длительность нагрузки /4, 73/, причем, при длительных нагрузках, когда уровень глюкокортикоидов снижается, концентрация альдостерона в крови остается повышенной /4/.

Содержание в крови АКГП при физических нагрузках возрастает /4, 28, 37, 43/ в том числе и при статических напряжениях /43/, а во время отдыха волнообразно изменяется с чередованием понижений и повышений /37/. При длительных нагрузках на выносливость (лыжный поход) повышается концентрация в крови и других тропных гормонов гипофиза (за исключением фоллитропина и лютропина) /6/.

Относительно изменений концентрации в крови тестостерона и андрогенов адренкортикального происхождения прямых данных очень мало. Более характерно снижение ее при физических нагрузках (нередко весьма значительное) и последующее повышение сверх исходного уровня в период отдыха /75/. Однако имеются косвенные данные о повышении содержания в крови андрогенов при силовых физических упражнениях, чередуемых с интервалами отдыха /4/.

Что касается панкреатических гормонов, то об изменении их концентрации в крови имеется очень много данных. В отношении глюкагона они однозначны - концентрация его в крови возрастает, продолжая повышаться и в период отдыха /41, 45/, а в отношении инсулина данные весьма разнообразны. По данным ряда авторов, концентрация инсулина в крови при нагрузках 50 и 70% V_{O_2} max. /62, 42, 75/ и 98% V_{O_2} max. /47, 85/ и 90% V_{O_2} max. /63/ и при 2-х часовой работе /51/ понижается, а во время отдыха возрастает. По другим данным, она при нагрузках 50 и 66% V_{O_2} max. возрастает (особенно во втором случае), а

Во время отдыха сначала снижается, а затем снова повышается /56/. Повышение отмечено также при нагрузках максимальной интенсивности и (еще больше) в период отдыха после них /49/, а при 30-минутном форсированном плавании концентрация инсулина в крови сначала снижается, затем возрастает (но не до исходных значений), а во время отдыха снова снижается /41/.

Концентрация СТГ в крови при нагрузках умеренной интенсивности (до 50% V_{O_2} max.) совсем или почти не изменяется /56, 70/, при кратковременных интенсивных - возрастает, нормализуясь через 1-2 часа отдыха /1, 56, 70/, а при длительных интенсивных - повышается особо значительно, нормализуясь лишь через 5 часов /6, 70/. Но есть данные и о том, что при нагрузках 42 и 98% V_{O_2} max. она ниже исходного уровня, а при 75% V_{O_2} max. - повышена /47/.

Что касается тиреоидных гормонов, то данные об изменениях их концентрации в крови довольно противоречивы. Однако большинство данных свидетельствует о повышении концентрации свободных, активных гормонов при нагрузках субмаксимальной и максимальной мощности /25/, а у лиц с низкой работоспособностью - о понижении их концентрации. При длительных нагрузках возможно и повышение, и понижение /5, 26/.

В отношении большинства гормонов можно считать твердо установленным, что по мере адаптации организма к мышечным нагрузкам, вызываемые ими изменения концентрации гормонов в крови становятся все меньшими /4, 8, 21, 23, 56, 70/. Это положение безусловно верно, когда речь идет о выполнении малотренированными и высокотренированными лицами одинаковой нагрузки. При выполнении же последними максимальных нагрузок, недоступных первым, повышение концентрации гормонов в крови может быть весьма значительным.

Не меньшее значение, чем адаптированность организма к мышечной деятельности, имеет и эмоциональность или монотонность нагрузки. Более значительное повышение в крови концентрации катехоламинов (особенно адреналина) в условиях высокого эмоционального фона является давно известным фактом /8, 11, 12/, причем оно может наблюдаться уже в предстартовом состоянии /8, 11, 22/. Новейшие данные свидетельствуют о таком же влиянии эмоций на концентрацию в крови кортикостероидов, тестостерона и СТГ /4, 44, 57/, причем не только у людей, но и у экспериментальных животных /2, 16, 59/.

Существенное значение имеет и утомление, приводящее к ослаблению гормональной реакции и снижению концентрации гор-

монов в крови в результате изменения нервных и гуморальных регуляторных соотношений или истощения соответствующих эндокринных желез /4, II, 70/.

Наконец, нельзя не учитывать и условия выполнения нагрузки, влияния внешних условий, в частности, факторов термических, барических и т.д. Так, охлаждение организма стимулирует повышение в крови норадреналина, адреналина, кортикостероидов, СТГ и тиреоидных гормонов /35, 55, 58, 61, 70/, а гипоксические условия стимулируют повышение концентрации катехоламинов, инсулина и АКТГ /9, 10, 76/.

Исключительно большое значение имеют и факторы метаболические. Прежде всего продолжительность "жизни" гормонов в крови. Для различных гормонов она широко варьирует: для гипотропных нейрогормонов составляет 4 мин., для окситоцина 3-15 мин., для вазопрессина 15 мин., для АКТГ 3-15 мин., для тиреотропина 90-130 мин., для пролактина 20-40 мин., для СТГ 20-30 мин., для адреналина 3 мин., для кортикостерона 60 мин., для кортизола 30-90 мин.; для альдостерона 30 мин., для инсулина 10 мин., для глюкагона ⁴ 10 мин., для тироксина 4000-10000 мин., для простагландинов I мин. /45/. Следовательно, после выброса в кровь одни гормоны могут длительно оказывать физиологический эффект, а другие быстро инактивируются, и поддержание эффекта требует дополнительного выброса в кровь все новых и новых порций гормонов.

Период жизни гормонов в крови определяется степенью и интенсивностью инактивации, деградации и экскреции гормонов. Следовательно, длительность сохранения в крови повышенной концентрации того или иного гормона зависит, с одной стороны, от продолжительности секреции его железой (фактор, направленный положительно) и, с другой - от интенсивности инактивации, деградации и элиминирования гормона (фактор, направленный отрицательно).

Секреция гормонов регулируется центральными нервными влияниями и обратными связями от органов-мишеней. При этом существует по крайней мере три типа регуляции /68/.

1-ый, наиболее простой тип, характерный для вазопрессина и окситоцина, - гормон вырабатывается в гипоталамусе и накапливается в гипофизе. Обратная связь от органа-мишени прямо на гипоталамус;

2-ой тип, характерный для СТГ, пролактина и меланоцит-стимулирующего гормона - гипоталамус стимулирует выделение активирующих и тормозящих гормонов гипофиза. Обратная связь

от органов-мишеней прямо на гипоталамус;

3-ий, наиболее сложный тип, характерный для тиреоидных гормонов, гормонов надпочечников, поджелудочной железы и половых желез, - с большим количеством прямых и обратных связей на всех уровнях (гипоталамус - гипофиз, гипофиз - периферические железы, периферические железы - органы-мишени, гипоталамус-периферические железы, гипоталамус - органы-мишени и гипофиз - органы мишени). Связи эти могут быть как нервные, так и гуморальные.

Естественно, что при этом последнем типе регуляции особенно много возможных причин изменения секреции гормонов в зависимости от модификаций, происходящих в любом из указанных звеньев.

Поступление в кровь ряда гормонов связано с образованием и наличием релизинг-факторов - веществ, как правило, полипептидной природы, описанных почти для всех гипофизарных гормонов и инсулина /69/, причем действие их связано с участием циклической 3-5-АМФ /60, 78/. Наряду с этими нейрогормонами описаны и нейрогормоны, ингибирующие релизинг. Это соматостатин, угнетающий релизинг СТГ, и подобные ему, выделенные из гипоталамуса вещества, ингибирующие релизинг меланоцитстимулирующего гормона, пролактина и содержащийся в β -клетках островков поджелудочной железы статин, ингибирующий релизинг инсулина /69/. Все они снижают образование циклической 3-5-АМФ в гипофизе и поджелудочной железе.

Кроме этих специфических факторов, релизинг гормонов регулируется и рядом факторов неспецифических, таких как гипогликемия и гипергликемия, повышение концентрации K^+ и изменение концентрации Ca^{2+} в крови, некоторые гормоны (катехоламинны, инсулин), повышение содержания аминокислот в крови /29, 38, 48, 50, 53, 60, 69, 70/, моторный и психический стресс, повышение и понижение температуры и т.п. /4, II, 57, 58, 61, 70/.

Наконец, релизинг альдостерона регулируется ренин-ангиотензиновой системой и содержанием в плазме крови Na^+ и K^+ /39/.

Вне сомнения, эта сложная система регуляций релизинга чревата большими и разнообразными возможностями модификаций концентрации гормонов в крови, как в плане усиления поступления гормонов в кровь, так и лимитирования этого процесса.

При поступлении в кровь многие гормоны (стероидной природы или являющиеся производными аминокислот) подвергаются

протеидизации /3, 4, 5, II, I3, I5, 2I, 23, 72, 77/, что служит целям транспорта и депонирования гормонов. В ходе мышечной деятельности способность белков связывать гормоны снижается и происходит освобождение определенных порций активного гормона /3, 4, 5, 2I, 23/, одно из главных причин чего является гиперлактацидемия и ацидотический сдвиг /I3, 2I, 23/. Депонирование гормонов (в частности глюко- и минералокортикоидов) с последующей отдачей свободных гормонов в кровь происходит и в органах /40, 72/. В последнем случае осуществляется не только функция депонирования, но и "функциональная протеидизация", когда известная часть проникшего в клетку гормона связывается специфическими рецепторами /4, 20, 27/, что наблюдается, например, при активации РНК-полимеразы кортикостероидами /53/.

Депроteidизация транспортируемых или депонированных гормонов, с одной стороны, способствует усилению гормонального эффекта (повышение концентрации свободного, активного гормона в крови), а, с другой стороны, делает его "беззащитным" от деградации, необратимой инактивации и экскреции.

Деградация гормонов может происходить как в крови, так и, главным образом, в тканях-мишенях, а также (для полипептидных гормонов) в клетках ретикуло-эндотелия. Она катализируется рядом специфических ферментов, причем для многих гормонов существует несколько путей, порою действующих альтернативно (моноаминоксидазное и хиноидное окисление и O-метилирование катехоламинов; разрушение инсулиназой; протеолиз и окисление дисульфидных групп инсулина; восстановление кольца A, окисление боковой цепи и образование парных соединений с серной и глюкуроновой кислотами для кортикостероидов и т.д.) /14, I9, 20, 27, 30, 36, 42, 60/.

При этом следует иметь в виду, что продукты деградации гормонов могут быть, в свою очередь, биологически активны, причем их метаболический и физиологический эффект может не совпадать с эффектом, оказываемым нативным гормоном (например, диабетогенное действие C-концевого фрагмента СТГ и инсулиноподобное действие N-концевого его фрагмента, влияние адренохрома и адренолтина на окислительные процессы и т.п.) /20, 74/. Естественно, что тканевая деградация, ее объем и интенсивность не может не отражаться на концентрации гормона в крови и на его физиологическом эффекте.

Второе важное обстоятельство - это то, что величина экскреции гормона и его метаболитов далеко не всегда коррели-

рует с концентрацией активного гормона в крови и не может считаться вполне адекватным критерием, отражающим гормональную реакцию и ее физиологический эффект.

Физиологический и метаболический эффект гормонов определяется не только величиной релизинга, концентрацией гормонов в крови и величиной интенсивности их деградации и экскреции, но и чувствительностью тканей-мишеней к гормонам, зависящей от состояния гормонорецепторов, которое, в зависимости от состояния организма, может изменяться. Так, при мышечной работе чувствительность надпочечников к АКГТ возрастает, а при утомлении снижается /4, 7, 32/. Под влиянием тренировки возрастает чувствительность тканей к адреналину /31, 33, 34, 66, 6./, а при адаптации к стрессорным ситуациям может снижаться /71/. Повышается под влиянием тренировки и чувствительность к инсулину, при одновременном увеличении и возможности инактивации его в тканях /17, 18, 19/.

Наконец, метаболический и физиологический эффект многих гормонов находится в зависимости от "вторичных медиаторов", таких как циклическая 3-5-АМФ (для катехоламинов, глюкоза и АКГТ) /52, 64/ или полипептидных соматомединов (для СТГ) /46/. Поэтому нарушение синтеза соматомединов или изменение активности аденилатциклазы в 3-5-АМФ фосфодиэстеразы могут существенно влиять на гормональный эффект, модифицируя его при одной и той же концентрации гормона в крови /18, 33, 45/.

Наконец, не следует забывать, что в организме, в конкретных условиях той или иной мышечной деятельности, происходит увеличение концентрации в крови не одного какого-либо гормона, а изменение всего "эндокринного ансамбля", когда действие одного гормона может модифицировать действие другого (например, повышение уровня сахара в крови при повышенной в ней концентрации инсулина) /49, 63/.

Таким образом, гормональная регуляция метаболизма и функций является сложной многофакторной системой с большим, почти необъятным числом прямых и обратных связей и взаимовлияний. Поэтому на современном этапе развития эндокринологии, биохимии и физиологии простое определение изменений концентрации того или иного гормона в крови является недостаточным для характеристики метаболического и физиологического эффекта и оценки реакции организма на мышечную нагрузку. Результат исследования может быть вполне успешным при соблюдении ряда условий. Эти условия включают:

- 1) предельную конкретизацию физических нагрузок и учет условий их выполнения (экзогенных и эндогенных),
- 2) определение не только общей концентрации гормона в крови, но и его фракций (свободной, протеидизированной),
- 3) одновременное исследование метаболического фона и функциональной ситуации в момент определения концентрации гормона в крови,
- 4) определение, по возможности, не одного какого-либо гормона, но эндокринного ансамбля функционально и метаболически связанных гормонов,
- 5) одновременное определение концентрации гормона в крови и экскреции его и его метаболитов,
- 6) тестирование чувствительности организма к данному гормону,
- 7) возможно большую унификацию методики исследования и методов определения гормонов и их метаболитов.

Литература

1. Большакова Т.Д., Силюянова В.А., Гитель Е.Н., Буркашов А.Б., Сокова Э.А., Носова А.А. Динамика содержания гормона роста, инсулина, метаболитов углеводного и жирового обмена в крови у спортсменов при велоэргометрической нагрузке различной мощности. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности. Тарту, 1980, 9, 34-43.
2. Браун Б.С., Ван Хасс В.Д. Влияние интервальной тренировки средней продолжительности на содержание катехоламинов и некоторые физиологические параметры головного мозга и сердца. - В кн.: Обмен веществ и биохимическая оценка тренированности спортсмена. Л., 1974, 137-158.
3. Бунятян А.Ф., Эрез В.П. Влияние физического физического напряжения на связывание кортикоидов транскортином в плазме. - Пробл. эндокринологии, 1972, 3, 13-17.
4. Виру А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. - М.: Медицина, 1977, 176.
5. Виру А.А., Калликорм А.П. Томсон К.Э. Проблема взаимоотношений между цитовидной железой и корой надпочечников при физических нагрузках. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971, 2, 19-50.

6. Виру А.А., Калликорм А.И., Томсон К.Э., Смирнова Т.А., Массо Р.А., Пярнат Я.П., Сави Т.К., Эллер А.К. - Изменения концентрации тропных гормонов гипофиза при длительном лыжном походе. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности. Тарту, 1980, 9, 29-34.
7. Виру А.А., Томсон К.Э., Смирнова Т.А. К вопросу о динамике адренокортикальной активности при длительных физических нагрузках у крыс. - Проблемы эндокринологии, вып. 4, Минск, 1972, 64-68.
8. Горохов А.Л. Активность симпатико-адреналовой системы при мышечной деятельности в зависимости от адаптированности организма к ней. - Физиол. ж. СССР, 1970, 61, 7, 1002-1007.
9. Канторович И.Н. Некоторые показатели адренокортикотропной активности гипофиза у животных во время их адаптации к условиям высокогорья. - Учен. зап. Кавказского университета, вып. 33, 1966, 113-115.
10. Канторович И.Н., Федорова Л.П., Антонов В.И. Гликемия, содержание инсулина в крови, а также цинка в крови и поджелудочной железе во время адаптации животных к высокогорью Киргизии. - 5-ая конференция физиологов республик Средней Азии и Казахстана. Ашхабад. 1972, 46-47.
11. Кассиль Н.Г., Вайсфельд И.Л., Шрейберг Л.Г. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. - М.: Наука, 1978, 82-132.
12. Кеннон В. Физиология эмоций. Л., 1927, 230.
13. Клийман А.Г., Линд М.М., Линд М.Я., Мадиссон А.Р., Гийв Я.Я. Связывание катехоламинов белками плазмы крови. - В кн.: Физиолог. и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969, 202-209.
14. Кулинский В.И. Закономерности инактивирования катехоламинов, поступающих в кровь. - В кн.: Физиол. и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969, 271-274.
15. Меньшиков В.В. Гуморальные механизмы регуляции функций организма в норме и патологии. - М.: Медгиз, 1970, 156.
16. Науменко Е.В., Попова Н.К., Старыгин А.Г. Гипофизарно-надпочечниковая система животных в группе и изоляции. - Журн. общ. биол., 1971, 32, 731-739.

17. Ниязмухаммедов М.Б. Влияние адаптации к повышенной мышечной деятельности на чувствительность организма к инсулину. - Физиол. ж. СССР, 1975, 61, 8, 1204-1208.
18. Ниязмухаммедов М.Б. К анализу повышения чувствительности организма к действию инсулина. - Физиол. ж. СССР, 1976, 62, 4, 626-630.
19. Ниязмухаммедов М.Б., Яковлев Н.Н. Активность 3-5-АМФ фосфодиэстеразы и инактивации инсулина при мышечной деятельности. - Физиол. ж. СССР, 1976, 62, 5, 768-775.
20. Осинская В.О. Исследование некоторых процессов обмена катехоламинов и их функциональное значение. - В кн.: Физиол. и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969, 30-34.
21. Паю А.Ю. О влиянии физических нагрузок на содержание свободных и связанных катехоламинов в плазме крови. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности, вып. 2. 1971, 209-216.
22. Паю А.Ю. Изменения активности симпатико-адреналовой системы при мышечной деятельности. - Физиол.ж. СССР, 1972, 58, 5, 702-709.
23. Паю А.Ю. Изучение состояния симпатико-адреналовой системы спортсмена при мышечной деятельности. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности, вып. 4, 1973, 144-154.
24. Ривв Я.Я., Клийман А.Г., Леэнер М.А., Линд М.М. Некоторые данные оценки функциональной активности симпатико-адреналовой системы посредством определения катехоламинов, связанных с белками плазмы крови. - В кн.: Физиол. и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969, 209-214.
25. Томсон К.Э. Влияние мышечной деятельности на тиреоидный гомеостаз организма. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности, вып. 9. 1980, 95-117.
26. Томсон К.Э., Матсин Т.А., Виру А.А. Соотношения между активностями щитовидной железы и коры надпочечников при длительных физических нагрузках. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции адаптации организма к мышечной деятельности, вып. 6. 1975, 233-239.

27. Утевский А.М. Катехоламины как регуляторный биокаталитический фактор в общей системе биогенных аминов. - В кн.: Физиол. и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969, 5-13.
28. Эрез В.П., Мещерякова С.А. Адренкортикотропная функция передней доли гипофиза у спортсменов. - В кн.: Мышечная деятельность и состояние системы нейроэндокринной регуляции. М., 1969, 106-III.
29. Эскин И.А., Щедрина Р.Н., Розенталь В.М. Катехоламины и гипоталамическая регуляция системы гипофиз-кора надпочечников. - В кн.: Физиол. и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969, 106-III.
30. Кдаев Н.А. Свойства, функции и обмен стероидных гормонов надпочечников. - В кн.: Химические основы процессов жизнедеятельности. М., 1962, 235-252.
31. Яковлев Н.Н. Влияние тренировки на гликогеносинтетическую и гликогенолитическую функцию печени. - Труды Лен. научно-иссл. института физ. культуры, вып. 4. 1949, 76-91.
32. Яковлев Н.Н. Чувствительность к адренкортикотропному гормону при адаптации к повышенной мышечной деятельности. - Физиол. ж. СССР, 1977, 63, 2, 320-323.
33. Яковлев Н.Н., Горохов А.Л., Краснова А.Ф., Ленкова Р.И., Лешкевич Л.Г., Максимова Л.В., Чаговец Н.Р. Влияние адаптации к повышенной мышечной деятельности на чувствительность организма к адреналину. - Физиол. ж. СССР, 1974, 60, 7, 940-947.
34. Askew E.W., Dohm G.L., Huston R.L., Sneed T.W., Dowdy R.T. Responce of rat tissue lipase to physical training and exercise. - Proc. Soc. Biol. Med., 1972, 141, 123-129.
35. Chin A.K., Seaman R., Kapileschwarker M. Plasma catecholamine responce to exercise and cold adaptation. - J. appl. Physiol., 1973, 34, 4, 409-412.
36. Davies C.T.M., Few J.D. Effect of exercise an adrenocortical function. - J. appl. Physiol., 1973, 35, 5, 888-891.
37. Derevenko P., Derevenko V. Ergebnisse experimentellen Untersuchungen über die Ausscheidung von AKTH bei physischen Anstregung. - Endokrinologia, 1962, 42, 171-180.

38. Dluhy R.G., Axelrod L., Williams G.H. Serum immunoreactive insulin and growth hormone response to potassium infusion in normal man. - *J. appl. Physiol.*, 1972, 33, 1, 22-26.
39. Fasola A.F., Martz B.L., Helmer O.M. Renin activity during supine exercise in normotensives and hypertensives. - *J. appl. Physiol.*, 1966, 21, 11, 1709-1712.
40. Fazekas J.G. Über die Mobilisierbarkeit des corticosterongehaltes des "Peripherischen Hormondepots". - *Engokrinologie*, 1966, 36, 73-83.
41. Federspil G., Lefebvre P., Luyckx A., De Palo C. Endocrine mechanisms of exercise induced fatty acid mobilizations in rats. - Metabolic adaptation to prolonged physical exercise. Birkhäuser Verl., Basel, 1975, 301-307.
42. Few J.D. Effect of exercise on the secretion and metabolism of cortisol in man. - *Endocrinology*, 1974, 62, 341-353.
43. Few J.D., Imnas F.J., Weiner J.S. Pituitary - adrenal response to static exercise in man. - *Clin. Sci. Mol. Med.*, 1975, 49, 201-206.
44. Forst J.W., Dryer R.L., Kohlstaad K.G. Stress studies on auto race drivers. - *J. Lab. Clin. Med.*, 1961, 38, 523-525.
45. Gerber G., Keibel D., Langer H., Pickenhain I. Steuerungsebenen, molekuläre Mechanismen und Dynamik der hormonären Regulation im menschlichen Organismus. - *Med. u. Sport*, 1975, 4, 97-105.
46. Gospodarovicz D., Moran J. Growth factors in mammalian cell culture. - *Ann. Rev. Biochem.*, 1976, 45, 531-558.
47. Hartbly L.H., Mason J.W., Hogan R. P., Jones L.G., Kotchen T.A., Mougey E.H., Wherry F.E., Pennington L.L., Rickets P.T. Multiple hormonal responses to gradet exercise in relation to physical training. - *J. appl. Physiol.*, 1972, 33, 5, 602-606.
48. Hartog M., Havel R.Y., Capinschi G., Earll J.M., Ritchie B. The relationship between changes in serum level of growth hormone and mobilization of fat during exercise in man. - *Quart. J. exp. Physiol.*, 1967, 52, 86-96.

49. Hermansen L., Fruett E.D.R., Osnes J.B., Giere F. A. Blood glucose and plasma insulin response to maximal exercise and glucose infusion. - J. appl. Physiol., 1970, 29, 1, 13-16.
50. Hunter W.M., Fonseka C.C., Passmore R. The role of growth hormone in the mobilization of fuel for muscular exercise. - Quart. J. exp. Physiol., 1965, 50, 406-416.
51. Hunter W.M., Sukkar M.J. Changes in plasma insulin levels during muscular exercise. - J. Physiol. (Lond.), 1968, 196, 110P-112P.
52. Jost J.P., Rickenberg H.V. Cyclic AMP. - Ann.Rev.Bioch., 1971, 40, 741-774.
53. Karlson P., Sekeris C.E. Wirkungsmechanismus des Steroidhormonen. - Dtsch. Med. Woch., 1973, 98, 831 - 835.
54. Knopf R.F., Conn J.W., Fajans S.S., Floyd J.C., Guntsche E.M., Rull S.A. Plasma growth hormone response to intravenous administration of amino acids. - J. Clin. Endocrin. Metab., 1965, 25, 1140-1144.
55. Laduc J. Catecholamine production and release in exposure and acclimatization to cold. - Acta physiol. Scand., 1961, supp. 173, 1-101.
56. Metivier G. The effects of long lasting physical exercise and training on hormonal regulation. - Metabolic adaptation to prolonged physical exercise. Birkhäuser Verl., Basel, 1975, 276-292.
57. Mikulaj L., Komadel L., Vigas M., Kvetnansky R., Starka L., Vengel P. Some hormonal changes after different kinds of motor stress in trained and untrained young man. - Metabolic adaptation to prolonged physical exercise. Birkhäuser Verl., Basel, 1975, 333-338.
58. Miller M., Moses A.M. Effects of temperature and dexametasone on the plasma 17-hydroxycorticoid and growth hormone response to pyrogen. - J. Clin. Endocrin. Metab., 1968, 28, 1056-1067.
59. Miller R.E., Mason J.W. Changes in 17-hydroxycorticoid exertion related to increase a muscular work. - Symposium "Medical aspects of stress". Washington, 1964, 137-152.

60. Moyle W.R., Kong J.Ch., Ramachandan J. Steroidogenesis and cyclic Adenosine-3'-5'-Monophosphate accumulation in rat adrenal cells. - J. Biol. Chem., 1973, 248, 7, 2409-2417.
61. Okada Y., Miyai K., Iwatsubo, H., Kumahara Y. Human growth hormone secretion in normal adult subjects during and after exposure to cold. - Endocrinology, 1970, 30, 393-395.
62. Pruett E.D.R. Glucose and insulin during prolonged work stress in man living on different diets. - J. appl. Physiol., 1970, 28, 2, 199-206.
63. Pruett E.D.R. Plasma insulin concentration during prolonged work at near maximal oxygen uptake. - J. appl. Physiol., 1970, 29, 2, 156-158.
64. Rodbell M. In vitro assays of adenylcyclase. - Acta Endocrinologica, 1971, Suppl. 1953, 337-345.
65. Roth J., Glick S.M., Yalow R.S., Berson S.A. Influence of blood glucose on the plasma concentration of growth hormone. - Diabetes, 1964, 13, 355-361.
66. Salzman S.H., Hellerstein H.K., Bruel J.H., Starr D. Adaptation to musculae exercise, the effect on epinephrine induced myocardial necrosis in C-34 mice. - Circulation, 1968, Suppl. 2, 170-180.
67. Salzman S.H., Hirsch E.Z., Hellerstein H.K., Bruel J.H. Adaptation to muscular exercise; myocardial epinephrine-H³ uptake - J. appl. Physiol., 1970, 29, 1, 92-95.
68. Schally A.V., Arimura A., Kastin A.S. Hypothalamic regulatory hormones. - Science, 1970, 179, 341-356.
69. Schally A.V., Coy D.H., Meyers Ch.A. Hypothalamic regulatory hormones. - Ann. Rev. Bioch., 1978, 47, 89-128.
70. Shephard R.J., Sidney K.H. Effects of physical exercise on plasma growth hormone and cortisol levels in human subjects. - Exerc. and Sport Sci. Rev., 1975, 3, 1-30.
71. Stachlikova E., Hreskova J., Hrusa L., Illinkowa H., Novak P., Soxukopova K. Tukovy metabolizmes a starnuti. - Sborn. lekař., 1966, 68, 7, 207-215.
72. Sulya L.L., Mc Cao C.S., Read V.H., Bomer D. Uptake of triated aldosterone by rat tissue. - Nature, 1963, 200, 788-789.

73. Sundfjord J.A., Stromme S.B., Aakvaag A. Plasma aldosterone, plasma renine activity and cortisol during exercise. - Metabolic adaptation to prolonged physical exercise. Birkhäuser Verl., Basel, 1975, 308-314.
74. Tayer H.S., Steiner D.F. Reptide hormones. - Ann. Rev. Bioch., 1974, 43, 509-538.
75. Тошкова В. Полова хормонална активност при физическо натоварване у спортисти. - III. Национал. Конгрес по физиолог. наукам. Пловдив, 1980, II4.
76. Van Liere E.J., Stickney J.C. - Hypoxia. The Univ. Chicago Press. Chicago - Lond. 1963, p. 230.
77. Viru A.A., Oks M. Effect of physical exertion on the blood level of bond and free corticoids. - Endocrin. exper. 1972, 6, 227-230.
78. Wu-Nan Kuo, Hodgins D.S., Kuo J.F. Adenylate cyclase in islets of Langerhaus. - J. Biol. Chem., 1973, 248, 8, 2705-2711.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ОРИЕНТИРЫ НЕКОТОРЫХ
ГУМОРАЛЬНО-ГОРМОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У
СПОРТСМЕНОВ РАЗНОГО ПРОФИЛЯ И РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

Г.Н. Кассиль

Воспроизный научно-исследовательский институт
физической культуры

Одной из наименее разработанных и практически нерешенных проблем спортивной эндокринологии является оценка общего состояния, работоспособности и выносливости спортсмена по гуморально-гормональным показателям регуляции функций. Как известно, современный большой спорт с его стрессовыми и экстремальными ситуациями предъявляет организму требования, нередко граничащие с его предельными физиологическими возможностями. Сохранение жизнедеятельности клеток, органов, целостного организма определяется в значительной степени гомеостатическими механизмами нервно (вегетативно)-гуморально-гормонального регуляторного комплекса /6, 7, 10, 12/.

Результаты исследований, выполненных в ряде отечественных и зарубежных лабораторий /2, 3, 4, 9, 11, 12, 20/, в том числе и в нашей, показывают, что состав, физико-химические и биологические свойства внутренней среды организма спортсмена тесно взаимосвязаны с условиями, в которых он находится (относительный покой, тренировки, предстартовый период, соревнования, стадия восстановления функций). Изучение содержания и соотношения биологически активных веществ в жидких средах и выделениях организма может быть использовано для оценки и прогнозирования результатов тренировочных и соревновательных усилий, для отбора кандидатов в спортивные школы и команды, выявления наиболее перспективных в биологическом медицинском плане спортсменов, для психологического, фармакологического регулирования эффективности тренировок и успешности соревнований /12/.

Однако исследования в этой области посвящены большей частью констатации фактов и регистрации гуморально-гормональных сдвигов в крови и моче при тех или других видах спортивной деятельности. Диагностическое значение получаемых дан-

ных, их корреляция с результатами приложенных усилий остаются обычно вне поля зрения спортивной эндокринологии.

Общепризнанные гуморально-гормональные критерии, обеспечивающие успех в соревнованиях, не разработаны. Отсутствуют модельные характеристики, обязательные или, по крайней мере, желательные для сохранения или поддержания наиболее выгодного при данной ситуации (оптимального) состава и свойств внутренней среды. Не учитывается, что широко распространенная средне-арифметическая "норма" гуморально-гормональных соотношений неприложима к "средне-статистическому" спортсмену. Высококвалифицированный мастер спорта располагает индивидуальным чрезвычайно пластичным набором биологически активных соединений (метаболитов, гормонов, медиаторов, ферментных и связывающих систем), соотношение которых во внутренней среде является для него адекватным и обеспечивает надежными ресурсами энергетические потребности организма в состояниях стресса.

Поэтому в плане спортивной биологии и медицины данные, полученные при изучении внутренней среды, имеют значение только при сопоставлении с работоспособностью спортсмена, выносливостью, реактивностью, психо-эмоциональным состоянием, адаптацией или усталостью, утомлением, истощением, восстановлением исходного состояния после физической нагрузки. Полученные в нашей лаборатории материалы позволяют наметить некоторые ориентиры гуморально-гормональных показателей, соответствующих высокой (или низкой) эффективности физических усилий. Разумеется, они могут иметь лишь обобщенно универсальный характер, отличаясь в каждом отдельном случае индивидуальными особенностями, требующими специального анализа.

Наши исследования протекали в следующих аспектах:

1. Выявление функциональных и резервных возможностей гуморально-гормональных систем как показателей состояния организма спортсменов при выступлениях на тренировках и ответственных соревнованиях (международные состязания, Спартакиада народов СССР, Олимпийские игры).

2. Выявление корреляционной взаимосвязи (определение коэффициента корреляции по Пирсону) между изменением функционального состояния гуморально-гормональных систем в покое, при тренировках, в предыгровом периоде, во время соревнований и точно зарегистрированными педагогическими наблюдениями (эффективность и результативность отдельных компонентов напряженной мышечной деятельности).

Объектами изучения в течение ряда лет были: а) стереотипные (стандартные) движения - циклические (ходьба, ходьба на лыжах, бег, плавание, езда на велосипеде), ациклические (стрельба, гимнастика, фигурное катание); б) ситуационные (нестандартные) движения - единоборство (борьба), многоборство, спортивные игры, баскетбол, футбол, хоккей с шайбой).

По нашим данным, умеренная активация симпато-адреналовой системы (САС) в предстартовом (предыгровом) периоде является благоприятным фактором для дальнейшего выступления спортсмена разного профиля, разной квалификации и разного возраста. Существует положительная корреляционная связь между уровнем экскреции катехоламинов в предыгровом и игровом периодах. Однако чрезмерное повышение экскреции адреналина (А), характеризующее избыточное эмоциональное напряжение, следует отнести к отрицательным ориентирам. Настораживает увеличение при некоторых видах спорта экскреции А в 5-10 и более раз перед стартом. Это является показателем психо-эмоционального напряжения и, судя по результативности соревнований, во много раз усиливает волнение, страх и неуверенность спортсмена в своих силах.

Примером могут служить данные, полученные при изучении предстартового (предыгрового) состояния САС у стрелков. При выступлении на особо ответственных соревнованиях, продолжавшихся несколько дней, у некоторых из них выявлялась необычайно резкая активация гормонального звена симпато-адреналовой системы. Экскреция А была увеличена во много раз и достигала такого уровня, который не был обнаружен ни в одной из обследованных групп спортсменов другого профиля. Это сказывалось, как правило, на мало успешных результатах соревнований. У некоторых спортсменов происходила одновременно мобилизация резервов катехоламинов (значительное увеличение экскреции дофамина и ДОФА), что способствовало гиперактивации САС, ее закономерно нарастающему торможению и постепенному истощению (см. работу Г.С. Пуховой и соавт. в этом сборнике).

При мышечных напряжениях (тренировки, соревнования) экскреция катехоламинов при всех видах спорта была значительно выше, чем в предстартовом периоде. Вначале происходило повышение экскреции А, в дальнейшем преобладала экскреция НА. Существенное значение имели значимость тренировок и соревнования, уровень притязаний, возраст спортсмена. У юных, недостаточно подготовленных гимнастов и баскетболистов реакция

САС была более высокой, чем у высококвалифицированных спортсменов.

Как правило, нарастание коэффициента HA/A в моче является благоприятным показателем и сопутствует выполнению заданий, требующих максимального напряжения сил. В процессе многолетней тренировки и роста спортивного мастерства у спортсменов различного профиля было отмечено повышение реактивности именно норадреналинового (медиаторного) звена САС. Индивидуальные особенности высокой экскреции HA , выявляющиеся обычно при успешных выступлениях наиболее квалифицированных спортсменов, представляют несомненный положительный прогностический признак, особенно в тех случаях, когда сочетаются с высоким уровнем выделения предшественников - дофамина (в первую очередь) и ДОФА - и уменьшением экскреции метаболитов - метанефрина, норметанефрина и ванилил-миндальной кислоты. Последнее является показателем гипометаболического, т.е. экономного расходования гормонов, протекающего наряду с высоким КПД. Точно также показателем экономизации функций организма можно считать низкий фон экскреции катехоламинов у высококвалифицированных спортсменов в состоянии относительного покоя.

Многолетние исследования, проводившиеся в нашей лаборатории, позволяют утверждать, что спортсмены "норадреналинового типа", т.е. те, у которых при стрессовых состояниях преобладает образование, накопление в крови и повышенная экскреция HA , легче и с более высокой результативностью переносят состояние напряжения (эмоционального и физического). Они обладают большей выносливостью и целеустремленностью, чем лица, у которых реакции протекают по "адреналиновому типу", т.е. с преобладанием в крови и высокой экскрецией A с мочой /12, 16/. Эта закономерность выявляется почти при всех видах спорта, требующих значительного физического напряжения. Она подтверждена не только путем опросов и экспериментальных исследований, но и методом корреляционного анализа /14, 15, неопубликованные данные) при сопоставлении взаимоотношений между состоянием САС и результативностью прилагаемых при тренировках и играх усилий спортсменов различной специализации, квалификации и возраста (баскетболистов, гимнастов, стрелков, хоккеистов, футболистов, летчиков и т.д.).

Необходимо отметить, что высокий уровень HA в крови и сниженное (экономное) его использование в организме высококвалифицированных спортсменов, особенно при предельных физи-

ческих напряжениях, является фактором повышенного риска и может иметь значение при нередко наблюдающемся возникновении некоторых форм сердечно-сосудистой патологии.

Весьма важным компонентом гуморально-гормонального комплекса, обеспечивающим высокую работоспособность спортсменов, является система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников (ГТКН) с ее основными гормонами - кортикостероидами /3, 12, 17, 18, работа Г.Л. Шрейберга и Н.Н. Шарова в этом сборнике).

В отдельных видах спорта большое информативное значение имеет экскреция кортикостероидов в состоянии относительного покоя. Так, у представителей скоростно-силового вида спорта - ведущих десятиборцев и стрелков - выявлена прямая положительная взаимосвязь спортивных результатов на соревнованиях (суммы очков) с уровнем выделения глюкокортикоидов группы гидрокортизона /12/ в состоянии относительного покоя и в период, непосредственно предшествовавший ответственному соревнованию. Чем выше было выделение кортикостероидов в покое, тем лучшие результаты показал спортсмен на соревнованиях.

Напротив, у ведущих представителей другого, силового вида спорта (классическая борьба) выявилась в состоянии относительного покоя крайне низкая секреция кортикостероидов. Однако хорошо тренированные борцы в предстартовый период и особенно во время ответственных соревнований значительно (более чем в 2 раза) увеличивали выделение глюкокортикоидов, что свидетельствовало об экономизации функций в покое и высокой реактивности при спортивной деятельности.

Активация системы ГТКН при тренировочных нагрузках большого объема и интенсивности, а также в процессе соревнований наблюдалась у высококвалифицированных, хорошо тренированных спортсменов циклических, игровых и некоторых других видов спорта. В то же время у недостаточно тренированных спортсменов этих групп при тренировках и соревнованиях наступало снижение экскреции кортикостероидов, что свидетельствовало о торможении системы ГТКН. Утомление также сопровождалось снижением экскреции кортикостероидов, которое, однако, нельзя рассматривать как истощение системы ГТКН, поскольку у утомленных высококвалифицированных спортсменов (напр. пловцов, баскетболистов) во время ответственных соревнований воздействие дополнительного эмоционального фактора (например, отсутствие тренера) вызывало повышение экскреции кортикостероидов.

Этот момент имеет особо важное значение для дифференци-

ального диагноза состояний экономизации функций, утомления, торможения и истощения. Экономизация функции /I2/, наблюдающаяся у высококвалифицированных спортсменов, характеризуется низким уровнем экскреции катехоламинов и кортикостероидов в состоянии относительного покоя и при физических нагрузках, лишенных сколько-нибудь значительной мотивации. Однако реактивность САС и ГТКН в этих случаях не только сохраняется, но и повышается. Это выражается в значительном нарастании экскреции катехоламинов и кортикостероидов и (что особенно важно) их предшественников при физических напряжениях, что можно рассматривать как функциональную пробу. Следует помнить, что надежность системы определяется уровнем предшественников (ресурсов). Для состояний утомления и торможения характерно снижение реактивности регуляторных механизмов. Повторные физические напряжения могут вызвать лишь незначительную активацию гуморально-гормональных систем. При истощении же любое воздействие (в том числе стрессовое или экстремальное) не только не вызывает активации эрготропных систем, но сопровождается нередко снижением их деятельности.

Участие трофотропных (анаболических) систем в регуляции функций стрессовых состояний, в частности при спортивной деятельности, подробно изучалось в нашей лаборатории и неоднократно нами описывалось /I, 2, 5, 7, 8, I2, I3/. При физических напряжениях выявились некоторые специфические особенности фазового накопления биологически активных веществ этого ряда (ацетилхолина, гистамина, серотонина, инсулина) при различных видах спорта.

Неоднократно отмеченное нами /I, 2, I2/ высокое содержание гистамина в крови (абсолютная гистаминаемия) или ослабление инактивирующих его механизмов (относительная гистаминаемия) в состоянии относительного покоя у спортсменов определенных категорий (велосипедисты, лыжники, пловцы, летчики) имеет, по-видимому, для спортсменов этого профиля положительное (возможно компенсаторное) значение, особенно в тех случаях, когда одновременно увеличивается экскреция 5-ОИУК. Как известно /I9/, гистамин стимулирует образование и поступление в кровь катехоламинов (особенно НА). Можно высказать предположение, что гистаминаемия способствует по принципу обратной связи активации эрготропных функций организма. Не исключено, что при длительных и систематических физических нагрузках у спортсменов некоторых категорий происходит постепенное накопление в организме биогенных аминов трофо-

тропного ряда, расходуемых при стрессовых ситуациях, что несомненно представляет фактор повышенного риска аллергизации организма. У некоторых спортсменов (лыжников, пловцов) экскреция гистамина и 5-ОИУК оставалась на высоком уровне или даже незначительно увеличивалась в предстартовом периоде. При повторных соревнованиях она достоверно снижалась и сохранялась на более низком уровне до конца тренировочного цикла.

Однако при всех видах спорта накопление трофотропных метаболитов в крови и высокая их экскреция в процессе длительных физических напряжений (например, марафонский бег, многокилометровые лыжные походы и т.п.), особенно если оно наступает быстро и сопровождается относительным по сравнению с гистамином уменьшением экскреции 5-ОИУК /2, 12/, является неблагоприятным прогностическим показателем. Переход из катаболической (эрготропной) фазы в анаболическую (трофотропную) представляет тормозящий фактор для результативности соревновательных усилий. Он почти не выявляется при кратковременных соревнованиях (например, при беге или плавании на короткие дистанции), но имеет важное значение при длительных мышечных усилиях.

Суммируя полученные данные, мы приходим к заключению, что для эффективности и результативности физических нагрузок при спортивной деятельности важное значение имеют не только системы САС и ГТКН, но и соотношение во внутренней среде эрго- и трофотропных биологически активных веществ. Корреляционные взаимоотношения между активностью нервно-(вегетативно)-гуморально-гормонального комплекса и педагогическими показателями, позволяют наметить некоторые оптимальные ориентиры, характеризующие работоспособность, спортивную форму и деятельность спортсменов в процессе тренировок и соревнований.

Любое вмешательство в регуляцию функций (физиотерапевтическое, фармакологическое, психологическое) требует предварительного изучения и оценки индивидуальных гуморально-гормональных показателей с учетом постоянно сменяющихся друг друга как в покое, так и при физических напряжениях фазовых колебаний (суточных, месячных, сезонных) биологической активности жидких сред организма.

Литература

1. Вайсфельд И.Л. - Успехи физиол. наук. 1970, I, 3, 51.
2. Вайсфельд И.Л., Кассиль Г.Н. Гистамин в биохимии и физиологии. - М.: Наука, 1981.
3. Виру А.А. Функция коры надпочечников при мышечной деятельности. - М.: Медицина, 1977.
4. Кассиль Г.Н. - Физиология человека. 1975, I, 6, 1032-1047.
5. Кассиль Г.Н. - В кн.: Актуальные проблемы стресса. - Кишинев: Штиинца, 1976, 100-115.
6. Кассиль Г.Н. - Материалы Всес. симпозиума "Механизмы адаптации к спортивной деятельности". М., 1977, 67-69.
7. Кассиль Г.Н. Внутренняя среда организма. - М.: Наука, 1978.
8. Кассиль Г.Н. - Журн. Невропат. и психиатрия им. С.С. Корсакова, 1979, 5, 539-545.
9. Кассиль Г.Н. - В сб.: Изменения функций эндокринных желез при физических нагрузках. Учен. зап. Тартуск. гос. ун-та. 1980, 9, 9-28.
10. Кассиль Г.Н. - В кн.: Нервные и эндокринные механизмы стресса. - Кишинев: Штиинца. 1980, 122-135.
11. Кассиль Г.Н. - Всемирный научный конгресс "Спорт в современном обществе". М., 1980, 3, 4, 184.
12. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Малина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. - Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. - М.: Наука, 1978.
13. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л. - Тезисы докл. III Всес. конфер., посвященной 80-летию со дня рождения х.с. Кожтоянца. М., 1980, 95.
14. Кассиль Г.Н., Преображенский И.Н., Шрейберг Г.Л., Иксанов В.М., Халимова К.М. - Докл. АН СССР. 1980, 252, 2, 495-499.
15. Кассиль Г.Н., Шрейберг Г.Л., Преображенский И.Н., Иксанов В.М., Халимова К.М., Шаров Н.Н. - Физиология человека. 1980, 6, 4, 635-646.
16. Франкенхойзер М. - В кн.: Эмоциональный стресс. - М.: Медицина, Л., 1970, 24-36.
17. Шрейберг Г.Л., Шаров Н.Н. - В кн.: Спорт в современном обществе. Тбилиси, 1980, 200.

18. Шрейберг Г.Л., Шаров Н.Н. - В кн.: Научные основы врачебного контроля в советской системе физического воспитания. Киев, 1975, 155-156.
19. Euler U.S. Noradrenaline, Springfield, Illinois, 1956.
20. Euler, U.S. Medicine a. Sport, Basel-New-York, ed. Karger, 1969, p. 170.

АНАЛИЗ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ СТЕРОИДНЫХ ГОРМОНОВ У СПОРТСМЕНОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Ю.Г. Синаук

Кафедра физического воспитания и спорта
Харьковского инженерно-экономического института

Нейро-эндокринная система по своей структуре и функциональным проявлениям является сложнейшим многокомпонентным единым биологическим комплексом, в котором взаимодействуют многочисленные нервные и гормональные процессы, направленные на интеграцию функций как в самой регуляторной системе, так и организма в целом.

Изучение функционального состояния эндокринной системы при мышечной деятельности в настоящее время представлено в литературе, в основном, исследованиями отдельных ее эффекторных звеньев. Имеются достаточно убедительные данные в отношении взаимосвязи гипофизарно-адренокортикальной системы и работоспособности. Разбираются вопросы динамики функциональной активности отдельных звеньев гипофизарно-адренокортикальной системы под влиянием физических нагрузок. Подробный анализ литературных источников представлен в монографии А.А. Виру (1977). Наряду с этим в литературе имеются отдельные фрагменты изучения функционального состояния системы гипофиз-гонады без анализа взаимосвязи ее с гипофизарно-адренокортикальной системой, что имеет важное значение при исследовании нейрогуморальных компонентов адаптации организма к мышечной деятельности. Вместе с тем важным условием нормального функционирования организма является стероидное равновесие, осуществляемое системой надпочечники-гонады-гипофиз-гипоталамус. Различные изменения стероидного гомеостаза приводят к извращению физиологических функций, изменению тканевого метаболизма и иммунной защиты.

В настоящем сообщении предпринята попытка проследить влияние стероидных гормонов в адаптационных реакциях организма спортсменов на физическую нагрузку, связанную с выраженным утомлением.

Ранее проведенные исследования /8, 9, 10/ в лабораторных

и естественных условиях спортивной деятельности испытуемых касались вопросов изменения экскреции стероидных гормонов до и после физических нагрузок разных по объему и интенсивности; рассматривали разницу в стероидогенезе между тренированным и нетренированным организмом, исходя из анализа функционального состояния отдельных эффекторных органов эндокринной системы. В отдельных работах можно было проследить некоторую взаимосвязь в деятельности системы гипофиз-кора надпочечников-гонады /II, I2/, изучались послерабочие изменения в функции коры надпочечников. Однако изучение функции отдельных эффекторных органов эндокринной системы не давало возможности проследить взаимоотношения стероидных гормонов в процессе адаптации к мышечной деятельности, связанной с выраженным утомлением у спортсменов, что имеет важное прикладное значение. Вместе с тем полученные ранее данные легли в основу настоящего исследования и используются в нем как фрагменты одной общей проблемы.

Для выяснения взаимоотношений стероидных гормонов при мышечной деятельности, связанной с состоянием выраженного физического утомления, были предприняты дополнительные комплексные исследования с увеличением объема физической нагрузки и некоторым снижением ее интенсивности. Испытуемые выполняли 8-12-минутную работу на велоэргометре по 8-10 раз с интервалом отдыха 3 мин. Объем и мощность работы в среднем составляла: 9687 ± 570 кГм с мощностью $2,0 \pm 0,8$ кГм/с для женщин и 16814 ± 462 кГм с мощностью $4,9 \pm 1,4$ кГм/сек для мужчин. В эксперименте участвовали две группы испытуемых (мужчины - 21 человек и женщины - 35 человек) 20-23 лет - высококвалифицированные спортсмены (мастера спорта и перворазрядники).

До нагрузки, после нее и в течение 120 часов исследовали мочевую экскрецию 17-оксикортикостероидов (17-ОКС) методом Porter and Silber в модификации Креховой, индивидуальных 17-кетостероидов (17-КС) по методу Н.В.Самосудовой, Ж. Басс, прегнандиола методов Klorper, Mitchil, Brown, эстрогенов по фракциям методом Brown в модификации Савченко и Степановой.

Во время эксперимента испытуемые были освобождены от физической работы, поддерживали относительно одинаковый режим дня и рацион питания.

Суточная экскреция стероидных гормонов у испытуемых до работы находилась в пределах нормы, принятой в литературе. Однако необходимо отметить несколько повышенное содержание 17-ОКС у испытуемых, пониженное отношение андростерона к

этиохоланолону у мужчин и наоборот - повышение этого показателя у женщин в результате соответственно уменьшения и увеличения базального уровня андростерона. Изменения в экскреции эстрогенов у женщин не зависели от фазы цикла. Ниже приводятся данные, полученные в фолликулиновую фазу цикла.

В результате сопоставления полученных данных стало возможным выделить определенные взаимоотношения стероидных гормонов, выражающиеся в следующих типах реакций.

При повышенном уровне экскреции связанных 17-ОКС и пониженным содержанием их свободных форм (I тип реакции, рис. I)

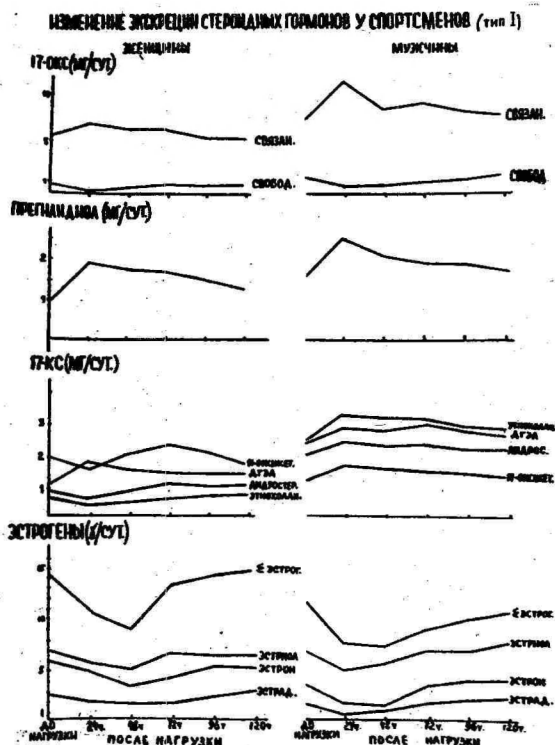


Рис. I.

наблюдается как у мужчин, так и у женщин увеличение уровня суточного выделения pregnenolone через 24 часа после нагрузки, снижение концентрации эстрогенов как суммарных, так и

всех фракций. В этот период имеет место увеличение экскреции суммарных I7-КС. При исследовании индивидуальных I7-КС было выявлено повышение уровня выделения дегидроэпиандростерона у женщин через 24 часа после нагрузки и снижение всех других определяемых ингредиентов (этиохоланолон, андростерон, II-оксикетостероиды).

У мужчин в это время наблюдается повышение всех фракций I7-КС, а через 48 часов после нагрузки экскреция определяемых показателей I7-КС несколько снижается, хотя и удерживается еще на достаточно высоком уровне. Этиохоланолон, андростерон и II-оксикетостероиды у женщин через 48 часов после нагрузки повышаются, достигая максимума к 72 часу. Также необходимо указать на повышение уровня эстриола через 72 часа после нагрузки у женщин. Остальные фракции эстрогенов значительно снижают свой уровень уже к 48 часу после рабочего периода. Через 96-120 часов восстановительного периода все показатели исследуемых стероидов возвращаются к базальному уровню.

Второй тип реакции (рис. 2) заключается в том, что при повышенном содержании связанных I7-ОКС повышается уровень свободных форм I7-ОКС после физической нагрузки и снижается концентрация I7-КС как у мужчин, так и у женщин. При этом наблюдается уменьшение всех показателей определения нейтральных I7-КС. Также снижается экскреция прегнандиола и эстрогенов. У некоторых испытуемых (4 женщин и 3 мужчин) уровень связанных I7-КС оставался повышенным. Через 48 часов после нагрузки содержание связанных и свободных форм I7-ОКС уменьшается, с последующим их снижением через 72 часа. Через 48 часов после работы у 4 испытуемых имело место снижение экскреции связанных I7-КС. Выделение прегнандиола, II-оксикетостероидов, дегидроэпиандростерона и эстриола через 48 часов восстановительного периода повышается, достигая максимума к 72 часу. Через 46 часов после нагрузки экскреция исследуемых стероидов имеет тенденцию возврата к исходному уровню. Длительность восстановительного периода колеблется в течение 120-140 часов.

Третий тип реакции (рис. 3) характеризуется снижением уровня экскреции связанных и свободных форм I7-ОКС, I7-КС и прегнандиола. Экскреция всех фракций эстрогенов как у женщин, так и у мужчин после нагрузки возрастает. Через 48 часов после нагрузки выделение связанных I7-ОКС повышается и через 72 часа восстановительного периода превышает исходный

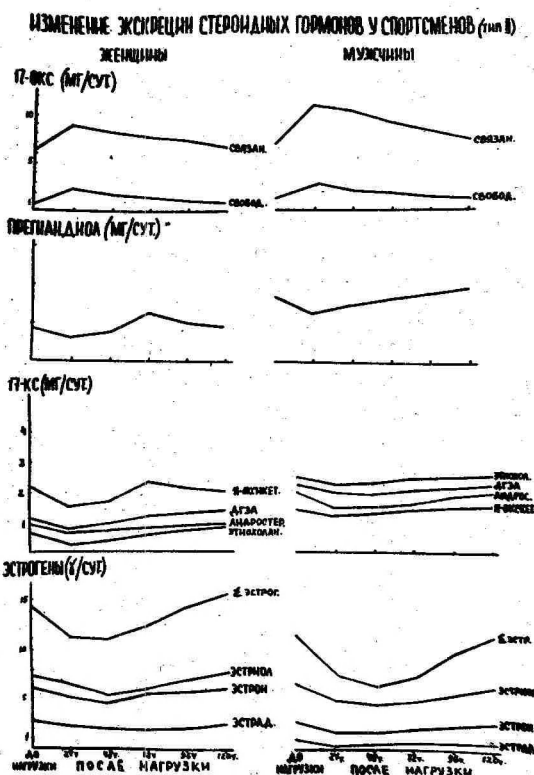


Рис. 2.

уровень и постепенно к 120-140 часу возвращается к дорабочему значению.

Аналогичные изменения были зафиксированы и в изменении экскреции прегнандиола. Выделение свободных форм 17-ОКС повышается через 48 часов, но в отдельных случаях может незначительно уменьшаться с последующим увеличением своего уровня к 72 часу восстановительного периода.

Определение связанных и индивидуальных 17-КС в восстановительный период показало, что быстрее других показателей (уже к 96 часу) исходной величины достигает уровень дегидроэпиандростерона и 11-оксикетостероидов у женщин, тогда как восстановление других ингредиентов наступает только к 120-140 часу. Экскреция эстрогенов в послерабочий период к 48 часу снижается незначительно, кроме фракции эстриола, а к

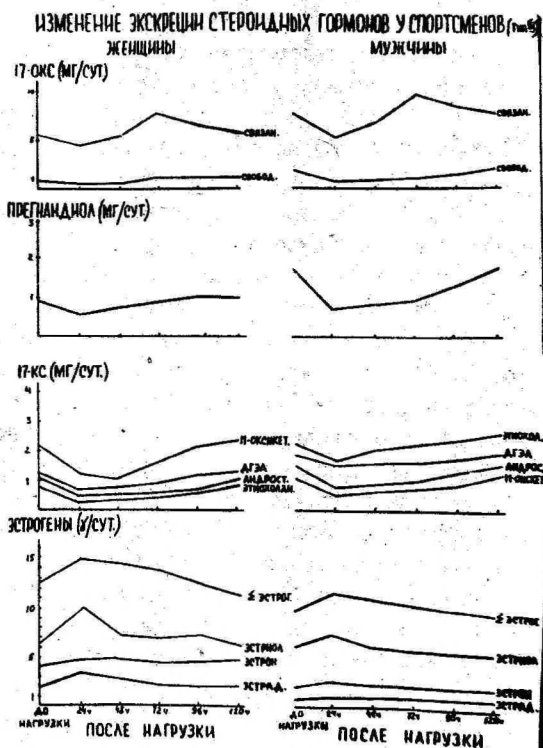


Рис. 3.

96 часу почти достигает исходного уровня и через 120 часов соответствует дорабочей величине.

Результаты проведенных исследований показали, что наряду с изложенными типами взаимоотношений стероидных гормонов при физической нагрузке, связанной со значительным утомлением, могут встречаться некоторые отклонения в экскреции тех или других показателей, что особенно ярко проявляется в группах испытуемых, не занимающихся спортом или недостаточно тренированных /10, 12/.

Выявленные взаимоотношения в экскреции стероидных гормонов после больших физических нагрузок указывают на выраженное вовлечение в адаптационные процессы глюкокортикоидной функции коры надпочечников. Об этом могут свидетельствовать факты снижения свободных 17-ОКС на фоне увеличения экскреции их связанных форм, так как это характеризует повышенную ути-

лизацию глюкокортикоидов. Повышение же связанных и свободных форм 17-ОКС с повышенным содержанием 17-КС может служить показателем активизации глюкокортикоидной функции коры надпочечников и в то же время дает возможность предположить, что утилизация кортикостероидов не превышает необходимого уровня /1, 2/. Определение экскреции прегнандиола может рассматриваться как показатель активности прогестерона, который является предшественником кортикостероидов в их синтезе /14/.

Повышение экскреции прегнандиола у спортсменов после нагрузки подтверждает мнение о быстром включении глюкокортикоидной функции в адаптационную реакцию, выработанную в процессе тренировки /2, 3/, а также может указывать на резервные возможности синтеза кортикостероидов. Снижение выделения 17-КС у мужчин дает возможность предположить о понижении андрогенной функции коры надпочечников, так как известно, что 1/3 17-КС в моче мужчин тестинулярного происхождения, а 2/3 - надпочечникового. Это положение может подтверждаться данными, полученными в эксперименте на животных, когда гистологическими методами было показано превазирование пучковой зоны над сетчатой, а также повышенном содержании холестерина и липидов /13/. Снижение уровня эстрогенов в моче у испытуемых предполагает увеличение концентрации в крови свободных кортикостероидов, повышение утилизации глюкокортикоидов и, как следствие, повышенную их секрецию. Вместе с тем пониженное количество эстрогенов не оказывает влияния на адренкортикоидную функцию гипофиза, а увеличение концентрации эстрогенов повышает выброс АКТИ /5/. Однако ряд авторов /14/ считает подобную реакцию эстрогенов вторичной, протекающей вслед за снижением активных кортикостероидов в крови. Это согласуется с результатами ранее проведенных исследований, когда уровень 17-ОКС в плазме крови снижался после нагрузки, а затем резко возрастал /8, 9, 10/. Как видно из приведенных данных, наиболее активную роль в пренесе адаптации по отношению к другим фракциям эстрогенов к физической нагрузке выполняет фракция эстриола. Это указывает на вовлечение в реакцию эстрогенов надпочечникового происхождения /4, 5/. Повышение суммарного количества эстрогенов вызывает также повышенный выброс АКТИ /5/. Ряд авторов считает, что у тренированных лиц в восстановительный период после нагрузки имеет место связывание белками кортикостероидов. Можно предположить, что после работы избыточное количество свободных кортикостероидов гасится за счет связывания их с транскортином,

видимо, не без участия эстрогенов, и обуславливает повышение количества связанных с белком в крови кортикостероидов, которые секретируются под воздействием АКТГ /6/.

Известно, что эстрогены могут резко снижать активность глюкозо-6-фосфата, 6-фосфоглюконата, изоцитрата и малата, которая зависит от присутствия НАДФ /17/. Таким образом, у тренированных испытуемых наличие снижения концентрации эстрогенов и ускорения активизации деятельности коры надпочечников после значительной физической нагрузки может указывать на быстрое включение реакции фосфорилирования. Это также может согласовываться с данными Н.Н. Яковлева (1969) о торможении реакции гликогенолиза как защитной мере и переходе на окислительное фосфорилирование для поддержки интенсивности работы. Видимо, снижение количества эстрогенов можно рассматривать как компенсаторную реакцию в пользу большей необходимости кортикостероидов для раннего торможения реакции гликогенолиза и мобилизации реакции окислительного фосфорилирования, что достигается в процессе спортивной тренировки. Андростерон, этиохоланолон и дегидроэпиандростерон являются наиболее важными метаболитами тестостерона. Увеличение количества этиохоланолона по сравнению с андростероном наблюдается при большой секреции кортизола, а также дегидроэпиандростерона. Также это соотношение регулируется тиреоидными гормонами. Отношение андростерона к этиохоланолону уменьшается при гипотиреозе /7/. Возможно, эти данные могут объяснить изменение отношения андростерона к этиохоланолону у спортсменов. Наряду с этим известно, что дегидроэпиандростерон обладает ингибирующим эффектом в отношении глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназы в различных тканях. Увеличение секреции АКТГ гипофизом вызывает повышение секреции дегидроэпиандростерона. Вместе с тем определение этих метаболитов может быть показателем андрогенной активности в организме /16/. Таким образом, полученные данные согласуются с общим целенаправленным стероидогенезом в организме спортсменов, обеспечивающим высокую работоспособность.

Можно предположить, что I тип реакции стероидных гормонов на физическую нагрузку отображает сонстраенность системы, способной выполнять физическую работу большего объема и высокой интенсивности. При втором типе реакции в системе протекают компенсаторные процессы, позволяющие поддерживать высокую работоспособность. III тип может свидетельствовать о развитии защитной реакции, направленной на удержание стероидного гомеостазиса.

Литература

1. Виру А.А. - Уч. зап. Тартуск. ун-та, Тарту, 1968, 137.
2. Виру А.А. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1969, 134.
3. Виру А.А. - Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. М., 1977.
4. Савченко О.Н. - Пробл. эндокрин. и гормонотерапии, № 2, Степанов Г.С., 1961, 38.
5. Савченко О.Н. - Гормоны яичника и гонадотропные гормоны. Л., 1967.
6. Скобельская Ю.Г. - Пробл. эндокрин. и гормонотерапии, 1966.
7. Старкова Н.Т. - Основы клинической андрологии. М., 1973.
8. Синажк Ю.Г. - Материалы IX Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии и биохимии мышечной деятельности. М., 1966, 35.
9. Синажк Ю.Г. - Автореферат диссертации. Киев, 1966.
10. Синажк Ю.Г. - Тезисы докладов конференции по биологическому обоснованию вопросов спортивной тренировки. Киев, 1966, 176.
11. Синажк Ю.Г. - В сб.: Мышечная деятельность и состояние систем нейро-эндокринной регуляции. М., 1973.
12. Синажк Ю.Г. - Теория и практика физ. культуры, 1972, 12, 33.
13. Синажк Ю.Г. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организмов к мышечной деятельности, вып. 6, Тарту, 1976, 240.
14. Юдаев Н.А. и др. - Пробл. эндокрин. и гормонотерапии, 1964, № 2.
15. Юдаев Н.А. - В сб.: Современные вопросы эндокринологии. М., 1969.
16. Mauvais-Sarvisat et al. III Inter. Congress of Endocr., Mexico, 1968, 106.
17. Goslar H.G. - Acta histochem., 1966, 25, 198.

РЕАКЦИЯ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-АДРЕНКОРТИКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НА ИММОБИЛИЗАЦИЮ

М.И. Митюшов, Л.П. Кухарева, А.А. Филаретов
Лаборатория экспериментальной эндокринологии
Института физиологии им. И.П.Павлова АН СССР

Данное сообщение представляет собой описание методики проведения и результатов опытов на кроликах по исследованию гипоталамических механизмов, обеспечивающих реакцию гипофизарно-адренкортикальной системы на иммобилизацию, и механизмов, осуществляющих торможение стрессорной реакции в механизме отрицательной обратной связи.

Подъем уровня кортикостероидов как реакция на иммобилизацию уменьшается при двустороннем разрушении среднего отдела гипоталамуса. Разрушение этого отдела приводит также к снижению степени торможения стрессорного ответа, которое имеет место при введении кортикостероидов перед иммобилизацией. Результаты говорят об участии среднего отдела гипоталамуса в активации и торможении системы гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников, вовлекающейся в ответ организма на иммобилизацию.

Иммобилизация приводит к изменению функционирования гипофизарно-адренкортикальной системы /8, 9, 12/. Увеличение уровня кортикостероидов во время иммобилизации включает механизмы отрицательной обратной связи. Задачей настоящего исследования явилось изучение роли гипоталамуса в обеспечении стрессорного подъема уровня кортикостероидов и торможения этого ответа в механизме обратной связи.

Методика

В хронических опытах на кроликах исследовалось содержание кортикостероидов в крови. Были проведены следующие серии опытов:

- 1) иммобилизация интактных животных;
- 2) иммобилизация интактных животных, которым за 5 мин

до иммобилизации вводился дексаметазон или гидрокортизон;

3) иммобилизация животных с разрушенным средним отделом гипоталамуса;

4) иммобилизация животных с разрушенным средним отделом гипоталамуса, на фоне введенного (за 5 мин до иммобилизации) дексаметазона.

Кровь брали из краевой вены уха. Кортикостероиды определяли спектрофлуориметрически. Гидрокортизон вводили в дозе 0,01 мг/кг, внутривенно, дексаметазон - 0,5 мг/кг, подкожно.

Двустороннее разрушение гипоталамуса (область вентромедиальных ядер) осуществлялось с помощью тока высокой частоты: 10 кГц, 4 мА, длительность - 40-60 сек. По окончании опыта проводился гистологический контроль.

Результаты опытов и их обсуждение

Иммобилизация кроликов приводит к увеличению содержания кортикостероидов в крови. Уровень гормонов в течение 90 мин иммобилизации поднимается с 4,4 мкг% (фон) до 8,1-9,9 мкг% ($p < 0,05$).

Увеличение содержания гормонов в крови блокируется введением гидрокортизона или дексаметазона (табл. I).

Таблица I

Влияние кортикостероидов на стрессорное увеличение гормонов коры надпочечников в крови (% к реакции животных, которым гормоны не вводили)

Воздействие	Время, прошедшее от момента введения гормона		
	10 мин	35 мин	65 мин
Гидрокортизон 0.01 мг/кг + иммобилизация	71 \pm 5 (22)	68 \pm 10 (21)	66 \pm 8 (15)
Дексаметазон 0.5 мг/кг + иммобилизация	74 \pm 10 (16)	47 \pm 7 (16)	40 \pm 7 (15)

Примечание: в скобках - количество случаев.

Разрушение среднего гипоталамуса (области вентромедиальных ядер) приводит к значительному снижению реакции гипофизарно-адренкортикальной системы на иммобилизацию. Реакция составляет: на 5-й мин - 55%; 30-й - 63%; 60-й - 60% и

120-й - 57% от той величины, которая была у животных с интактным мозгом (отличие реакций у 2-х групп животных достоверно; $p < 0,001$).

На фоне разрушения среднего гипоталамуса слабее проявляется действие дексаметазона, угнетающего подъем кортикостероидов в ответ на иммобилизацию. Степень угнетения реакции гипофизарно-адренкортикальной системы на стрессорное воздействие дексаметазоном у интактного животного значительно больше, чем у животного с разрушенным средним отделом гипоталамуса (табл. 2).

Таблица 2

Влияние разрушения среднего отдела гипоталамуса (область вентромедиальных ядер) на угнетение стрессорного ответа дексаметазоном

Гипоталамус	Время иммобилизации, мин		
	5	30-120	180
Интактный	74±10 (16)	43±5 (45)	26±5 (14)
Разрушен средний отдел гипоталамуса	129±14 (16)	68±5 (47)	66±10 (16)
Достоверность отличий	$p < 0.01$	$p < 0.001$	$p < 0.001$

Примечание: Указана величина реакции после введения гормона в % к реакции на иммобилизацию без дексаметазона. В скобках - число случаев.

Результаты опытов показывают, что обездвиживание животных является достаточно сильным стрессором и приводит к активации гипофизарно-адренкортикальной системы. Очевидно, возбуждение этой системы связано с раздражением кожных и мышечных рецепторов, хеморецепторов, активирующихся накопившимися кислыми продуктами. Нервные импульсы поступают в конечном счете в гипоталамус, что и обеспечивает активацию гипофизарно-адренкортикальной системы. Значение гипоталамуса в осуществлении этой реакции доказывается нашими опытами по разрушению области вентромедиальных ядер. Снижение стрессорного подъема уровня кортикостероидов в крови после разрушения этого отдела говорит о том, что средний гипоталамус опосредует передачу сигналов, обеспечивающих активацию гипофизарно-адренкортикальной системы. Ранее нами было показано, что во время иммобилизации изменяется электрическая актив-

ность этого отдела гипоталамуса /3, 4/.

Стрессорная активация гипофизарно-адренкортикальной системы зависит от исходного уровня гормонов в крови и может быть угнетена механизмами обратной связи кортикостероидов. Торможение секреции гормонов наблюдается при очень небольшой дозе гидрокортизона, близкой к физиологической. В отличие от данных, полученных другими авторами /5, 6, 7, 10, 11, 13/, мы достигли угнетения стрессорного ответа даже однократным введением гормона. Очевидно, эффект торможения зависит от силы применения стрессора и дозы введенного гормона /1, 2/.

Торможение реакции гипофизарно-адренкортикальной системы на иммобилизацию обеспечивается гипоталамусом. Об этом свидетельствуют наши результаты с разрушением области вентромедиальных ядер гипоталамуса. Уменьшение величины торможения свидетельствуют о том, что гипоталамус является центральным звеном, обеспечивающим торможение секреции кортикостероидов в ответ на иммобилизацию.

Таким образом, иммобилизация является воздействием, которое вызывает стрессорную реакцию, проявляющуюся в частности в активации гипофизарно-адренкортикальной системы. Эта реакция может быть угнетена при увеличении исходного уровня кортикостероидов. Как стрессорный подъем, так и угнетение его по механизму обратной связи обеспечивается гипоталамусом.

Литература

1. Кухарева Л.П. Роль механизмов обратной связи по уровню кортикостероидов в реакциях коры надпочечников на обездвиживание. См. наст. сб.
2. Митюшов М.И., Кухарева Л.П., Богданов А.И., Филаретов А.А. Регуляция гипофизарно-адренкортикальной системы. - Тезисы II Всесоюзного съезда эндокринологов. Л., 1980, 619-620.
3. (Филаретов А.А.) Filaretov A.A. The afferent input and functional organization of the hypothalamus in reactions regulating pituitary-adrenocortical activity. - Brain Res., 1976, 107, 39-54.
4. (Филаретов А.А., Василевская Л.В.) Filaretov A.A., Vasilevskaya L.V. Electrical activity of hypothalamus

- during excitation of pituitary-adrenocortical system. - Brain Res., 1978, 156, 67-74.
5. Bohus B. Failure of corticosterone to suppress pituitary ACTH release in rats exposed to various noxious stimuli. - Acta Physiol. Acad. Sci. Hung., 1968, 34, 241-244.
 6. Dallman M.F., Jones M.T. Corticosteroid feedback control of ACTH secretion: Effect of stress-induced corticosterone secretion on subsequent stress responses in the rat. - Endocrinology, 1973, 92, 1367-1375.
 7. Endröczy L., Lissak K., Tekeres M. Hormonal "feed-back" regulation of pituitary adrenocortical activity. - Acta Physiol. Acad. Sci. Hung., 1961, 18, 291-299.
 8. Kawakami M., Seto K., Kimura F. Influence of repeated immobilization stress upon the circadian rhythmicity of adrenocorticoid biosynthesis. - Neuroendocrinology, 1972, 9, 207-214.
 9. Rice R.W., Kroning J., Critchlow V. Effects of stress on plasma corticosterone and growth hormone levels in rats with median eminence-pituitary islands. - Neuroendocrinology, 1975, 19, 339-351.
 10. Smelik P.G. Failure to inhibit corticotrophin secretion by experimentally induced increases in corticoid levels. - Acta Endocr. (Kbh), 1963, 44, 36 - 43.
 11. Stark E., Facht J. The effects of blood corticoid levels on ACTH-release caused by stress. - Acta Med. Acad. Sci. Hung., 1963, 19, 367-370.
 12. Tache Y., Rouissean P. Du., Tache J., Selye H., Collu R. Shift in adenohipophyseal activity during chronic intermittent immobilization of rats. - Neuroendocrinology, 1976, 22, 325-326.
 13. Zimmerman E., Critchlow V. Suppression of pituitary-adrenal function with physiological plasma levels of corticosterone. - Neuroendocrinology, 1969, 5, 183-192.

THE REACTION OF HYPOTHALAMO-PITUITARY-ADRENOCORTICAL
SYSTEM ON IMMOBILIZATION

M.I. Mitjushov, L.P. Kuhareva, A.A. Filaretov

S u m m a r y

The results of the experiment testify to the participation of middle hypothalamus in the activation and inhibition of the hypothalamo-pituitary-adrenocortical system during the response of organism on immobilization.

СОСТОЯНИЕ АДЕНИЛАТЦИКЛАЗНОЙ СИСТЕМЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ ПРИ ТРЕНИРОВКЕ ФИЗИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

М.И. Калинин

Кафедра биохимии Киевского государственного института
физической культуры, отдел биохимии мышц Института
биохимии им. А.В. Палладина АН УССР

Достижения последних лет в изучении циклических нуклеотидов способствовали появлению новой ветви науки — молекулярной эндокринологии, которая исследует молекулярные механизмы действия гормонов и других биологически активных веществ.

Установлено, что циклический аденозинмонофосфат (цАМФ) через систему цикло-АМФ-зависимых протеинкиназ модулирует серию фундаментальных процессов: активность ферментов, транскрипцию и трансляцию, транспорт ионов через мембраны, клеточное деление, электрическую, сократительную и секреторную функции клеток. В результате обобщения полученных экспериментальных фактов установлена общебиологическая, ключевая роль цАМФ-зависимых протеинкиназ, системы фосфорилирования — дефосфорилирования белков как важного фактора регуляции клеточного метаболизма /1, 2, 3/. Фосфорилирование ферментного белка вызывает конформационные изменения белковой глобулы и сопровождается изменением ферментативной активности в ответ на действие гормонального или иного стимула. Количество ферментов, для которых установлено фосфорилирование — дефосфорилирование, превысило 20 и продолжает возрастать. Показано также фосфорилирование мембранных белков саркоплазматического ретикулума, что повышает активность $M^{2+} - Ca^{2+}$ - АТФ-азы и изменяет проницаемость мембран для Ca^{2+} .

Циклическим нуклеотидам в настоящее время придают /4/ определяющее значение в формировании процессов адаптации и направленного влияния на устойчивость организма к действию экстремальных факторов среды. Как отмечают Г.И. Дорофеев и сотрудники /4/, уже сегодня исследования циклических нуклеотидов позволили по-новому подойти к решению принципиальных вопросов диагностики и трактовки болезней, тактики терапев-

тического вмешательства.

Вышеизложенное свидетельствует о несомненной актуальности изучения внутриклеточных механизмов регуляции обмена веществ, опосредующих через систему цАМФ и цАМФ-зависимых протеинкиназ действие гормонов на клетку. ЦАМФ и цАМФ-зависимые протеинкиназы осуществляют важную роль в функции мышц /5/.

Однако вопрос о роли цАМФ-зависимых протеинкиназ при мышечной деятельности является мало изученным.

В этой статье обобщены некоторые результаты, полученные на кафедре биохимии Киевского ГИФК и в отделе биохимии мышц Института биохимии им. А.В. Палладина АН УССР в последние годы по изучению обмена цАМФ и каталитических свойств цАМФ-зависимых протеинкиназ при тренировке физическими нагрузками.

Влияние тренировки и физической нагрузки на содержание цАМФ и активность ферментов его обмена в мышцах крыс

Под влиянием тренировки физическими нагрузками происходит существенное изменение компонентов системы цАМФ в скелетных мышцах крыс. Согласно данным, полученным в нашей лаборатории, у тренированных животных в состоянии относительного покоя наблюдается увеличение содержания цАМФ, повышение активности аденилатциклазы, при отсутствии изменений активности фосфодиэстеразы по сравнению с контролем.

Отсутствие изменений активности фосфодиэстеразы и повышение активности аденилатциклазы в мышцах под влиянием месячного периода тренировки наблюдал также Н.Н. Яковлев /6/.

Полученные нами данные свидетельствуют, что тренировка в изученные сроки стимулирует синтез цАМФ и не изменяет распада последнего, что сопровождается увеличением содержания этого циклического нуклеотида в мышцах. Следует подчеркнуть, что активность цАМФ-зависимых протеинкиназ мышц животных, тренированных по идентичной программе в состоянии относительного покоя также повышена.

Изменения компонентов системы цАМФ в мышцах тренированных животных под влиянием многочасовой физической нагрузки противоположны сдвигам, наступившим в процессе тренировки. Так, отмечается снижение аденилатциклазной активности по сравнению с контрольными данными, а также по сравнению с уровнем покоя у тренированных животных. Снижается также

фосфодиэстеразная активность. При этом концентрация цАМФ снижается лишь по отношению к ее уровню в мышцах тренированных животных в состоянии покоя, достигая значений, характерных для мышц контрольных крыс.

Идентичная физическая нагрузка вызвала у нетренированных крыс более выраженное снижение содержания цАМФ в мышцах при отсутствии изменений активности фосфодиэстеразы /7/. Полученные результаты позволяют считать, что длительная физическая нагрузка вызывает однонаправленные изменения в содержании цАМФ в мышцах нетренированных и тренированных крыс при меньших сдвигах у последних.

Таким образом, предварительная тренировка способствует поддержанию концентрации цАМФ в мышце.

Каталитические свойства цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц тренированных животных в покое и при физической нагрузке

Установлено, что максимальная активность обоих изоферментов цАМФ-зависимых протеинкиназ мышц при всех исследуемых состояниях животных наблюдалась при концентрации цАМФ, равной $1 \cdot 10^{-6}$ М. Фермент, выделенный из скелетных мышц тренированных крыс, как в состоянии покоя, так и после физической нагрузки, активировался в большей степени различными концентрациями цАМФ. Обращает на себя внимание тот факт, что изофермент II более чувствителен к низким концентрациям цАМФ, чем изофермент I.

Оба изофермента цАМФ-зависимых протеинкиназ имели незначительную исходную активность в отсутствии цАМФ, которая не изменялась в результате тренировки и физической нагрузки. В присутствии цАМФ активность изоферментов - I и II скелетных мышц тренированных животных повышалась относительно контрольных крыс. Физическая нагрузка не вызвала существенных изменений активности обеих форм цАМФ-зависимых протеинкиназ у тренированных крыс. Однако нами показано, что аналогичная физическая нагрузка у нетренированных животных вызвала повышение активности преимущественно формы I цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц крыс /8/. Таким образом, характер изменения активности изоферментов цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц крыс зависит от степени развития адаптационных возможностей организма.

Мы исследовали зависимость активности исследуемого фер-

мента от pH и концентрации субстратов - АТФ и гистона H_2B . Оказалось, что оба изофермента цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц исследуемых групп животных имеют один pH -оптимум при 6,0-6,5.

Расчитанные нами в координатах Лайбуивера-Берка значения кажущихся K_m для АТФ при насыщающих концентрациях гистона не изменялись при тренировке и воздействии физической нагрузки, что указывает на отсутствие изменения средства фермента к АТФ. При этом значения V существенно повышались.

Отмечено однонаправленное увеличение значений кажущихся K_m для гистонов и изофермента I цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц тренированных крыс. Для изофермента II значения K_m снижались по сравнению с контролем, а V существенно не изменялась. Интересным является тот факт, что при воздействии аналогичной физической нагрузки у нетренированных крыс наблюдался несколько иной характер изменения KV для гистона, в то время как V изменялась аналогичным образом /8/.

Наступающее под влиянием тренировки повышение активности цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц может приводить к стимуляции фосфорилирования структурных и ферментных белков, увеличивая тем самым сократительную способность мышц и мобилизацию источников энергии для мышечного сокращения.

Известно, что цАМФ-зависимые протеинкиназы посредством фосфорилирования киназы фосфоорилазы, гликогенсинтазы, липаз контролируют гликолиз и липолиз- процессы, ответственные за энергообеспечение мышечной работы.

Адаптационная перестройка обмена веществ в скелетных мышцах при длительных физических нагрузках затрагивает, как известно, липоидный, белковый, водно-минеральный обмен, метаболизм гормонов, макроэргических соединений и т.д. Существенной перестройке подвергаются, в частности, ферменты, участвующие в активации, транспорте и β -окислении жирных кислот с длинной цепью, ферменты, участвующие в окислении кетонов, ферменты цикла трикарбоновых кислот, компонентов митохондриальной дыхательной цепи. К примеру, количество цитрасинтазы, аконитазы, НАД-специфической изоцитратдегидрогеназы, сукцинатдегидрогеназы увеличивается при тренировке вдвое, а малатдегидрогеназы и α -кетоглутаратдегидрогеназы и ацетоацетил-коа-тиолазы - на 50-60% /9/.

Важное место в приспособлении скелетных мышц отводится адаптивному синтезу структурных и энзиматических белков, энергетических субстратов ЗЮ, II/. В регуляции указанных

процессов имеется еще ряд неясных сторон, затрудняющих понимание механизмов их развития и реализации.

Развитие и стабилизация адаптационных биохимических изменений находятся под контролем химической авторегуляции обменных циклов, нервно-трофической, эндокринной регуляции /11, 12/.

В проведенных нами комплексных исследованиях системы цАМФ и цАМФ-зависимых протеинкиназ впервые получены факты об изменении содержания цАМФ, активности и кинетических свойств цАМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц при тренировке. Эти экспериментальные результаты позволили нам сформулировать вывод об участии системы цАМФ и цАМФ-зависимых протеинкиназ в биохимической адаптации скелетных мышц при тренировке физическими нагрузками /13, 14/.

Полученные данные являются экспериментальным обоснованием сформулированной нами /15/ гипотезы о важном значении процессов цАМФ-зависимого фосфорилирования в развитии биохимической адаптации скелетных мышц к повышению функции. Эта гипотеза в связи с общебиологической ролью процессов "фосфорилирования-дефосфорилирования" может способствовать расшифровке фундаментальных проявлений биохимической адаптации в тренированном организме: адаптивного биосинтеза структурных и энзиматических белков; изменения активности ферментов и полиферментных систем; повышенного синтеза различных субстратов; изменения обмена гормонов и чувствительности ферментных систем к гормонам.

Литература

1. Северия Е.С., Гуляев Н.Н., Васильев В.Ю. Молекулярные аспекты регуляции клеточного метаболизма циклическими нуклеотидами. - Тез. докл. 4-го Всесоюзного биохимического съезда. - М.: Наука, 1979, 88.
2. Федоров Н.А. Биологическое и клиническое значение циклических нуклеотидов. - М.: Медицина, 1979.
3. Ткачук В.А. Участие аденилатциклазы в проведении гормонального сигнала через мембрану. - Укр. биохим. журн., 1981, 53, 2, 5-27.
4. Дорофеев Г.И., Кожемякин Л.А., Ивашкин В.Т. Циклические нуклеотиды и адаптация организма. - Л.: Наука, 1978.

5. Курский М.Д., Дмитренко Н.Н. Аденилатциклазная система и ее взаимосвязь с функцией мышц. - Укр. биохим. журн., 1977, 6, 90-102.
6. Яковлев Н.Н. Мобилизация источников энергии и активность ферментов обмена циклической 3^I-5^I - АМФ при мышечной деятельности в зависимости от адаптации организма к ней. - Физиол. ж. СССР, 1974, 60, 7; 1056-1064.
7. Калинский И.И., Осипенко Г.А., Кондратьев Т.П., Курский М.Д. Характеристика протеинкиназ из миокарда та використання їх для вивчення вмісту цАМФ у тканинах щурів при м'язовій діяльності. - Укр. біохім. журн., 1977, 49, 3, 99-102.
8. Курский М.Д., Осипенко А.А., Калинский М.И., Кондратьев Т.П. Некоторые свойства 3^I-5^I - АМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц крыс в норме и при физической нагрузке до утомления. - Биохимия, 1978, 43, 10, 1776-1781.
9. Holloszy J.O., Booth F.W. Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle. - Annual Review of Physiology, 1976, 38, 273-291.
10. Рогозкин В.А. Использование низкомолекулярных веществ для повышения эффективности тренировки. - В кн.: Биохимические пути повышения эффективности спортивной тренировки. Материалы Всесоюзн. симпоз. Л., 1974, 64-74.
11. Яковлев Н.Н. Биохимические механизмы адаптации скелетных мышц к повышенной активности. - Укр. биохим. журн., 1976, 48, 3, 388-397.
12. Виру А.А. Эндокринные факторы, лимитирующие спортивную работоспособность. - Уч. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 525. 1980, 10, 44-71.
13. Калинский М.И., Земцова И.И., Курский М.Д., Осипенко А.А. Влияние тренировки и физической нагрузки на содержание 3^I-5^I - АМФ - и активность ферментов его обмена в мышцах крыс. - Укр. биохим. журн., 1980, 52, 5, 611-613.
14. Калинский М.И., Курский М.Д., Земцова И.И., Осипенко А.А. Изменение некоторых свойств 3^I-5^I - АМФ-зависимых протеинкиназ скелетных мышц крыс при тренировке физическими нагрузками. - Биохимия, 1981, 46, 1, 120-125.

15. Калинин М.И. Роль 3^I-5^I - AMP и 3^I-5^I - AMP-зависимых протеинкиназ в адаптации скелетных мышц к повышенной функции. - В кн.: Циклические нуклеотиды. Тезисы докладов III Всесоюзного симпозиума (Канев, май, 1980 г.). - Киев.: Наукова думка, 1980, 50-51.

ADENYLATE CYCLASE SYSTEM STATE IN SKELETAL MUSCLES
UNDER TRAINING WITH PHYSICAL LOAD

M. I. Kalinsky

S u m m a r y

The results gained by investigating the state of cAMP system and cAMP-dependent proteinkinases in the skeletal muscles under training with a physical load are generalized.

The importance of adenylate cyclase system in the development of the adaptation of skeletal muscles to physical loads is shown.

The experimental evidence of the formulated by the author hypothesis on the significance of the cAMP-dependent phosphorylation processes in the biochemical adaptation of skeletal muscles to the physical load is also given.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНО-
АДРЕНКОРТИКАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ВЫСОККВАЛИФИЦИРОВАННЫХ
СТРЕЛКОВ (ПУЛЕВАЯ СТРЕЛЬБА) ПРИ ТРЕНИРОВКАХ И
СОРЕВНОВАНИЯХ

Г.Л. Шрейберг

Лаборатория спортивной эндокринологии ВНИИФК

В динамике тренировочных циклов и соревнований обследовано 22 высококвалифицированных стрелка. Выявлены различия реакции гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной системы на тренировочные и соревновательные нагрузки в зависимости от квалификации, стажированности стрелков, состояния их тренированности и мест, занимаемых на ответственных соревнованиях.

Многочисленными исследованиями отечественных и зарубежных авторов /1, 2, 3, 4, 5/, в том числе выполненными в нашей лаборатории, выявлены изменения функционального состояния гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной системы (ГТАКС) при мышечной, в том числе спортивной деятельности. Эти изменения различны в зависимости от вида спорта, квалификации спортсмена и состояния его тренированности. Было установлено, что в процессе тренировочных циклов тренирующий эффект оказывают лишь те физические нагрузки, при воздействии которых активируется ГТАКС. Наилучших результатов добиваются те спортсмены циклических, игровых, скоростно-силовых и силовых видов спорта, у которых во время соревнования наблюдается увеличение выделения гормонов коры надпочечников /1, 3, 6/. В доступной нам литературе мы не обнаружили сведений о реакции ГТАКС на тренировочные и соревновательные нагрузки у стрелков. В то же время в отличие от других видов спортивной деятельности в стрелковом спорте во время тренировок и соревнований, кроме технической и физической подготовки, одним из ведущих факторов является психологиче-

В работе принимал участие Н.Н. Шаров.

ский, эмоциональный. Спортсмен должен быть собран, хладнокровен. Излишняя эмоциональная реакция приводит к потере точности при стрельбе. Во многих видах стрельбы (бегущий кабан, стрельба по силуэтам, стендовая стрельба) должна быть развита также быстрота реакции. В связи с этим для достижения высших спортивных результатов в стрелковом спорте необходимы тренировки не только для отработки технических приемов стрельбы и улучшения общей физической подготовки, но и для приведения к оптимальному режиму работы систем; регулирующих гуморально-гормональные взаимоотношения в организме спортсмена-стрелка, эрго- и трофотропные процессы и механизмы стресса, одним из ведущих среди которых является ГТАКС.

Известно, что под влиянием физических и эмоциональных нагрузок активируются и совершенствуются общие неспецифические приспособительные механизмы. Развитие состояния тренированности, характерное для высококвалифицированных спортсменов, подчиняется общим закономерностям формирования адаптационных реакций, цель которых - подготовить функциональные системы организма к новым условиям и поддерживать эти системы на протяжении всего времени воздействия влияющих экстремальных факторов.

В процессе возникновения и формирования этих реакций при спортивной деятельности важная роль принадлежит гуморально-гормональным системам (симпато-адреналовой, гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой, системам биогенных аминов и др.), которые в значительной мере обеспечивают высокую работоспособность организма спортсменов /1, 7/.

Задачей настоящего исследования являлось выявление общих и выделение специфических закономерностей функциональной активности ГТАКС, характерных для высококвалифицированных спортсменов-стрелков, для разработки критериев контроля за функциональным состоянием ГТАКС, путей оптимизации тренировочного процесса, для отбора и прогнозирования спортивных результатов ведущих стажированных, а также наиболее перспективных молодых, менее стажированных стрелков, в первую очередь - стрелков из пистолета.

Материал и методы

Исследование функционального состояния ГТАКС проводили в предолимпийский (1976-1980) цикл совместно с отделом стрелкового спорта ВНИИФК (В.Н. Саблин, М.С. Мишук) у 12 моло-

дых мастеров спорта и 10 стажированных высококвалифицированных ведущих стрелков. Спортсмены обследовались в динамике учебно-тренировочных сборов, в состоянии относительного покоя в предсоревновательный период (за 4-5 дней до соревнований), во время контрольных стрельб, в предстартовом состоянии (в день соревнований), а также во время соревнований. Об изменениях состояния ГТАКС судили по выделению с мочой ее гормонов (гидрокортизона, кортизона, кортикостерона), их предшественников в биосинтезе и продуктов обмена (метаболитов), всего 10-12 фракций кортикостероидов, определяемых в дробных порциях мочи с помощью разработанного в лаборатории метода тонкослойной хроматографии с последующей прямой денситометрией в проходящем свете /8/. Уровень выделения кортикостероидов, определяемых с помощью этого метода в дробных порциях мочи в точно фиксированные отрезки времени, в достаточной мере объективно характеризует функциональное состояние ГТАКС в момент обследования.

Результаты исследования и обсуждение

Проведенные исследования позволили показать, что во время тренировок в предсоревновательный период выявляются выраженные различия реакции ГТАКС между молодыми мастерами спорта, для которых эти тренировки более значимы, т.к. от их результатов во многих случаях зависит отбор к соревнованиям, чем для более квалифицированных ведущих спортсменов. В то время как у ведущих, стажированных стрелков из пистолета достоверных изменений экскреции кортикостероидов в процессе тренировок не наблюдалось (имелась лишь тенденция к снижению выделения кортикостероидов при повышении коэффициента "предшественник:гормон" $\frac{\Sigma \text{В}}{\Sigma \text{Г}}$), с эмоциональным напряжением у более молодых, менее стажированных стрелков во время тренировок наступала активация ГТАКС с достоверным увеличением экскреции глюкокортикоидов группы гидрокортизона ($\Sigma_{\text{Г}}$) и суммарного выделения кортикостероидов ($\Sigma_{\text{К}}$). Были выявлены также некоторые различия в предстартовом состоянии и во время соревнований (табл. I). Кортикостероидный гормональный фон в состоянии относительного покоя у высококвалифицированных стажированных стрелков (возраст более 22 лет) и у менее квалифицированных молодых (возраст до 22 лет) стрелков с меньшим спортивным стажем в среднем практически одинаков. Вместе с тем в предстартовом состоянии и во время соревнования выявляются некоторые, хотя и не резко выраженные, различия. Так

Таблица I

Экскреция кортикостероидов, их предшественников и продуктов превращения у высококвалифицированных стрелков из пистолета (1976-1979 гг.)

Группы спортсменов и период обследования	n	Кортикостероиды, мкг/мин			
		Σ_F	Σ_B	Σ_K	Σ_B/Σ_F
I	: 2	: 3	: 4	: 5	: 6
I. Не занимающиеся спортом	15	1,22±0,14	0,42±0,06	2,32±0,41	0,33±0,06
II. Стрелки	22				
I. В состоянии относительного покоя	22	0,83±0,16	0,39±0,06	2,02±0,31	0,53±0,07
Из них:					
а) Ведущие стажированные стрелки	10	0,83±0,25	0,38±0,07	1,99±0,52	0,53±0,11
б) Молодые, менее стажированные стрелки	12	0,81±0,12	0,44±0,18	2,16±0,12	0,53±0,27
2. Во время тренировок	21	1,04±0,38	0,54±0,22	2,94±0,83	0,62±0,26
Из них:					
а) Ведущие стажированные стрелки	9	0,53±0,13	0,23±0,25	1,28±0,71	0,71±0,25
б) Молодые, менее стажированные стрелки	12	1,56*±0,32	0,85±0,22	4,59*±0,68	0,52±0,21
3. В предстартовом состоянии	20	1,13±0,18	0,63±0,11	2,54±0,47	0,37±0,03

* достоверное различие с фоновой экскрецией.

Продолжение табл. I

	I	: 2	: 3	: 4	: 5	: 6
Из них:						
а) Ведущие стажированные стрелки	9	I,17±0,20	0,67 [*] ±0,12	2,82±0,51	0,58±0,05	
б) Молодые, менее стажированные стрелки	II	0,87±0,08	0,34±0,14	1,70±0,14	0,38±0,12	
4. Во время соревнований	20	I,48±0,30	0,51±0,12	2,82±0,58	0,38±0,03	
Из них:						
а) Ведущие стажированные стрелки	9	I,48±0,33	0,53±0,12	2,85±0,64	0,38±0,03	
б) Молодые, менее стажированные стрелки	II	I,44±0,21	0,39±0,12	2,64±0,42	0,27±0,02	

* достоверное различие с фоновой экскрецией.

у ведущих высококвалифицированных стажированных стрелков в предстартовом периоде имела тенденция к небольшой активации системы ГГКН с повышением экскреции кортикостероидов на 20-40% и выделения предшественников гидрокортизона (Σ_B) на 76% (статистически достоверно). Во время соревнований функциональная активность системы ГГКН и экскреция гормонов коры надпочечников практически оставалась на таком же уровне (суммарная экскреция кортикостероидов составила у них в среднем 101% от экскреции в предстартовый период). Меньше всего были выражены изменения у стрелков, занявших на соревнованиях первые 6 мест. В то же время у менее стажированных молодых стрелков в предстартовый период выявлялась тенденция к снижению выделения кортикостероидов и их предшественников (суммарная экскреция кортикостероидов составила 76%, а предшественников гидрокортизона - 77,2% от экскреции в состоянии относительного покоя). Вместе с тем при соревнованиях у этих спортсменов наступала выраженная активация системы ГГКН с увеличением выделения гидрокортизона (165,5% от экскреции в предстартовый период и 177,7% от экскреции в состоянии покоя) суммарного выделения кортикостероидов (155,3% от экскреции в предстартовом состоянии). Это свидетельствует о состоянии стресса в связи с эмоциональным напряжением у спортсменов этой группы во время соревнований.

Более детальный анализ результатов исследования показал, что у ведущих высококвалифицированных спортсменов (табл. 2), занимавших первые 3 призовых места на Всесоюзных и отборочных к международным соревнованиям в эти периоды, в состоянии относительного покоя (фон) отмечается достоверное уменьшение выделения глюкокортикоидов группы гидрокортизона (Σ_F) и повышение коэффициента "предшественник:гормон", что являлось показателем торможения функции ГГКАС и увеличения ее резервных возможностей. В предстартовом состоянии у них незначительно (статистически недостоверно) увеличивалось (иногда уменьшалось) выделение глюкокортикоидов группы гидрокортизона и их предшественников в биосинтезе (Σ_B), а во время соревнований выделение кортикостероидов и их предшественников достоверно не отличалось от экскреции в предстартовом состоянии. У спортсменов, занимавших 4-6 места, в предстартовом состоянии в отдельных случаях имело место увеличение, в других - снижение экскреции кортикостероидов, а во время соревнований - их снижение, либо увеличение до уровня фона, в связи с чем достоверных изменений по сравнению с состояни-

Таблица 2

Экскреция кортикостероидов, их предшественников и продуктов превращения (в мкг/мин) у ведущих высококвалифицированных стрелков (пулевая стрельба) в предолимпийском цикле 1976-1980 гг. в зависимости от мест, занимаемых ими на ответственных соревнованиях (Чемпионат СССР, отборочные соревнования к первенству Европы и др.)

Период обслед. Метод	n	В состоянии относительного покоя (фон)				В предстартовом состоянии				Во время соревнований			
		$\leq F$	$\leq S$	$\leq k$	$\leq S/\leq F$	$\leq F$	$\leq S$	$\leq k$	$\leq S/\leq F$	$\leq F$	$\leq S$	$\leq k$	$\leq S/\leq F$
I - 3	5	0,50 ^o ±0,11	0,27 ±0,07	1,53 ±0,19	0,55 ^o ±0,07	0,89 ±0,18	0,35 ±0,09	1,64 ±0,33	0,56 ±0,08	0,94 ±0,29	0,34 ±0,10	1,91 ±0,47	0,40 ±0,04
4 - 6	4	0,84 ±0,20	0,32 ±0,07	1,82 ±0,30	0,39 ±0,02	0,95 ±0,23	0,52 ±0,34	2,12 ±0,90	0,44 ±0,02	0,74 ±0,15	0,26 ±0,05	1,51 ±0,17	0,36 ±0,08
7 - 12	6	0,92 ⁺ ±0,16	0,30 ±0,06	1,85 ±0,12	0,37 ±0,02	3,40 ^{x+} ±0,97	1,56 ⁺ ±0,59	7,60 ^{x+} ±2,93	0,40 ±0,07	2,81 ^{x+} ±0,44	1,19 ^{x+} ±0,36	6,38 ^{x+} ±1,24	0,31 ±0,06

Примечания: o - достоверно по сравнению со взрослыми людьми, не занимающимися спортом,
 x - достоверно по сравнению с фоном,
 + - достоверно по сравнению с I-3 местами.

уровня относительного покоя у них не отмечалось. Вместе с тем у них в состоянии относительного покоя отсутствует уменьшение экскреции глюкокортикоидов группы гидрокортизона и увеличение коэффициента "предшественник:гормон", выявляемых у спортсменов, занимавших 1-3 места. В связи с чем можно полагать, что экономизация функций ГТАКС у таких спортсменов еще не наступило, а резервные возможности относительно невысоки? Во время соревнований у них наблюдалась даже тенденция к уменьшению экскреции кортикостероидов. Исходя из этого можно полагать, что у данной группы спортсменов более низкие спортивные результаты связаны не столько с изменениями ГТАКС, сколько с недостаточной регуляцией других гуморально-гормональных систем или с их техническими погрешностями во время данных стрельб. У спортсменов, занимавших 7-14 места, в состоянии относительного покоя наблюдалась более высокая экскреция глюкокортикоидов группы гидрокортизона по сравнению с их экскрецией у стрелков, занимавших 1-3 места; однако она не отличалась от экскреции у здоровых людей, не занимающихся спортом. Вместе с тем у них выявлялось выраженное, резкое (достоверное по сравнению с исходным фоном и экскрецией у спортсменов, занимавших 1-3 места) увеличение выделения всех кортикостероидов в предстартовом состоянии и несколько менее выраженное, но также достоверное увеличение их экскреции во время самих соревнований. Поэтому следует полагать, что у этой группы стрелков снижение спортивных результатов связано как с техническими погрешностями, так и, очевидно, с развитием эмоционального напряжения (стресса) в предстартовый период, сохраняющегося и в период стрельб на соревнованиях.

Таким образом, для ведущих спортсменов, занимавших во время ответственных соревнований призовые (1-3) места, характерно небольшое понижение (торможение) активности ГТАКС при тренировочных стрельбах, небольшая активация функции этой системы (иногда ее снижение) в предстартовый период и во время самих соревнований.

Полученные результаты были проверены (апробированы) во время ответственных отборочных соревнований 1980 года у ведущих стрелков из пистолета. Эти исследования подтвердили правильность выводов об изменениях ГТАКС и ее характеристиках у высококвалифицированных стрелков, сделанных на основании динамических обследований в предыдущие годы.

Литература

1. Вигу А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. - М.: Медицина, 1977.
2. Кассиль Г.Н., Ваймфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. - М.: Наука, 1978.
3. Шрейберг Г.Л., Шаров Н.Н. - В кн.: Всемирный научный конгресс "Спорт в современном обществе". Биология, биомеханика, биохимия, медицина, физиология. - М.: ФИС, 1980, 200.
4. Fen Y. Endocrinology, 1974, 62, 341.
5. Keibel D. Med. u. Sport, 1974, 14, 65.
6. Шрейберг Г.Л., Дунаева Л.П. и др. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, вып. 7. Тарту, 1977, 134.
7. Кассиль Г.Н. - В кн.: Изменения функции эндокринных желез при физических нагрузках, вып. 9. Тарту, 1980, 19.
8. Белова Т.А., Шрейберг Г.Л., Эпштейн М.И. - Лаб. дело. 1968, 7, 426.

HYPOTHALAMUS-HYPOPHYSIS-ADRENAL CORTEX SYSTEM CONDITION OF HIGHLY SKILLED SHOOTERS DURING TRAININGS AND COMPETITIONS

G.L. Schreiber

Summary

22 highly skilled shooters have been examined during trainings and competitions. The hypothalamus-hypophysis-adrenal cortex system reaction depended on the sportsmen's qualification, their training experience and competition results.

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕКОТОРЫХ СТРУКТУР
ГИПОТАЛАМО-ГИПОФИЗАРНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ГИПЕРКИНЕЗИИ
В УСЛОВИЯХ ОБЫЧНОГО И ПОНИЖЕННОГО АТМОСФЕРНОГО
ДАВЛЕНИЯ

П.З. Гудзь, В.А. Климух, К.З. Цуканова
Кафедра анатомии Киевского государственного
института физической культуры

В опытах на белых лабораторных крысах получены экспериментальные данные об изменениях морфо-функционального состояния нейронов супраоптических ядер гипоталамуса, нейрогипофиза и аденогипофиза при гиперкинезии в условиях обычного и пониженного атмосферного давления. Предварительная адаптация к гипоксии повышает резистентность структур гипоталамо-гипофизарной области к последующим мышечным нагрузкам.

Известно, что повышенные физические нагрузки вызывают в организме реактивные изменения, направленные на сохранение постоянства внутренней среды в условиях изменившегося двигательного режима. Ответной реакцией на неадекватные воздействия является изменение деятельности прежде всего нервной и эндокринной систем. Исследованиями многих авторов /1, 2, 3, 4, 5, 6, 7/ установлено, что центры промежуточного мозга и гипофиз образуют функциональный комплекс, лежащий в основе единства нервной и эндокринной систем и являющийся центральным звеном, где происходит переключение нервной регуляции на эндокринную. Через гипофиз реализуется значительная часть влияний, оказываемых гипоталамусом на железы внутренней секреции. Гипоталамо-гипофизарная область играет важную роль в обеспечении компенсаторно-приспособительных реакций периферических эндокринных желез и организма в целом к различным внешним воздействиям, в том числе и физическим нагрузкам /8, 9, 10, 11, 12/. В настоящее время применение физических нагрузок в условиях высокогорья, где атмосферное давление — понижено, прочно вошло в систему подготовки спортсменов раз-

личной квалификации. Однако вопрос о влиянии суммарного воздействия факторов высокогорья и физических нагрузок, как средства повышения резервных возможностей организма, на морфо-функциональное состояние структур гипоталамо-гипофизарного комплекса не достаточно изучен.

Целью настоящего исследования является выяснение динамики активности супраоптических ядер, нейрогипофиза и аденогипофиза при физических нагрузках в условиях обычного и пониженного атмосферного давления.

Методика

Эксперимент проведен на 20 белых лабораторных крысах, которые подразделялись на 4 группы. 1-ю (контрольную) составляли животные, находившиеся в обычных лабораторных условиях. Животные 2-й и 3-й групп в течение 10 дней помещались ежедневно на 60-150 мин в барокамеру с пониженным атмосферным давлением (350-400 мм.рт.ст.). Затем животные 3-й группы подвергались физическим нагрузкам в течение 10 дней (бег от 15 до 150 мин) в обычных атмосферных условиях. Животные 4-й группы в течение 10 дней получали максимальные физические нагрузки в барокамере.

После декапитации животных их головной мозг фиксировался в жидкости Буэна и подвергался гистологической обработке. Срезы толщиной в 5-6 мк окрашивались паральдегид-фуксином, по Маллори и его модификации, - азаном по Гейденгайну.

Учет железистых элементов передней доли гипофиза и синусоидов проводился на срединных сагиттальных срезах /13/. Процентный состав клеток различных типов вычислялся по формуле:

$$\frac{\text{Общее количество клеток определенного типа}}{\text{Суммарное количество клеток всех типов}} \times 100\%$$

Результаты исследования и их обсуждение

В нейронах супраоптических ядер животных контрольной группы цитопlasма умеренно заполнена нейросекретом. В нейрогипофизе большинство терминалей содержит гранулы гипоталамического секрета. В аденогипофизе обнаружено следующее соотношение клеточного состава: базофилы - 6,55%, ацидофилы - 30,96%, хромофобы - 63,59%, что соответствует известным в литературе данным о количестве различных типов клеток в передней доле гипофиза крыс.

Дельта-базофилы преимущественно располагаются по периферии железы, имеют типичное строение и тинкториальные свойства. Бета-базофилы локализованы центрально и содержат паральдегид-фуксинофильную зернистость. Апидофилы равномерно располагаются в аденогипофизе. Среди больших и малых хромофобов встречаются также отростчатые клетки. У животных 2-й группы не отмечалось выраженной активности нейросекреторных клеток супраоптических ядер. В нейрогипофизе количество секреторных гранул уменьшилось по сравнению с контролем.

Клеточный состав аденогипофиз претерпевает изменения, выражающиеся в уменьшении количества тиреотропцитов и альдегиднофуксинофильной зернистости их цитоплазмы (рис. I). В

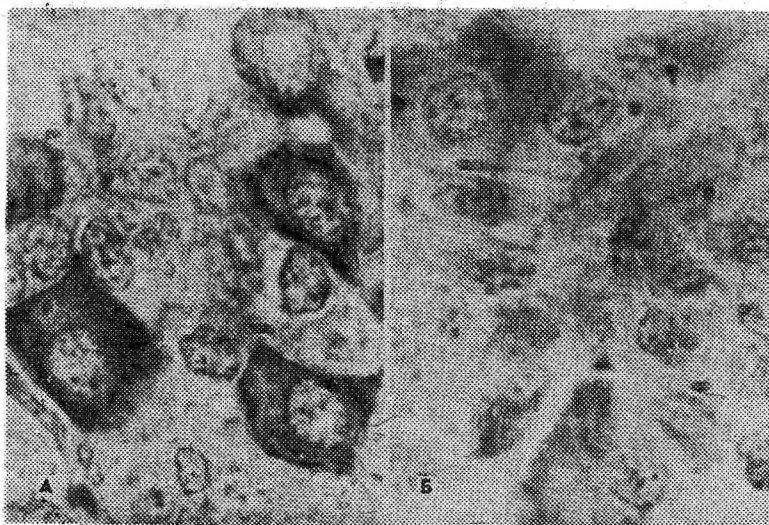


Рис. I. Тиреотропциты в аденогипофизе крыс. А - контроль; Б - 10 дней гипоксии. Микрофото. Паральдегид-фуксин. -Фк. 15, об. 90.

целом группа базофильных клеток составляет 7,27%, апидофильных - 35,1% хромофобных - 57,27%. Повышение апидофилии аденогипофиза указывает на преобладание синтеза соответствующих тропных гормонов над процессами их выведения. Это подтверждается биохимическими исследованиями ряда авторов гипоталамо-гипофизарной области в условиях кратковременной гипоксии и при физических нагрузках /14, 15/.

В микроциркуляторном русле гипофиза отмечается усиление кровонаполнения. Количество синусоидов по отношению к общему количеству аденоцитов среднего сагиттального среза гипофиза составляет 6,68%, что превышает контрольные данные (4,50%).

Пребывание животных в условиях гипоксии и последующие физические нагрузки при обычном атмосферном давлении оказывают стимулирующее влияние на функцию супраоптических ядер. В перикарионах нейронов наблюдается заметное уменьшение, по сравнению с контролем, нейросекреторных гранул, ядра клеток светлые, гипертрофированные. В нейрогипофизе нейросекрет выделяется в небольшом количестве (рис. 2). В аденогипофизе

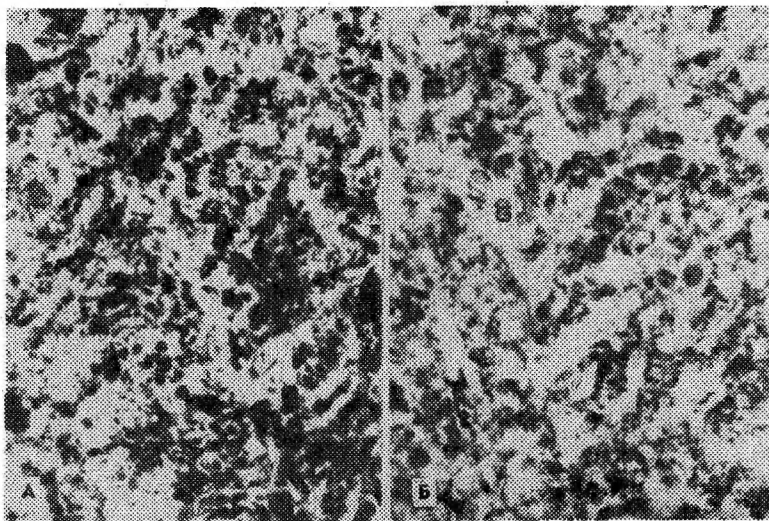


Рис. 2. Гранулы нейросекрета в задней доле гипофиза крыс. А - контроль; Б - бег 10 дней после 10 дней гипоксии. Микрофото. Паральдегид-фуксин. Ок. 15, об. 20.

увеличивается количество тиреотропоцитов в периферических и центральной зонах, цитоплазма которых интенсивно заполнена альдегидфуксинофильной зернистостью. Однако суммарно группа базофильных клеток соответствует контрольной (6,40%) за счет уменьшения количества гонадотропоцитов. Ацидофилы и хромофобы в данных условиях эксперимента составляют соответственно 32,32% и 61,23%. Заметно увеличивается количество синусоидов аденогипофиза, по-видимому, за счет раскрытия резервных сосудов (7,2%) (рис. 3).

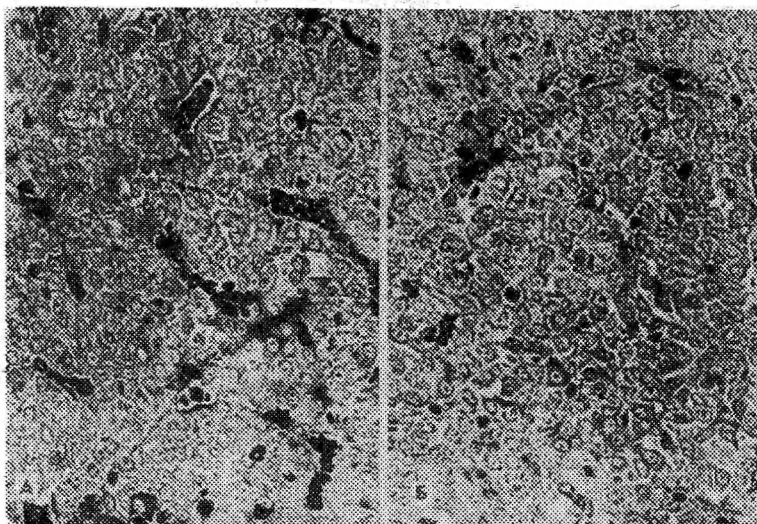


Рис. 3. Синусоиды в аденогипофизе крыс. А - бел 10 дней после 10 дней гипоксии. Б - контроль. Микрофото. Азан. Ок. 15, об. 20.

Усиление кровоснабжения аденогипофиза, относительное равновесие процессов синтеза и выведения тропных гормонов в аденоцитах, активация секретирующих нейронов супраоптических ядер и уменьшение гипоталамического нейросекрета в терминалях нейрогипофиза связаны, очевидно, с возросшими потребностями организма в энергетических ресурсах. Таким образом, в ответ на физические нагрузки после предварительной адаптации к условиям гипоксии наблюдаются морфо-функциональные изменения, свидетельствующие о развитии неспецифических компенсаторно-приспособительных реакций структур гипоталамо-гипофизарной области.

Более выраженные морфологические изменения гипоталамо-гипофизарного комплекса происходят у животных 4-й группы (рис. 4). В нейронах супраоптических ядер заметно резкое накопление секрета. Секреторные гранулы заполняют всю цитоплазму, концентрируясь в ее периферической зоне. Отмечается уменьшение клеточных ядер. Все это является типичными признаками торможения экскреторной активности нейронов. В задней доле гипофиза также депонируются гранулы нейросекрета. Железистые клетки аденогипофиза гипертрофируются. Встречают-

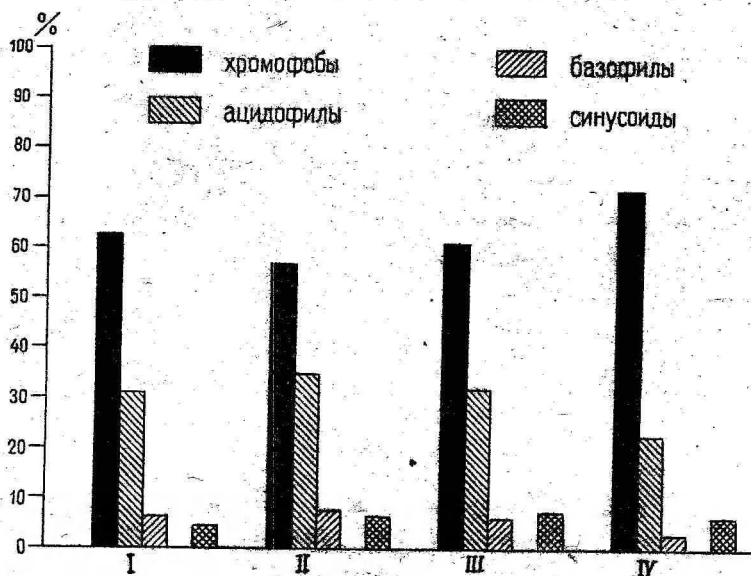


Рис. 4. Изменение процентного соотношения клеточного состава и синусоидов в аденогипофизе крыс. I - контроль; II-10 дней гипоксии; III - бег 10 дней после 10 дней гипоксии; IV - бег 10 дней в условиях гипоксии.

ся также их дистрофические формы с уплотненной гомогенизированной цитоплазмой. Уменьшаются группы базофильных (3,69%) и ацидофильных (23,85%) клеток (рис. 5). Количество хромофобов возрастает до 72,46%. Согласно данным ряда исследователей [16, 17], изменения в железистых клетках аденогипофиза при действии различных внешних факторов происходят неодновременно. Реакция базофилов и ацидофилов различна по своей выраженности. Показательно, что когда базофилы освободились от гормональных гранул путем выведения активных начал в микроциркуляторное русло, то ацидофилы, находясь в не менее тесных контактах со стенками синусоидов, не лишаются еще секреторного материала, т.е. проявляют большую резистентность к неадекватным воздействиям.

При физических нагрузках в условиях гипоксии без предварительной адаптации после 10 дней эксперимента наблюдается

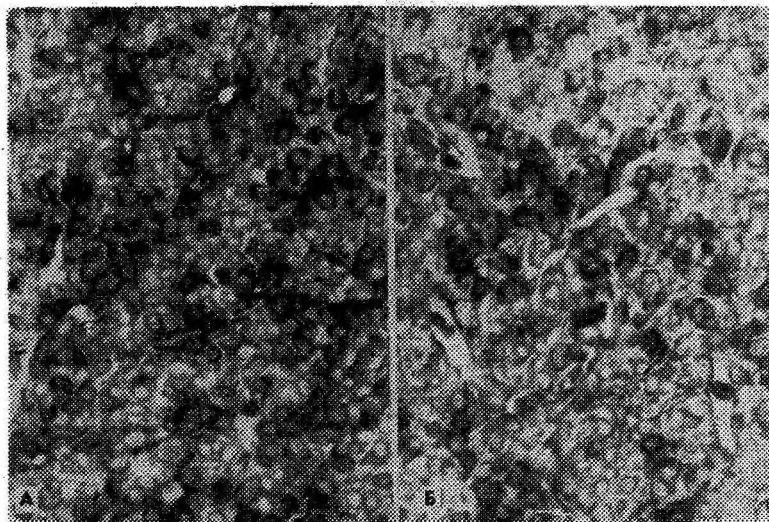


Рис. 5. Уменьшение количества ацидофилов и базофилов при физических нагрузках в условиях гипоксии (Б) в сравнении с контролем (А). Микрофото. Аван. Ок. 15, об. 20.

ослабление как базофилии, так и ацидофилии аденогипофиза. Можно полагать, что данные условия эксперимента вызывают понижение функциональной активности аденоцитов. В микроциркуляторном русле аденогипофиза отмечается набухание стенок синусоидов, возможно, в результате застойных явлений. Количество сосудов на срединных сагиттальных срезах гипофиза несколько увеличено по сравнению с контрольным (6,53%).

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о том, что предварительная адаптация и последующие, постепенно повышающиеся физические нагрузки увеличивают секреторную активность супраоптических ядер, стимулируют процессы выведения гипоталамического секрета в терминалях нейрогипофиза, вызывают относительное повышение ацидофилии и базофилии аденогипофиза и расширение его микрососудистого русла. Указанные компенсаторно-приспособительные реакции структур гипоталамо-гипофизарной области повышают их резистентность к активной мышечной деятельности. Однако мышечное напряжение в условиях гипоксии без предварительной адаптации угнетает процессы экскреции в супраоптических ядрах и в нейрогипофизе. Одновременно изменения в железистых клетках аденогипофи-

за проявляются в их дегрануляции и гипертрофии, что приводит к полиморфизму, свидетельствующему о функциональном угнетении желез. Набухание стенок микрососудов аденогипофиза в результате застойных явлений, по-видимому, ухудшает его кровоснабжение.

Литература

1. Алешин Б.В. Гистология гипоталамо-гипофизарной системы. - М.: Медицина, 1971.
2. Войткевич А.А. Нейросекретия. - Л.: Медицина, 1967.
3. Монастырская А.А. Аденогипофиз. Морфология и функция в процессе адаптации. - Л.: Медицина, 1974.
4. Акмаев И.Г. Аденогипофиз: его секреторная деятельность и нервная регуляция. Автореф. канд. дисс., М., 1960.
5. Поленов А.Л. Гипоталамическая нейросекретия. - Л.: Наука, 1974.
6. Тараканов Е.И. Нейросекретия в норме и патологии. - М.: Медицина, 1968.
7. Уразов И.Г. - В сб.: Нейросекреторные элементы и их значение в организме. - Л.: Наука, 1964.
8. Виру А.А. Спорт и внутренняя секреция. - М.: Физкультура, 1974.
9. Држевецкая И.А. Адаптация гипоталамо-гипофизарной адренкортикальной системы и инсулярного аппарата к мышечным нагрузкам в процессе тренировки. - В кн.: Адаптация человека и животных в норме и патологии. Ярославль, 1975, 132-134.
10. Васильев Г.А., Медведев Ю.А., Хмельницкий О.К. Эндокринная система при кислородном голодании. - Л.: Наука, 1974.
11. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. Пер. с англ. М., 1960.
12. Цуканова К.З. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1972, 5-10.
13. Невротин А.И., Хуссейнов Ф.О. О способе учета железистых элементов передней доли гипофиза. - Арх. анат., гистол. и эмбриол., 1969, 4, 103-108.
14. Држевецкая И.А., Серебрякова А.А. Возрастные особенности реакции гипоталамо-гипофизарно-адренкортикальной

системы на кратковременную гипоксию. - В кн.: Нейроэндокринные механизмы адаптации. Севастополь, 1976, 39-43.

15. Караулова Л.К. Влияние тренировки микроциклами на реакцию гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы взрослых крыс на физическую нагрузку. - В кн.: Нейроэндокринные механизмы адаптации. Ставрополь, 1976, 25-28.
16. Войткевич А.А., Дедов И.И., Зензеров В.С. Ультраструктура гипофиза в условиях общего гамма-облучения. - Арх. анат., гистол., и эмбриол., 1968, 6, 19-24.
17. Афанасьев Ю.И., Гусова В.Д., Яцковский А.Н. Электронная микроскопия клеток аденогипофиза в норме и при трансплантации опухоли. - Арх. анат., гистол. и эмбриол., 1973, 10, 42-48.

РИТМИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ НЕКОТОРЫХ ЖИЗНЕННЫХ ФУНКЦИЙ
ЖЕНСКОГО ОРГАНИЗМА И ИХ СВЯЗЬ С ЦИКЛИЧНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ ГОНАД

Н.В. Свечникова, В.И. Беккер,
Ю.Т. Похолечук, Г.Б. Свечников
Институт Геронтологии АМН СССР, лаборатория
эндокринологии; кафедра физвоспитания КГПИ
им. А.М. Горького

В настоящее время имеется немало исследований, касающихся состояния различных функциональных систем организма женщины на протяжении специфического биологического ритма. Еще в прошлом столетии эти изменения были сформулированы Д.О. Оттом в виде "Закона волнообразной периодичности физиологических отправлениях женского организма". Согласно этому закону волна напряженности в женском организме начинается с середины биологического цикла, постепенно нарастает, достигая максимума перед менструацией и критически падает в первые ее дни.

В процессе жизнедеятельности организма, при различных воздействиях внешней и внутренней среды, в том числе и при больших мышечных нагрузках, могут возникнуть нарушения отдельных видов обмена веществ, расстройства функционирования органов и систем, что сказывается на изменении цикличности биологических ритмов, а в силу этого — и закона Отта.

В то же время знание этого закона и правильное его использование может дать много ценного для разработки построения тренировочного процесса в женском спорте. Уже сегодня это положение подтверждается рядом работ [2, 4, 6, 7], доказывающих важность учета фаз менструального цикла в построении тренировочного процесса.

Для правильного использования биологических ритмов в женском организме при построении тренировочного процесса необходимо четко представлять себе гормональный фон, созданный рядом желез внутренней секреции и, прежде всего, взаимосвязь между женскими гонадами и корой надпочечников. Известно, что только лишь в женском организме эстрогены являются

стимуляторами коры надпочечников - железы, имеющие колоссальное значение в приспособительных возможностях организма. Вот почему целью настоящей работы является изучение функций женских гонад и направленных изменений андрогенной, глюкокортикоидной и минералокортикоидной функции коры надпочечников в зависимости от биологического ритма яичников, а также выявление взаимосвязи между этими функциями и законом Отта у практически здоровых женщин чадородного возраста, у женщин с однофазными ановуляторными менструальными циклами, а также в эксперименте на белых нелинейных крысах.

М е т о д и к и

Исследованию подвергнуто 78 самок белых нелинейных крыс, находящихся в разных фазах эстрального цикла, и 37 женщин, 27 из которых были практически здоровы в возрасте 20-29 лет, с регулярным двухфазным 27-28-дневным менструальным циклом, 10 женщин того же возраста, но с однофазным ановуляторным циклом.

Наличие правильных менструальных циклов определялось путем измерения базальной температуры, цитологических исследований вагинального мазка, феномена папоротника и феномена зрачка.

Исследование минералокортикоидной функции надпочечников производилось путем определения содержания альдостерона в периферической крови методом радиоиммунологического анализа с учетом фаз менструального цикла (на 7 день - середины фолликулиновой фазы; 14 день - предовуляционные дни, 21 день - лютеиновая фаза цикла). Пробы крови брали из кубитальной вены после 12-часового ночного отдыха в бодрствующем состоянии в одно и то же время.

Андрогенная функция коры надпочечников оценивалась по экскреции с мочой 17-кетостероидов методом Дингеманзе. В эксперименте определение фаз эстрального цикла производилось по вагинальным мазкам. Оценка глюкокортикоидной активности пучковой зоны коры надпочечников определялась по содержанию общего кортикостерона в периферической крови. Вес экспериментальных животных колебался в пределах 180 и 200 г.

Результаты исследований и их обсуждение

При исследовании андрогенной, глюкокортикоидной и минералокортикоидной функций коры надпочечников, как в эксперименте на животных, так и на людях, получены определенные сдвиги в соответствии с фазами менструального и экстраляльного циклов. Менее выраженным изменениям подвергается андрогенная функция коры надпочечников. Существующий небольшой подъем экскреций 17-кетостероидов с мочой в период овуляции и расцвета желтого тела статистически недостоверен. Наши данные совпадают с большинством исследований в этом направлении.

Глюкокортикоидная и минералокортикоидная функции коры надпочечников претерпевают более выраженные и четкие сдвиги в связи с фазами биологических ритмов женского организма.

Максимальная активность глюкокортикоидной и минералокортикоидной функции коры надпочечников наблюдалась у экспериментальных животных в фазе предтечки (проэструс), а минимальная в фазе течки (эструс) и послетечки (метэструс). Так, содержание общего кортикостерона в плазме периферической крови самок белых крыс составляло в фазу течки $25,3 \pm 2,1$ мкг%, в фазу предтечки $38,8 \pm 2,9$ мкг%, а альдостерона $20,07 \pm 1,92$ нг% и $54,54 \pm 5,35$ нг% соответственно.

В процентном отношении в фазе предтечки (проэструс) концентрация альдостерона в плазме крови по сравнению с содержанием его в других фазах циклического функционирования яичников в 3,5 раза больше, чем в фазе течки (эструс), в 1,74 раза выше, чем в фазе межтечки (диэструс) и в 2,7 раза больше, чем в фазе послетечки (метэструс). При сопоставлении этих данных с функцией гонад выявлено, что фаза предтечки совпадает с максимальным содержанием в плазме крови эстрогенов (178 нг/мл) и прогестерона (70,0 нг/мл), в то время, как фаза послетечки характеризуется небольшой концентрацией эстрогенов в крови.

Сопоставляя данные эксперимента и клиники следует учитывать, что овуляция у крыс наступает во второй половине периода течки, а максимальная насыщенность организма эстрогенами наблюдается в фазу предтечки, тогда, как у женщин овуляция наступает в середине менструального цикла, и ей предшествует наиболее высокий пик выхода эстрогенов.

Не менее интересные закономерности во взаимосвязи гонады-надпочечники выявлены и при исследовании альдостерона в

плазме периферической крови у женщин. Выявлены значительные различия в концентрации альдостерона в зависимости от фаз менструального цикла.

Наименьшее количество альдостерона в крови содержалось в фолликулиновую фазу цикла (7 день цикла) - $14,7 \pm 0,48$ нг/100 мл. В этот период выработка эстрогенов яичниками невелика, а прогестерон экскретируется в минимальном количестве, в основном за счет коры надпочечников. В таких же небольших количествах определялся альдостерон в крови у женщин на 22-й - 24-й дни цикла - $14,9 \pm 1,95$ нг/100 мл. Однако в дни, соответствующие овуляции, когда экскреция эстрогенов максимальна, концентрация альдостерона в периферической крови достоверно значимо ($p < 0,05$) выше, чем в предыдущей и последующей фазах и составляет $20,2 \pm 1,9$ нг/100 мл. По нашим данным, в предовуляторные и овуляторные дни цикла концентрация альдостерона в крови у женщин повысилась в 1,6 раза. В лютеиновую фазу содержание альдостерона снизилось по сравнению с овуляционным пиком в 1,4 раза (на 30%).

По данным литературы [17] известно также, что исследованием содержания в плазме крови свободных 17-оксикортикостероидов микрометодом выявлены статистически достоверные закономерные сдвиги в момент овуляции и менструации. Во время овуляции пик экскреции 17-оксикортикостероидов держится в течение 24-48 часов.

В предшествующих исследованиях [2, 5, 6] нами доказано, что большие физические нагрузки наряду с положительным воздействием на организм могут приводить к нарушению адаптивных возможностей организма, способствовать возникновению длительных ановуляторных менструальных циклов, что сказывается на работоспособности женского организма и может нарушать четкий ритм периодических волнообразных отправлений женского организма.

Для подтверждения этих предположений нами обследована группа женщин (10 человек) с однофазными ановуляторными менструальными циклами. При этом выявлено, что андрогенная, глюкокортикоидная и минералокортикоидная функции коры надпочечников теряют свою цикличность выделения. Суммарные 17-кетостероиды экскретируются с мочой с колебаниями от 10,5 до 17,47 мг/сутки, в среднем $13,87 \pm 0,37$ мг/сутки, что составляет 133,3% по отношению к норме. Экскреция 17-оксикортикостероидов колебалась от 1,42 до 9,25 мг/сутки, со средней величиной $4,71 \pm 0,54$ мг/сутки, что лежит в пределах нор-

мальных колебаний экскреций гормонов. Все же эта величина несколько превышает среднее содержание 17-оксикортикостероидов у женщин с нормальным менструальным циклом, у которых количество 17-оксикортикостероидов в среднем составляет $3,08 \pm 0,57$ мг/сутки. И, наконец, альдостерон в плазме крови при ановуляторных циклах у женщин составляет $11,35 \pm 1,76$ нг/100 мл, что ниже самых низких величин при нормальном менструальном цикле.

Учитывая, что овуляторные циклы развиваются на фоне яичниковой недостаточности, легкое возбуждение коры надпочечников можно расценивать, как компенсаторную реакцию коры надпочечников на пониженную функцию яичников.

Таким образом, данные клиники и эксперимента позволили установить взаимосвязь функционирования женских гонад и коры надпочечников и выявить циклический характер в деятельности пучковой и клубочковой зон коры надпочечников. Усиленное функционирование этих зон совпадает с пиком выхода эстрогенов, которым приписывается стимулирующее влияние на синтез и скорость превращения глюкокортикоидов и минералокортикоидов. Роль эстрогенов в регуляции коры надпочечников подтверждается ановуляторными однофазными менструальными циклами, при которых нарушается цикличность выхода эстрогенов, и их экскреция значительно снижается. Влияние эстрогенов осуществляется как опосредованно через гипофиз (в котором они стимулируют АКТГ), так и прямо, стимулируя выработку гормонов непосредственно в коре надпочечников /3, 7/.

Выявленные особенности функционального состояния коры надпочечников в течение менструального цикла позволяют связать с менструальным циклом и физиологические колебания водно-электролитного обмена, что обуславливает закономерные изменения веса у здоровых женщин детородного возраста в течение менструального цикла.

Таким образом, яичник с его циклическим выделением эстрогенов и гормона желтого тела принимает участие в функционировании коры надпочечников и является одним из звеньев стрессовой реакции. Нарушение функции женских гонад способствует худшей приспособляемости организма и может вызвать ряд существенных изменений в функционировании гипофиза и коры надпочечников.

Полученные данные еще раз подтверждают мнение авторов, считающих, что женский организм особое напряжение испытывает в предменструальный период и в период овуляции, и отображают

закон Отта - закон волнообразной периодичности физиологических отравлений женского организма.

Все эти данные необходимо учитывать при планировании тренировочного процесса у женщин-спортсменок, где проблемы адаптации и восстановления имеют решающее значение.

Литература

1. Давыдов Л.Я. Выделение половых гормонов и 17-ОНКС у здоровых женщин в течение всех дней менструального цикла. - В кн.: Материалы 2-й Всесоюзной конференции по вопросам физиологии и патологии эндокринной системы женщин. Тбилиси, 1966, с. 24.
2. Квале А.Я. Исследование спортивной работоспособности баскетболисток высших разрядов в различные фазы менструального цикла. Дисс. канд. биол. наук. Л., 1977.
3. Копьева С.А. Возрастные и половые особенности влияния различных доз эстрогенов на функциональную активность коры надпочечников белых крыс. Канд. дисс., Киев, 1974.
4. Короп Ю.А. Исследование специальной работоспособности и последствий упражнений, различных по направленности у женщин-пловцов в зависимости от менструальной функции. Канд. дисс., Киев, 1974.
5. Похолочук Ю.Т. О роли коры надпочечников и гонад в адаптации к мышечной деятельности. - Уч. зап. Лен-го ин-та физ. культуры им. Л.Ф. Лесгафта. Спец. вып., посв. 70-летию проф. Н.В. Зимкина. Л., 1970, 220-227.
6. Радзиевский А.Р., Свечникова Н.В., Беляева К.Г., Глушенко Т.Н. О необходимости учета сроков овуляции в тренировочном цикле спортсменок. - В кн.: Проблемы совершенствования спортивной подготовки женщин. Киев, 1977, 50-53.
7. Свечникова Н.В., Копьева С.А., Беккер В.И. Особенности влияния эстрогенов на функцию коры надпочечников крыс в зависимости от пола и возраста. - Тезисы докладов IX Международного конгресса геронтологов. Киев, 1972, 3, 286.

**ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СОМАТО-ПОЛОВОЕ
РАЗВИТИЕ, ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ АДЕНОГИПОФИЗА
И ГОНАД МАЛЬЧИКОВ ПРЕ-И ПУБЕРТАТНОГО ВОЗРАСТА**

Ю.В. Луконин, С.Б. Тихвинский, Л.М. Скородок, А.С. Петров
Филиал Владимирского политехнического института
в г. Муроме. Ленинградский педиатрический
медицинский институт

Имеющиеся в литературе сведения о влиянии физических нагрузок на процессы роста и развития довольно многочисленны, но крайне противоречивы. Одни авторы констатируют ускоряющее /2, 10, 11/, другие индифферентное /4, 9/, третьи, их большинство, замедляющее /1, 5, 7, 12/ влияние физических нагрузок на рост костной ткани и развитие вторичных половых признаков (ВПШ), не вскрывая, однако, гормональных механизмов, лежащих в основе этих процессов.

Встречаются лишь единичные сообщения об изменении секреции половых гормонов у девочек-школьниц в зависимости от режима двигательной деятельности /17, 18/. Поэтому целью настоящего исследования было - изучение влияния физических нагрузок на сомато-половое развитие мальчиков пре-и пубертатного возраста с определением у них гормонов гипофиза и гонад.

Материалы и методы. У 32 мальчиков 10-15 лет, не занимающихся спортом, и 45 мальчиков-лыжников 10-17 лет радиоиммунологическим методом определяли в плазме крови содержание гормонов гипофиза: соматотропина (СТГ), фолитропина (ФСТ), лютропина (ЛГ) и гормона половых желез - тестостерона. Кровь забирали из локтевой вены одновременно, натощак, утром. Уровни исследуемых гормонов сопоставляли с морфологическими показателями сомато-полового развития. Для характеристики последнего, определяли вес, рост, мышечный, костный, жировой компоненты ВПШ /3/, костный возраст /14/. При обработке результатов использовались параметрические и непараметрические методы математической статистики.

Результаты исследования. Данные таблицы I позволяют отметить ряд особенностей секреции исследуемых гормонов, свя-

Таблица I

Показатели сомато-полового развития, концентрации в плазме крови СТГ, ФСТ, ЛГ
и тестостерона у мальчиков-спортсменов 10-17 лет (1) и неспортсменов 10-15 лет (2)

Показатели	I 2	Возрастные группы в годах			
		10-12	13	14-15	16-17
Рост (см)	1	143,6±2,31	152,7±5,14	163,2±1,33	169,6±1,58
	2	141,6±1,99	155,4±4,40	167,4±2,85	
Вес (кг)	1	37,31±2,10	41,87±4,18	52,48±1,96	61,62±1,46
	2	38,04±1,99	45,45±4,35	56,56±2,78	
ВШ (баллы)	1	0,00±0,00	1,00±0,58	4,18±0,55	6,64±0,39
	2	0,22±0,13	1,75±0,92	4,89±0,66	
Костный возраст (годы)	1	10,00±0,44	12,21±1,03	15,18±0,54	17,75±0,46
	2	10,61±1,06	13,60±0,96	16,80±0,46	
СТГ (нг-мл)	1	0,94±0,37	7,78±6,81	8,23±0,92	6,10±2,29
	2	0,40±0,13	6,67±4,44	7,12±3,87	
ФСТ (нг-мл)	1	0,83±0,14	1,64±0,45	2,86±0,44	3,74±0,56
	2	0,85±0,25	1,49±0,49	2,23±0,27	

Продолжение табл. I

Показатели	I 2	Возрастные группы в годах			
		10-12	13	14-15	16-17
ЛГ (нг-мл)	I	0,43±0,09	0,53±0,13	0,91±0,14	1,93±0,38
	2	1,12±0,17	1,18±0,20	1,39±0,22	
Тестостерон (нг-мл)	I	0,22±0,08	0,33±0,06	1,34±0,45	4,28±1,03
	2	0,25±0,11	0,77±0,33	1,69±0,60	

занных с влиянием физических нагрузок на организм мальчиков-лыжников.

У лыжников во всех возрастных группах отмечаются более высокие уровни секреции СТГ, чем у их сверстников, не занимающихся спортом ($p < 0,05$ по критерию - χ^2). Однако у последних существенно выше концентрация ЛГ. Уже в возрасте 10-12 лет у них количество данного гормона в плазме ($1,12 \pm 0,17$ нг/мл) несколько больше, чем у 14-15-летних подростков-лыжников ($0,91 \pm 0,14$ нг/мл). Кроме того, у мальчиков-неспортсменов в возрасте 10-12 и 13 лет отмечаются более высокие уровни тестостерона по сравнению с лыжниками, к 14-15 годам различия сглаживаются.

Изменения в соотношении гормонов у мальчиков-лыжников и мальчиков, не занимающихся спортом, сопровождаются расхождениями в показателях полового созревания и соматического развития. Намечающаяся у первых в возрасте 10-12 лет тенденция к отставанию от вторых в развитии ВПН (0,22 балла) и в костном возрасте (0,61 года) усиливается к 14-15 годам и достигает соответственно 0,7 балла и 1,6 года. Подобная тенденция присуща росту и весу тела.

С целью установления более точного влияния систематических занятий лыжным спортом на организм спортсменов мы сопоставили показатели полового созревания и уровни секреции гормонов у 13 пар подростков-спортсменов и неспортсменов с идентичными весо-ростовыми показателями. Эти данные представлены в таблице 2, из которых видно, что концентрация СТГ у лыжников на 52,1% выше, а ЛГ и тестостерона ниже соответственно на 19,2% и на 42,5%, чем у незанимающихся спортом ($p < 0,05$).

Не выявилось влияние спортивных тренировок на продукцию ФСГ. У подростков-лыжников при равных с их сверстниками-неспортсменами показателях роста, веса, абсолютных и относительных компонентов тела наблюдается отставание в развитии ВПН на 0,5 балла, в костном возрасте на 1,3 года ($p < 0,05$). Эти данные свидетельствуют о дифференцированном влиянии физических нагрузок на процессы соматического развития и полового созревания.

Обсуждение. При анализе возрастной динамики секреции исследуемых гормонов (таблица 1) отчетливо проявляется доминирующая роль СТГ в регуляции роста и развития мужского организма; во всех возрастных группах уровень его в крови выше по сравнению с ЛГ и тестостероном. Однако значение СТГ для

Таблица 2

Показатели сомато-полового развития, концентрации в плазме крови СТГ, ФСТ, ЛГ и тестостерона у равных по весу и росту пар подростков-спортсменов и неспортсменов, М ± м

Показатели	Неспортсмены = 13 чел.	Лыжники = 13 чел.	Уровни значи- мости по "Критерию знаков"
Вес (кг)	53,7±2,13	53,7±2,11	-
Рост (см)	165,8±2,15	164,2±1,86	-
Мышечная масса (кг)	23,57±1,21	22,98±1,11	-
% мышечной массы	43,98±0,66	42,80±0,67	-
Костная масса (кг)	9,59±0,29	9,80±0,24	-
% костной массы	17,83±0,41	18,30±0,62	-
Жировая масса (кг)	6,74±0,34	6,60±0,31	-
% жировой массы	12,61±0,58	12,40±0,53	-
Втор. полов. признаки	4,54±0,63	4,09±0,64	+
Костн. возраст (годы)	16,7±0,50	15,4±0,68	0,05
СТГ (нг/мл)	4,43±2,71	6,74±3,57	0,01
ФСТ (нг/мл)	2,28±1,10	2,83±0,50	-
ЛГ (нг/мл)	1,15±0,14	0,93±0,13	0,05-0,01
Тестостерон (нг/мл)	1,67±0,55	0,96±0,11	0,05

организма на различных этапах полового созревания не равнозначно. Так, с 10 до 13 лет быстрые темпы увеличения длины и веса тела отмечаются при относительно невысокой активности СТГ - функции гипофиза и очень низкой гормональной активности семенников. По-видимому, в это период времени еще очень велика роль гормонов вилочковой железы.

С 13 до 16 лет быстрый рост и увеличение массы тела происходят на фоне максимальной активности СТГ - функции гипофиза и возрастающей активности половых желез. Вследствие увеличения продукции тестостерона, обусловленного, в свою очередь, возрастающей секрецией ФСТ и ЛГ, интенсивно развиваются ВПЖ, дифференцируется костный скелет. У юношей 16-17 лет половое созревание и длина тела приближаются к дифинитивному уровню. "Включение" половых желез приводит к измене-

нию гормональной ситуации в организме. Снижается роль СТГ в регуляции роста и развития организма, функция его из анаболической преобразуется в метаболическую. Ведущими факторами становятся половые железы и секретируемые ими гормоны. Другими словами, механизм снижения секреции СТГ у юношей 16-17 лет можно объяснить возрастанием компенсирующей роли половых гормонов, повышенная секреция которых при достижении половой зрелости, вероятно, способствует снятию напряженности функционирования андифилов гипофиза, продуцирующих СТГ. Образование более простых по химической структуре половых гормонов, по-видимому, является своеобразным проявлением процесса возрастной экономизации эндокринной функции.

Неоднозначная роль СТГ и тестостерона в регуляции метаболических процессов на различных этапах полового созревания подтверждается сравнительным анализом секреции этих гормонов у мальчиков-лыжников и у мальчиков, не занимающихся спортом. У первых, по сравнению со вторыми, (таблицы 1, 2) во всех возрастных группах выше концентрации СТГ, но ниже - ЛГ и тестостерона. Учитывая факт дифференцированного влияния физических нагрузок на соматическое и половое развитие мальчиков-лыжников, мы рассматриваем повышенную секрецию СТГ и снижение секреции тестостерона как адаптационную реакцию, обеспечивающую их нормальный рост.

Полученные нами данные указывают также на асинхронное становление ЛГ и ФСГ - функций гипофиза у мальчиков-спортсменов и неспортсменов. У последних уже в возрасте 10-12 лет ЛГ - функция аденогипофиза достигает значительного уровня развития: концентрация ЛГ в крови выше, чем ФСГ и соответствует развитию таковой у 14-15-летних подростков-лыжников. У лыжников, наоборот, во всех возрастных группах отмечаются большие величины секреции ФСГ, чем ЛГ. Соотношение ФСГ/ЛГ у мальчиков-лыжников равно в 10-12 лет - 2:1, в 13 лет - 3:1, в 14-15 лет - 3:1, в 16-17 лет - 2:1. У мальчиков, не занимающихся спортом, эти величины соответствуют в 10-12 лет - 0,76:1, в 13 лет - 1,27:1, в 14-15 лет - 1,6:1. Учитывая данные литературы /23, 24/, в которых показано, что у здоровых мальчиков, не занимающихся спортом, сначала повышается продукция ЛГ и лишь значительно позже (через 1-2 года) увеличивается продукция ФСГ, можно говорить об инфантильном типе становления гонадотропной функции гипофиза у мальчиков-лыжников. Подобные изменения гонадотропной функции в ответ на воздействие систематических физических нагрузок мы рас-

смагиваем, как вполне физиологическую реакцию. Это подтверждается и данными таблицы 2, свидетельствующими о дифференцированном влиянии физических нагрузок на процессы роста и полового созревания юных лыжников. Принимая во внимание меньшую степень костной зрелости у мальчиков-лыжников, можно с уверенностью сказать, что конечная длина их тела будет больше, чем у незанимающихся спортом сверстников. Следовательно, занятия спортом способствуют более полной реализации генетической программы развития.

Обнаруженный факт асинхронного становления гонадотропной функции гипофиза у мальчиков-спортсменов и неспортсменов косвенно подтверждает имеющееся мнение /8, 20, 21, 22/ о существовании двух гипоталамических гормонов: фоллиберина и люлиберина, стимулирующих синтез и секрецию ФСГ и ЛГ. В связи с этим ускорение полового созревания детей и подростков, находящихся в условиях обычного двигательного режима, а возможно, в условиях дефицита двигательной активности, можно представить следующим образом. По-видимому, у них раньше, чем у юных лыжников активизируются центры головного мозга, стимулирующие синтез люлиберина в нейронах гипоталамуса. Люлиберин повышает активность гонадотропоцитов гипофиза, продуцирующих ЛГ, и уже, как следствие последнего, происходит ранняя активизация гормонопоза в семенниках. Выработываемые ими гормоны ускоряют процессы полового созревания и оксификации. Если факт ускорения полового созревания воспринимается как очевидный результат повышенной секреции половых гормонов, то понятен механизм дифференцированного влияния физических нагрузок на процессы соматического и полового развития, в частности, на рост костной ткани невозможно без самостоятельного анализа взаимоотношений СТГ и тестостерона.

Следует обратить внимание на значительные размахи уровня индивидуальной секреции исследуемых гормонов, а также на сочетание высоких величин концентрации СТГ с ЛГ и с тестостероном у некоторых детей, подростков и юношей-лыжников. Сопоставив эти данные с данными ряда авторов /6, 15, 16, 19/, указавших, что в отдельных случаях физические нагрузки вызывали нарушение лютеиновой фазы эстрального цикла у животных и менструального цикла у девушек-спортсменок, можно сделать предположение о существовании индивидуальной устойчивости гипоталамо-гипофизарно-гонадной системы (ГГТС), в частности, ее лютеинизирующего звена к воздействию физических нагрузок. Поэтому мы не исключаем, что в чрезмерном

угнетении ЛГ - функции гипофиза и стероидогенеза в половых железах может заключаться негативная сторона интенсивных занятий спортом, способных привести к нежелательным последствиям, особенно опасным для женского организма. Следовательно, занятия большим спортом могут быть рекомендованы только детям с высокой устойчивостью ГГТС к воздействию больших по объему и интенсивности физических нагрузок. В качестве критериев, характеризующих ее устойчивость, могут быть рекомендованы величины соотношений СТГ/тестостерон, СТГ/ЛГ и ФСТ/ЛГ.

В ы в о д ы

1. В процессе занятий лыжным спортом в деятельности гипофиза и гонад происходят адаптационные перестройки, в результате которых изменяется соотношение уровней секреции СТГ, гонадотропинов и тестостерона: у юных лыжников в отличие от их сверстников, не занимающихся спортом, выше уровни секреции СТГ, но ниже ЛГ и тестостерона.

2. Выявлено асинхронное становление ЛГ- и ФСТ - функций гипофиза у мальчиков-спортсменов и неспортсменов. Отмеченные изменения в соотношении ФСТ и ЛГ, по-видимому, лежат в основе гормонального механизма, обуславливающего более раннее половое созревание мальчиков, не занимающихся спортом.

3. Установлено дифференцированное влияние физических нагрузок на половое созревание и физическое развитие мальчиков-лыжников. При равных показателях роста, веса тела и его компонентов (мышечного, костного и жирового) у них отмечается меньшая степень развития ВПШ и костной зрелости. Повышенная секреция СТГ у юных лыжников, вероятно, компенсирует "дефицит" тестостерона и обеспечивает их нормальный рост и развитие.

4. Результаты исследования подтверждают предположение И.А. Аршавского, М.Э. Теосте и Р.В. Силла о том, что гиподинамия может быть одним из факторов, обуславливающих акцелерацию развития современных школьников. В связи с этим едва ли можно рассматривать данный феномен как положительное явление. Следовательно, полученные данные представляют новые доказательства необходимости более широкого внедрения физической культуры и спорта в режим дня школьников.

Литература

1. Аршавский И.А. Физиологические механизмы роста. - В кн.: Тр-ды 8-ой научной конфер. по возрастной морфол., физиол. и биохимии. М., 1971, ч. I, 423-431.
2. Бальмагия Т.А. Особенности полового созревания мальчиков с различными конституциональными типами телосложения. - Вопросы охраны материнства в детстве. 1971, 15, 4, 30-32.
3. Бунак В.В. Антропометрия. - М.: Учпедгиз, 1941.
4. Винтергальтер О.В. Изучение влияния занятий тяжелой атлетикой на развитие и формирование опорно-двигательного аппарата у подростков и юношей. Автореф. канд. дисс. канд.мед.наук. Л., 1956.
5. Волков В.М. Актуальные вопросы биологии спортивного отбора. - Теория и практика физ. культуры, 1974, 3, с. 58-60.
6. Горкин М.Я. и др. - Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, вып. I. Тарту, 1969, 141.
7. Гуминский А.А., Елизарова О.С., Журкова Н.Н., Прокудин Б.Ф. Влияние повышенной двигательной активности на процессы полового созревания девочек. - В кн.: Тезисы I Всес. конфер. "Физиология развития человека". М., 1977, т. 2, IIC-III.
8. Дедов И.И., Дедов В.И. Гипоталамические релизинг-гормоны. I. Структура, источники образования, физиологические эффекты. - Успехи соврем. биол., 1980, 89, I, 141-158.
9. Никитюк Б.А., Бевзюк В.В. Синостозирование эпифизарных зон в костях кисти человека в связи с половой принадлежностью и действием механических факторов. - Вопросы антропол. 1971, вып. 33, 50-60.
10. Пилипенко В.И. О некоторых специфических особенностях развития скелета стопы учащихся хореографического училища. - Архив анат., гистол. и эмбриологии. 1973, 6, 46-50.
- II. Погудин С.М., Тихвинский С.Б., Ченегин В.М. Возрастная динамика компонентов веса тела у мальчиков, занимающихся и не занимающихся спортом. - Теория и практика физ. культуры, 1979, 9, 46-50.

12. Привес М.Г. Биосоциальные проблемы современности и анатомия. - Архив анат., гистологии и эмбриологии. 1975, 10, 5-16.
13. Прокопенко В.И., Акимович Г.Ф., Обухов Б.Н. Исследование влияния специальных упражнений и спорта на изменение основных ростовых параметров детской стопы. - В кн.: Медицина, подросток и спорт. Смоленск, 1975, 96-100.
14. Рохлин Д.Г. Возрастные особенности костной системы на основании рентгенографических данных. Ч. I. Окостенение скелета кисти. Л., 1933.
15. Свечникова Н.В., Фатюшин В.В., Похолодчук Ю.Т. К вопросу о женском спорте. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, вып. 3. Тарту, 1972, 189-195.
16. Свечникова Н.В., Фатюшин В.В., Мурашкина А.Н. Влияние мышечных нагрузок на функциональное состояние женских гонад. - В сб.: Методол. пробл. физ. культуры, вып. I, М., 1971, 48-52.
17. Силла Р.В., Теосте М.Э. Итоги углубленного изучения физического развития 14-летних девочек г. Таллина. - В кн.: Мат-лы Всес. научной конф. Итоги углубленного изучения состояния здоровья школьников за последние 5 лет. М., 1971, 95-97.
18. Теосте М.Э., Силла Р.В. Выделение фолликулярных гормонов (эстрогенов) и 17-кетостероидов у девочек в зависимости от величины спортивной нагрузки. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления к мышечной деятельности, вып. 3. Тарту, 1972, 179-186.
19. Фатюшин В.В., Мурашина А.Н. Функциональное состояние яичников при воздействии физических нагрузок. - В сб.: Физиология, биохим. и патол. эндокрин. системы. - Киев: Здоровье, 1971, II7-II9.
20. Юдаев Н.А., Утешева З.Ф. Гормоны гипоталамуса. - В кн.: Биохимия гормонов и гормональной регуляции. М., 1976, II-43.
21. Guillman R. The adenohypophysis and its hypothalamic control. - Ann. Rev. Physiol., 1967, 29, 313-328.
22. Dickerman Z., Frager-Lewis R., Laron Z. Response of plasma LH and FSH to synthetic LH-RH in children at various pubertal stages. - J. Amer. Diss. Children. 1976, 130, 6, 634-638.

23. Reiter E.O., Root A.W. Hormonal Changes of Adolescence. - The medic. clin. of North Americ., 1975, 59, 6, 1289-1299.
24. August G.P., Grumbach M.M., Kaplan S.L. Hormonal changes in puberty; III. Correlation of plasma testosterone, LH, FSH, testicular size and bone age with male pubertal development. - J. Clin. Endocrinol. and Metabol., 1972, 34, 2, 319-326.

THE INFLUENCE OF PHYSICAL TRAINING ON THE SOMATO-SEXUAL DEVELOPMENT ON FUNCTIONAL ACTIVITY OF ADENOGYPOPHYSIS AND SEXUAL GLANDS OF BOYS AT PRE- AND PUBERTAL AGE

U.V. Lukonin, S.B. Tichvinsky, L.M. Skorodok, A.S. Petrov

S u m m a r y

A lesser degree of pubescence and osseous maturity was marked at boy-skiers bearing the similar signs of somatic development as non-sportsmen. Under the influence of sports training of skiers adaptive changes are taking place in the activities of pituitary-gonadal system as a result of which changes in the concentration of GH, LH and testosterone in blood take place. The increase of GH concentration in connection with reduction LH and testosterone is evidently one of the main endocrine mechanisms of adaptation aimed at the increase of the anabolic effect in the period of intensive pubertal growth. It is also possible that GH itself is able to depress LH secretion and hence the secretion of testosterone as a result of which maturation and ossification processes are retarded in sportsmen.

СЕКРЕТОРНАЯ АКТИВНОСТЬ ЖЕЛУДОЧНЫХ И КИШЕЧНЫХ ЖЕЛЕЗ ПРИ АДАПТАЦИИ СОБАК К МЫШЕЧНЫМ НАГРУЗКАМ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ГОРМОНОВ ЩИТОВИДНОЙ И НАДПОЧЕЧНЫХ ЖЕЛЕЗ

Т.Н. Хрусталева, В.Я. Русин, С.С. Полтырев
Кафедра физиологии человека и животных
Ярославского педагогического института

В опытах на 6 беспородных собаках показано, что тренировка статическими нагрузками вызывает заметное угнетение секреторной активности желудочных и компенсаторное усиление активности кишечных желез. Адренал- и тиреоидэктомия извращает адекватную реакцию пищеварительных желез на тренировку. В этих условиях наблюдается выраженная стимуляция желез желудка, и кишечника.

Из литературы и наших собственных данных известно, что регулярные мышечные нагрузки вызывают угнетение секреторной активности желудочных желез /1/. При этом тормозящее влияние реализуется через блуждающий нерв /9/.

Целью настоящего исследования было выяснение роли некоторых эндокринных желез в механизме приспособительных сдвигов в важнейших отделах пищеварительной системы при адаптации к регулярным мышечным нагрузкам. Значение таких, например, желез, как щитовидная и надпочечниковые для эффективности адаптации к мышечным нагрузкам показано рядом авторов /38/.

Методика

Объектом исследования служили 6 взрослых беспородных собак-самцов. До начала тренировки мышечными нагрузками у 2-х собак удаляли щитовидную железу, у 2-х по методике Е.Н. Сперанской удаляли один надпочечник и денервировали другой, 2 собаки оперативному вмешательству не подвергались и служили контролем. После выздоровления всех собак подвергали повторной операции - наложению фистулы желудка и выведению изоли-

рованной петли тонкой кишки по Тьери-Велла. После выздоровления и определения исходных величин показателей желудочной и кишечной секреции животных начинали тренировать статическими нагрузками.

Возбуждение желудочных желез вызывали механически по Ченулину, кишечных — 10-минутным раздражением петли дренажем. В желудочном соке определяли валовое количество желудочного сока за 4 часа, свободную соляную кислоту и протеолитическую активность. В кишечнике определяли количество сока, а также активность амилазы, липазы, энтерокиназы и щелочной фосфатазы в нем.

Первые 4 недели после начала тренировки ежедневная нагрузка, заключающаяся в удержании груза на плечевом поясе свободно фиксированной в станке собаки, составляла 100% от массы тела в течение 2-х часов, в последующие 4 недели нагрузка возрастала на 150% при той же продолжительности.

Таким образом, весь период наблюдения составлял 4,5-5 месяцев и складывался из следующих этапов: карантин в виварии до начала опытов 3-4 недели, первый послеоперационный период 3-4 недели, второй послеоперационный период 3-4 недели, получение фоновых данных по основным показателям секреции 4 недели, тренировка статическими нагрузками — 8 недель.

Результаты исследований и их обсуждение

Тренировка животных с интактными железами внутренней секреции сопровождалась как и раньше нарастающим угнетением секреции желудочных желез (табл. I). Это касалось как количественных (валовая секреция сока), так и качественных показателей (кислотность и переваривающая способность сока). Степень угнетения коррелировала с величиной ежедневной нагрузки. Если после 4-х недель тренировки грузом, равным 100% массы тела, снижение всех показателей секреции достигало 26-41%, то после тренировки грузом, равным 150% массы тела, угнетение возросло до 45-57%. Различия были достоверными не только по сравнению с исходными величинами, но и по сравнению с уровнем, достигнутым к концу 4-й недели тренировки.

Секреторная активность кишечных желез изменялась прямо противоположно. Количество кишечного сока и активность основных его ферментов в течение первых 4-х недель возросли на 8-40%. После увеличения ежедневной тренировочной нагрузки 4 из 5 показателей активности кишечных желез возросли более чем в 1,5 раза.

Подобное компенсаторное усиление функции тонкого кишечника наблюдали многие клиницисты и экспериментаторы. Морфологической основой компенсаторных изменений в тонком кишечнике является, очевидно, увеличение всасывательной поверхности за счет гиперплазии эпителиальных клеток, а также специализированных внутриклеточных структур. Случивание масс клеток в просвет кишечника усиливает полостное пищеварение, т.к. пищеварительные клетки содержат ряд пищеварительных ферментов /II/. Мышечные нагрузки, вызывая усиление кишечного соко- и ферментовыделения и одновременно с этим замедление перистальтики, могут положительно влиять на процесс резорбции /IO/.

Нарушение целостности единой нейро-эндокринной системы регуляции путем оперативного вмешательства извратило реакцию пищеварительных желез на мышечную тренировку. Не исключено, что подобная реакция обусловлена изменением секреторного фона после операции, но еще до начала воздействия статических нагрузок.

Вскоре после адреналэктомии произошло заметное уменьшение желудочного сокоотделения с одновременным увеличением переваривающей силы сока; кислотность сока существенно не изменилась (табл. I). Очень резко - в 1,5-2,5 раза - возросли все показатели кишечной секреции. Крайне интересен тот факт, что изменения после тиреоидэктомии почти копируют сдвиги, наблюдавшиеся после адреналэктомии (табл. I). Единственным исключением является отсутствие заметного увеличения общего количества кишечного сока.

Торможение секреторной функции желудочных желез, не всегда сопровождающееся ахилией после тиреоидэктомии, наблюдал И.И. Вепринцев /2/. Есть основания думать, что дефицит тиреоидных гормонов сопровождается угнетением тонуса блуждающего нерва, тормозящего, как уже было сказано выше, секрецию желез желудка при мышечных нагрузках. Адреналэктомия, по данным С.М. Липовского /6/, не отражается на количестве желудочного сока, но заметно снижает концентрацию соляной кислоты. Одновременно возрастает интенсивность кишечной секреции и скорость всасывания в тонком кишечнике /5, 7/. Функциональные изменения желудочной секреции тесно связаны с деструкцией главных и, в меньшей степени, обкладочных клеток /4/.

Как видно из полученных в эксперименте данных, вторжение в целостность нейро-эндокринной системы вызывает однотипную

Таблица I

Изменение секрета млечных и каменных желез у эстралактомированных и тироидэктомированных собак при воздействии пожорных статических нагрузок разной интенсивности

Показатели	Экспериментальные группы								
	Бережные		Эстралактоми		Тироидэктомии		Тироидэктомии		
	до опыта	4 недели	8 недель	до опыта	4 недели	8 недель	до опыта	4 недели	8 недель
Количество млечно-го сока, мл	66±1,8 -41%	39±2,0 [±] -41%	28±1,0 [±] -57%	25±1,3 [±] +12%	28±0,9 +12%	31±0,2 [±] +24%	22±0,5 [±] +32%	29±1,2 [±] +32%	32±0,9 [±] +45%
Свободная соляная кислота, титр. ед.	72±2,0	53±1,2 [±] -26%	33±1,7 [±] -54%	69±1,3	92±2,4 [±] +34%	100±3,0 [±] +45%	72±2,5	82±2,1 [±] +14%	86±3,1 [±] +20%
Циркулирующая способность сока, мм	1,1±0,04	0,8±0,07 [±] -27%	0,6±0,06 [±] -45%	2,9±0,16 [±] +24%	3,6±0,11 [±] +24%	4,0±0,10 [±] +36%	3,4±0,15 [±] +23%	4,2±0,04 [±] +23%	4,6±0,08 [±] +35%
Количество млечного сока, мл	2,1±0,19	2,3±0,16 +10%	3,3±0,23 [±] +57%	3,2±0,11 [±]	4,7±0,12 [±] +47%	5,2±0,10 [±] +63%	2,1±0,07	2,5±0,06 [±] +19%	3,0±0,08 [±] +43%
Активность молочной фосфатазы, усл. ед.	640±48	790±58 +23%	1070±40 [±] +67%	2340±28 [±] +11%	2600±60 [±] +17%	2740±37 [±] +17%	2120±125 [±]	2120±105 0%	2680±100 [±] +27%
Активность ацетилазы, усл. ед.	55±2	77±1 [±] +40%	89±4 [±] +62%	162±3 [±]	206±7 [±] +27%	212±6 [±] +31%	167±4 [±]	206±5 [±] +23%	253±9 [±] +52%
Активность амилазы, усл. ед.	14±0,4	16±0,5 [±] +14%	20±0,8 [±] +75%	24±0,7 [±]	26±0,6 [±] +8%	28±0,6 [±] +17%	28±0,5 [±]	31±0,5 [±] +11%	34±0,5 [±] +21%
Активность липазы, усл. ед.	49±1,5	53±2,5 +8%	59±2,5 [±] +20%	79±2,0 [±]	84±1,0 [±] +6%	89±1,3 [±] +13%	78±1,0 [±]	86±0,7 [±] +10%	91±0,5 [±] +17%

Примечание: Число наблюдений в каждый период исследования 12-14.

± - различия достоверны по сравнению с величиной "до опыта" в соответствующей группе (P < 0,05);

мм - различия достоверны по сравнению с соответствующей величиной в контроле (P < 0,05).

реакцию желудочных и кишечных желез не зависимо от места вторжения, во всяком случае, если речь идет о щитовидной и надпочечниковой железах. Однотипность изменений проявилась и в характере сдвигов после начала тренировки.

У адреналактомированных и тиреоидэктомированных собак тренировка вызвала не снижение, как у интактных, а увеличение секреторной активности желудочных желез (табл. I). Различия между обеими группами оперированных животных были исключительно количественными и притом весьма небольшими. Что касается желез кишечника, то они реагировали, как и у интактных, достоверным увеличением активности. И это несмотря на то, что нарушение эндокринного баланса еще до начала тренировки вызвало заметный прирост их секреторной активности. Очевидно, что нарушение эндокринного баланса отражается на качественном характере реакции на мышечные нагрузки только желудочных желез.

Литература

1. Быкова Т.Н. (Хрусталева). О проприоцептивных влияниях на функции желудка при статическом напряжении и механизме этих влияний. Канд. дисс. Ярославль, 1971.
2. Веприщев И.И. Роль щитовидной железы в секреции желудка. - Тез. докл. 2-й конф. филиала Уга РСФСР Всес. об-ва физиологов. Ставрополь, 1956, 55-56.
3. Вирю А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. - М.: Медицина, 1977.
4. Зуфаров К.А., Байбеков И.М., Ходжиметов А.А. Компенсаторно-приспособительные процессы в кишечнике. - М.: Медицина, 1974.
5. Калашникова Н.Н. Пищеварительные функции и обменные процессы у собак с тиреотоксикозом. - В кн.: Физиология и патология пищеварительной системы. М., 1963, 65-66.
6. Липовский С.М. Эндокринные железы и желудок. - Л.: Медицина, 1969.
7. Радбиль О.С., Вайнштейн С.Г. Эндокринная система и желудок. Казань, 1973.
8. Русин В.Я. Влияние некоторых витаминов и адаптивных гормонов на мышечную работоспособность и неспецифическую сопротивляемость. - В кн.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1975, 3-21.

9. Свистун Т.И. Секреция пищеварительных желез во время мышечной деятельности. - Киев: Наукова Думка, 1975.
10. Шиян Б.М. Влияние бега на резорбтивную функцию тонкой кишки. - Тр. Одесского отделения украинского общества физиологов. Одесса, 1969, 156-163.
11. Шлыгин Г.К. Ферменты кишечника в норме и патологии. - Л.: Медицина, 1967.

SECRETION ACTIVITY OF GASTRIC AND INTESTINAL GLANDS
DURING ADAPTATION OF DOGS TO MUSCLE WORK WITH THYROID
AND SUPRARENAL GLANDS HORMONES DEFICITE

T.N. Khrustalyova, V.J. Rosin, S.S. Poltyrev

S u m m a r y

The experiments, conducted on 6 mongrels, showed that static work causes considerable suppression on secretion activity of gastric glands and compensatory strengthening in the activity of intestinal glands. Adrenal-and-thyroid-ectomy spoils the adequate reaction of thyroid glands on training. Under these conditions the vivid stimulation of both the gastric and the thyroid glands can be seen.

ДЕЙСТВИЕ ГИДРОКОРТИЗОНА В ПЕРИОД ЭМБРИОГЕНЕЗА НА ДВИГАТЕЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ ВЗРОСЛЫХ КРЫС

Е.В. Науменко, Н.Н. Дыгало

Институт цитологии и генетики СО АН СССР

Изучали двигательную активность в тесте открытого поля и эмоциональную реактивность взрослых самцов крыс линии Вистар после введения гидрокортизона их матерям на 16 и 18 дни беременности. Пренатальное воздействие гидрокортизоном снижало двигательную активность крыс в первом из четырех последовательных тестов открытого поля. Это изменение двигательной активности является одним из проявлений обнаруженного угнетающего влияния гормона на эмоциональную реактивность животных.

В настоящее время не вызывает сомнения, что условия раннего онтогенеза играют важную роль в определении свойств взрослого организма. Разнообразные стрессорные воздействия, которым подвергается беременная самка, накладывает отпечаток на поведенческие реакции, в том числе и двигательную активность ее взрослых потомков [6, 8]. Предполагается, что стресс активирует эндокринные системы матерей, гормоны попадают в плоды и модифицируют их развитие. Одной из важнейших систем, реагирующих при действии стрессоров, является гипофизарно-надпочечниковая. Однако влияние ее гормонов в период эмбриогенеза на свойства взрослых животных во многом остается еще не ясным. Целью настоящей работы явилось изучение пренатального действия глюкокортикоидов на двигательную активность и эмоциональную реактивность крыс во взрослом состоянии.

Материалы и методы

В опытах использовали крыс линии Вистар. Воду и корм животные получали без ограничений. После спаривания (устанавливали по наличию спермы во влагалищном мазке) самок рассаживали по парам в отдельные клетки.

живали по одной в клетки. На 16 и 18 дни беременности под-
кожно вводили суспензию гидрокортизона (5 мг/100 г) или эк-
вивалентное количество физиологического раствора. Третья
группа оставалась интактной. В первый день жизни часть поме-
тов, рожденных самками, которым вводили гидрокортизон, обме-
нивали на потомков, одновременно рожденных интактными крыса-
ми, а часть новорожденных от последних подсаживали к самкам,
получавшим инъекции гормона (перекрестное вскармливание).
Период вскармливания длился 21 день. Месячных самцов отсажи-
вали и содержали по 5-6 животных. В возрасте 3-х месяцев их
рассаживали по одному и через неделю начинали опыты.

Двигательную активность определяли в стандартном тесте
открытого поля, который проводили четыре последовательных
дня /6, 7, 8, II/. Крысу на 6 минут помещали на площадку
размерами 140 x 70 см, расчерченную линиями на квадраты
10 x 10 см, и регистрировали число пересеченных линий. Об
эмоциональности судили по длительности реакции замирания
(латентный период) в момент первого высаживания крысы на
площадку и количеству дефекаций за время теста. Спустя неде-
лю измеряли уровень кортикостероидов в крови /10/ в исход-
ном состоянии и на фоне эмоционального стресса, который вы-
зывали ограничением двигательной активности, помещая живот-
ных на 1 час в незнакомые тесные клеточки /3/.

Результаты и их обсуждение

Перекрестное выращивание потомства не оказывало влияния
на изученные показатели взрослых крыс, что позволило объеди-
нить группы животных, выращенные своими и приемными матеря-
ми, которые получали одинаковые воздействия в период эмбрио-
генеза. Введение физиологического раствора самкам на 16 и 18
дни беременности не изменяло поведение их взрослого потомст-
ва по сравнению с интактным контролем. Вместе с тем введение
в эти же сроки гидрокортизона понизило по сравнению с обеими
контрольными группами двигательную активность животных. В
тесте открытого поля, проводимом в I-ый день опыта, в тече-
ние первых четырех минут потомство интактных крыс достоверно
превосходило по количеству пересеченных линий самцов, мате-
рям которых на 16 и 18 дни беременности вводили гидрокорти-
зон (рис. 1). В целом за весь тест контрольные крысы пере-
секли в среднем $185 \pm 22,1$, а подопытные - $98 \pm 17,1$ линий
($p < 0,005$).

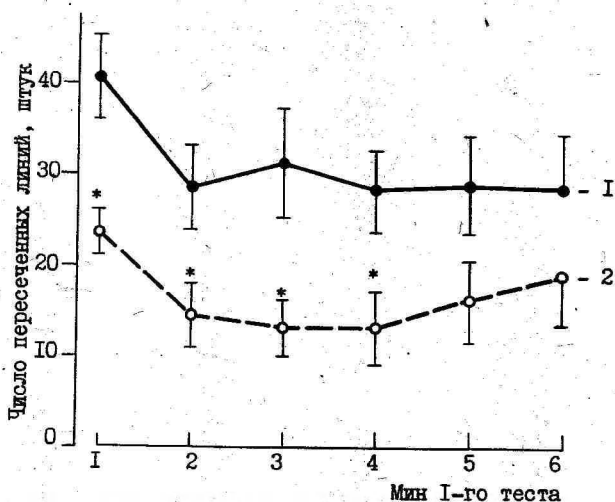


Рис. 1. Двигательная активность ($M \pm m$) взрослых самцов крыс, матерям которых во время беременности вводили гидрокортизон, в течение первого теста открытого поля. 1 - контроль, 2 - гидрокортизон; $p < 0,05$

Анализируя причины различий в двигательной активности этих животных, можно полагать, что они заключаются в действии пренатально вводимого гидрокортизона на формирование механизмов эмоциональной реактивности взрослого организма. Об этом свидетельствует ряд данных.

Прежде всего оказалось, что при исследовании двигательной активности этих же самых животных в последующие дни, различий в этом показателе уже не выявлялось (рис. 2).

Причину выявленных в первый день опыта различий следует по-видимому, искать в мотивационной основе двигательной активности крыс в тесте открытого поля. Последняя, как считает большинство исследователей, определяется конкурентным взаимодействием побуждения исследовать незнакомую обстановку и страхом [6, 7, 8, II]. Причем соотношение этих мотиваций на протяжении периода тестирования меняется. Двигательная активность крыс в течение первого теста обнаруживает значи-

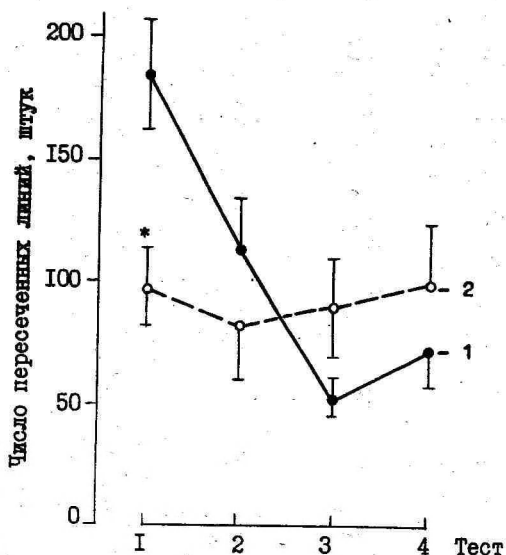


Рис. 2. Двигательная активность ($M \pm m$) взрослых самцов крыс, матерям которых во время беременности вводили гидрокортизон, за четыре теста открытого поля. I - контроль, 2 - гидрокортизон; $p < 0,005$

тельную корреляцию с проявлениями эмоциональной реактивности /7/, но слабо коррелирует с числом пересеченных линий в последующие дни тестирования /II/. По мнению этих авторов, двигательная активность крыс при первом высаживании на площадку в основном определяется страхом незнакомой обстановки и непосредственно характеризует эмоциональность животных. По мере привыкания крысы к тестовой ситуации чувство страха ослабевает и на первый план выступают исследовательские мотивы двигательной активности. Согласно приводимым ниже фактам, обнаруженный в наших опытах характер изменения двигательной активности крыс в течение периода тестирования сви-

детельствует о снижении пренатальным гормональным воздействием эмоционального компонента ориентировочно-двигательной активности животных.

Такое заключение подтверждается результатами исследований других проявлений эмоциональной реактивности в тесте открытого поля. Оказалось, что у потомков, беременным матерям которых вводили гидрокортизон, количество дефекаций во время тестирования и латентный период при первом высаживании на площадку, были достоверно меньшими, чем у контрольных животных (таблица).

Таблица
Реакция замирания и дефекация у взрослых самцов крыс, матерям которых во время беременности вводили гидрокортизон

Воздействие на мать	Показатели эмоциональной реактивности (М + m)	
	Дефекация, штук	Латентный период, сек
Нет	17,6 ± 1,36 (32)	12,2 ± 0,94 (32)
Физиол. раствор	19,3 ± 1,90 (16)	12,1 ± 1,12 (15)
Гидрокортизон	13,4 ± 0,97 (32) ^ж	9,2 ± 0,69 (31) ^{жж}

В скобках - число животных. ж - $p < 0,02$; жж - $p < 0,04$ по сравнению с интактными и получающими физиол. раствор крысами

Таким образом, и по этим показателям эмоциональности животных, независимым от двигательной активности /6, 7, 8/, потомки самок крыс, которым во время беременности вводили гидрокортизон, оказались также менее эмоциональными, чем контрольные животные.

Наконец, о пониженной эмоциональности подопытных самцов крыс свидетельствовали также опыты, в которых на фоне эмоционального стресса определяли в крови уровень кортикостерона (рис. 3). Через час после ограничения двигательной активности у крыс, матерям которых вводили гормон, при одинаковом с контрольными животными исходном уровне реакция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы была достоверно ниже.

Анализируя возможные причины понижения эмоционального компонента ориентировочно-двигательной активности, мы пришли к выводу, что одной из таких причин может быть модификация пренатально вводимым гидрокортизоном чувствительности развивающихся норадренергических механизмов головного мозга. Об

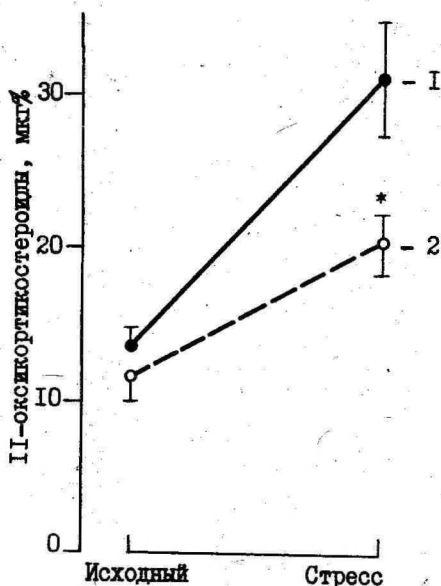


Рис. 3. Содержание кортикостероидов в крови (M + m) при эмоциональном стрессе у взрослых самцов крыс, матерям которых во время беременности вводили гидрокортизон. 1 - контроль, 2 - гидрокортизон; $p < 0,05$.

этом свидетельствуют наши предыдущие исследования, в которых установлено, что у взрослых самцов крыс, матерям которых во время беременности вводили гидрокортизон, реакция гипофизарно-надпочечниковой системы /4/ и степень падения температуры тела /9/ после введения норадреналина в боковой желудочек головного мозга были достоверно меньшими, чем у потомков крыс, матерям которых в тех же условиях вводили физиологический раствор. Кроме того, у этих двух групп животных обнаружены достоверные различия в концентрации норадреналина в передней части полушарий на фоне эмоционального стресса, вызванного ограничением двигательной активности /5/.

Нашим представлениям соответствуют недавние исследова-

ния, в которых установлены различия в активности ключевого фермента синтеза катехоламинов - тирозингидроксилазы, в мозге эмоционально реактивных и неактивных крыс /2/, а также данные о том, что крысы, различающиеся по двигательной активности в тесте открытого поля, различаются и по содержанию катехоламинов в некоторых ядрах головного мозга /1/.

Таким образом, можно сделать заключение, что пренатальное воздействие гидрокортизоном изменяет чувствительность норадренергических механизмов головного мозга взрослых животных, в результате чего происходит снижение их эмоциональности. Это проявляется, в частности, в изменении двигательной активности крыс в незнакомой обстановке.

Литература

1. Белова Т.И., Кветнанский Р., Добракова М., Опршалова З., Иванова Т.М. Катехоламины в структурах мозга крыс, развивающихся по тесту открытого поля. - *Бюлл. эксперим. биол. и мед.*, 1981, т. ХСІ, 2, 136-138.
2. Бондаренко Н.А., Камышева В.А., Минеева М.Ф., Вальдман А.В. Влияние хронического стресса на поведение, соматическое состояние и активность тирозингидроксилазы мозга "эмоциональных" и "неэмоциональных" крыс. - *Бюлл. экспер. биол.*, 1981, ХСІ, 1, 20-22.
3. Дыгало Н.Н. Влияние пренатального воздействия гидрокортизоном на реактивность взрослых крыс в условиях эмоционального стресса. - *Изв. СО АН СССР, сер. биол. наук*, 1978, 10(2), 130-133.
4. Науменко Е.В., Дыгало Н.Н. Реактивность гипоталамо-гипофизарно-надпочечникового комплекса взрослых крыс после введения гидрокортизона их матерям во время беременности. - *Онтогенез*, 1979, 10, 5, 476-482.
5. Науменко Е.В., Дыгало Н.Н., Кудрявцева Н.Н. Норадренергические механизмы головного мозга взрослых крыс после воздействия гидрокортизоном в пренатальный период. - *Доклады АН СССР*, 1979, 248, 4, 1004-1006.
6. Archer J.E., Blackman D.C. Prenatal psychological stress and offspring behavior in rats and mice. - *Dev. Psychobiol.*, 1971, 4, 193-248.
7. Denenberg V.H. Open field behavior in rat: what does it mean? - *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 1969, 159, 852-859.

8. Joffe J.M. Perinatal determinants of emotionality. - Ann. N.Y. Acad. Sci., 1969, 159, 668-680.
9. Naumenko E.V., Dygalo N.N. Noradrenergic brain mechanisms and emotional stress in adult rats after prenatal hydrocortisone treatment. - Biogenic amines in development, H. Parvez & S. Parves eds., Elsevier/North-Holland Biomedical Press, 1980, 373-388.
10. Stahl F., Dörner G. Eine einfache spezifische routinemethode zur fluorometrischen bestimmung von unkonjugierten 11-hydroxycorticosteroiden inkörperflusigkeiten. - Acta Endocrinol., 1966, 51, 2, 175 - 185.
11. Whimbeey A.E., Denenberg V.H., Two independent behavioral dimensions in open performance. - J. Comp. Physiol. Psychol., 1967, 63, 500-504.

EFFECT OF HYDROCORTISONE ADMINISTRATION DURING
EMBRYOGENESIS ON THE ADULT RAT AMBULATION

E.V. Naumenko, N.N. Dygalo

S u m m a r y

The effect of hydrocortisone administration to pregnant Wistar rats on days 16 and 18 of gestation on ambulation and emotional reactivity of their adult male offsprings was studied. Prenatal hydrocortisone treatment decreased ambulation of the rats during the first of the four subsequent 'open field' tests. This change of the ambulation is a manifestation of discovered depressing effect of the hormone on the animals' emotional reactivity.

РОЛЬ АДРЕНЕРГИЧЕСКИХ, СЕРОТОНИНЕРГИЧЕСКИХ
И ХОЛИНЕРГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ГИПОТАЛАМУСА
ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М.С. Кахана и Н.Н. Баранов

Кафедра физиологии человека и животных,
кафедра физвоспитания Кишиневского госуниверситета

При мышечной работе стресс протекает двухфазно: 1) катаболическая и анаболическая.

Наблюдаются нисходящие нервные импульсы - кортико-лимбико-гипоталамические, восходящие - через лемнисковый, спинно-таламические, ретикуло-гипоталамические пути. В первой фазе активизируются рецепторы дофаминергических, норадренергических, адреналергических структур, при этом выделяются катехоламины гипоталамуса. В результате их медиаторной функции количество их уменьшается, возбуждаются бета-рецепторы и разнообразные центры гипоталамуса: кровообращения, дыхания, теплопродукции, потостделения. В то же время усиливается функция ретикуло-симпатических нервно-проводниковых путей и влияние на периферические органы, а также стимулируется активность медуллярной части надпочечников и щитовидной железы.

После прекращения мышечной нагрузки наступает анаболическая фаза, вовлекаются холинергические и серотонинергические структуры. Изменение гомеостаза и влияние на мускарино и никотиновые рецепторы данных структур приводит к преобладанию парасимпатического тонуса, выделению кортиколиберина, АКТГ и кортикостероидов.

Важным этапом в анаболической фазе является прием пищи, при этом выделяются инсулин, соматотропный и тиреотропный гормоны. Восстанавливается исходное количество адреналина и норадреналина в гипоталамусе.

В своих работах Селье и другие /3, 10/ указывают на фазы стресса, мы различаем: 1) катаболическая фаза, которая характеризуется выделением катехоламинов, тиреоидных гормонов, в некоторых формах повышается выделение глюкагона, вазопрессина, окситоцина; 2) анаболическая фаза с выделением корти-

колиберина, АКГТ, кортикостероидов, иногда и инсулина, половых гормонов, соматотропного гормона /3, 6/. Такие фазы стресса мы наблюдали при мышечной нагрузке экспериментально.

Длительность и характер катаболической фазы разные у штангиста, спринтера, боксера, пловца и т.д. Анаболическая фаза непосредственно зависит от первой, иногда переплетается, однако, наступают последовательно.

В стрессорных реакциях участвуют различные отделы нервной системы, но главные компоненты являются гипоталамо-эндокринные взаимоотношения /5/.

Для вовлечения гипоталамуса наблюдаются два пути: 1) нисходящий - кортико-стриарно-лимбический через перегородку; 2) восходящий - спинно-таламический, ретикуло-мамиллярный. Некоторые нервные импульсы проходят через пучок Вик д'Азира, таламо-гипоталамически. В гипоталамусе нервные импульсы передаются, в зависимости от фаз стресса, к адренергическим, серотинергическим, холинергическим структурам. Кроме того, на гипоталамус влияет непосредственно кровь (ее температура, осмотическое давление, минеральный состав, гликемия, количество кислорода, гормонов и медиаторов). Эти факторы и нервные импульсы влияют на рецепторы мембран, нейроплазма, ядра нейронов гипоталамуса /4/.

Общие представления о нейроергических структурах и их рецепторах. Гистохимическими методами выявлены адренергические, серотонинергические структуры, соответствующие нейроны, синапсы, ветвления и терминали. Электрофизиологическим методом, с помощью хронически вживленных электродов у кроликов в ядрах гипоталамуса, миндалины и гиппокампа, мы выявили такие нейронные структуры. Для этого мы вводили животным адреналин, норадреналин, дофамин, серотонин, ацетилхолин, аминазин и ряд нейротропных веществ (прозерин, скополамин, стрихнин, хлористый литий, эпазмоситин и др.), также исследовали влияние изменения гликемии, температуры, гидратации крови. Адреналинергические нейроны обнаружены в мамиллярных, вентролатеральных ядрах и миндалине; норадреналиновые нейроны - в центральных, дорзальных, медиальных ядрах гипоталамуса, в миндалине и гиппокампе. Серотонинергические нейроны наблюдаются в передних и центральных формациях гипоталамуса, в гиппокампе. Холинергические нейроны - в супраоптических, паравентрикулярных ядрах гипоталамуса, в гиппокампе.

Электрофизиологическим методом выявлены осморорецепторы в супраоптических ядрах; терморорецепторы - в паравентрикулярных

и маммиллярных ядрах; фоторецепторы - в аркуатном ядре и передней оптической зоне; гликорецепторы - в вентромедиальных и вентролатеральных ядрах; рецепторы, реагирующие на кортикостероиды, тиреоидные, половые гормоны, вазопрессин, окситоцин, альдостерон и др.

Различают рецепторы мембран, цАМФ и цГМФ, вызывающие возбуждение нейронов и нейро-проводниковые функции гипоталамуса. Рецепторы цитозоля с участием митохондрий, как это наблюдается в пресинаптических структурах, участвуют в синтезе и выделении ацетилхолина, адреналина, норадреналина, дофамина, серотонина.

Ядерные рецепторы играют роль в синтезе гормонов гипоталамуса (либеринов, статинов, вазопрессина, окситоцина, эндорфинов, энкефалинов, различных нейропептидов).

Адренергические структуры и рецепторы. После многократных оборонительных реакций у кроликов наблюдается десинхронизация ритма в маммиллярных ядрах и миндалинах, где имеются адренергические структуры. У белых крыс после бега в тредбане до утомления значительно снижается количество адреналина и несколько меньше количество норадреналина в гипоталамусе. Уменьшение катехоламинов в гипоталамусе является признаком возбуждения адренергических структур. В дальнейшем импульсы передаются через ретикулярную формацию и симпатическую нервную систему. В свою очередь, симпатическая нервная система осуществляет выделение катехоламинов из модулярной части надпочечников, тиреоидных гормонов, глюкагона; не исключено, что через верхний шейный ганглий происходит и выделение вазопрессина и окситоцина. Катехоламины гипоталамуса активизируют центры кровообращения, дыхания, теплопродукции, потоотделения этой области. Их обратное действие стимулирует функции ретикулярной формации, гипоталамуса, кортико-лимбических структур.

При мышечной нагрузке, сопровождающейся эустрессом, вовлекаются зоны, связанные с норадренергическими структурами и положительными эмоциями. В некоторых видах спорта, как бокс и др., вовлекаются зоны адренергические, вызывающие гнев, ярость, агрессию. Адренергические и норадренергические структуры гипоталамуса избирательно влияют на выделение адреналина и норадреналина. При мышечной нагрузке участвуют и дофаминергические структуры гипоталамуса, осуществляются синергические взаимоотношения со стриарными формациями.

Некоторые авторы указывают на наличие в гипоталамусе

альфа- и бета-адренорецепторов. Влияние катехоламинов на альфа-адренорецепторы вызывает сосудосуживающее действие, через бета-адренорецепторы расширяются сосуды, повышается активность миокарда. Влияние на бета-адренорецепторы сопровождается активацией аденилатциклазой. С помощью блокаторов и агонистов получен ряд данных, показывающий, что они участвуют в синтезе некоторых либеринов и статинов. Отмечено, что клетки глии имеют бета-рецепторы.

Мы считаем, что гемато-энцефалический барьер пропускает минимальное количество катехоламинов, вероятно, они действуют через рецепторы глии на функции адренергических нейронов. Выделение гипоталамических катехоламинов осуществляется независимо от катехоламинов крови. Так, после бега в третбане у крыс (до утомления) уменьшается количество адреналина на 90-95% и норадреналина на 70-75% в гипоталамусе, после 24 часов отдыха восстанавливается исходное количество катехоламинов. Степень уменьшения катехоламинов обуславливает утомление и снижение тонуса симпатикуса. При тренировке крыс восстановление содержания катехоламинов в гипоталамусе происходит быстрее /1/.

Гипоталамо-ретикуло-симпатические проводниковые пути осуществляют и выброс тиреоидных гормонов T_4 , T_3 из коллоида щитовидной железы, превращение T_4 в T_3 повышается. Эти же гормоны обратно действуют на адренергические формации ретикулярной системы и гипоталамуса. Триiodтиронин влияет на энергетические процессы в периферических органах и тканях, тироксин - на рецепторы ядер, осуществляя синтез специфических белков как нервной системы, так и скелетных мышц. Через те же нервно-проводниковые пути выделяется глюкагон, влияющий на рецепторы сердечной мышцы и печени (рис. 1).

В зависимости от формы стресса выделяются еще вазопрессин или окситоцин. Так, при лактационном, пищевом стрессе выделяется окситоцин, при дегидратационном стрессе, мышечной нагрузке, спортивных упражнениях выделяется вазопрессин.

Анаболическая фаза стресса. Роль холинергических структур. В катаболической фазе преобладает тонус симпатикуса, соответственно изменяются различные виды гомеостаза. Наблюдается активация кровообращения, гипертермия, тахипнея, нарастают окислительные процессы, разобщение окислительного фосфорилирования, гипоксия, гликогенолиз, липолиз, усиление гликолиза. Прекращение мышечного напряжения приводит к снижению симпатического тонуса с восстановлением исходного фона

ФАЗЫ СТРЕССА

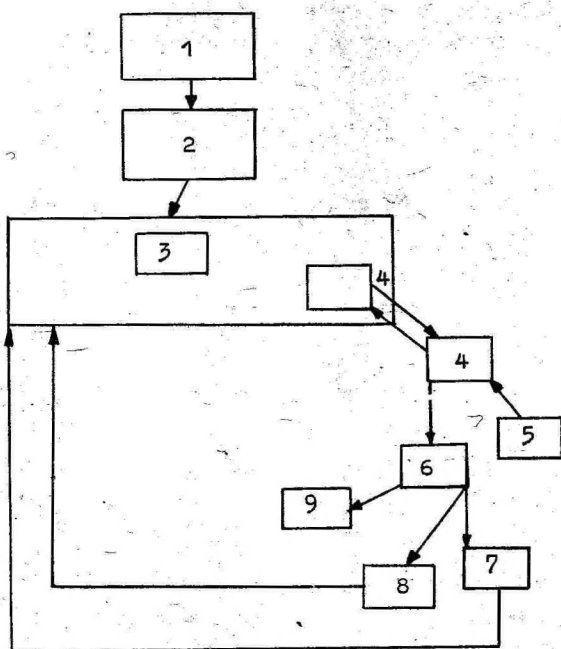


Рис. 1. Катаболическая фаза. 1 - кора мозга, 2 - лимбика, 3 - гипоталамус, 4 - ретикулярная формация, 5 - спиноthalмический путь, 6 - ретикуло-симпатический путь. 7 - медулярная часть надпочечников, 8 - гормоны щитовидной железы (T_3 , T_4), 9 - глюкагон (печень, сердце, гликогенолиз).

гомеостаза. Переключение начинается, прежде всего, в холинэргических структурах гипоталамуса, подобные изменения следуют в стриатум, миндалина, гиппокамп, кору головного мозга и мозжечок.

Активизируются холинэргические структуры, расположенные в передних центрах гипоталамуса. Вовлекаются тормозящие функции гиппокампа через свд, блокирующие адренэргические центры маммиллярных ядер. В то же время нервно-проводниковым путем через ретикулярную формацию ствола включается парасим-

патическая система и соответствующие периферические органы.

В период анаболической фазы происходит не только восстановление нарушенного гомеостаза, но и адаптации, при этом изменение различных форм гомеостаза незначительны. Подготовка организма к новым стрессам с большей интенсивностью характеризует тренировку функций /2, 7/.

В анаболической форме стресса активизируются одновременно и серотонинергические структуры гипоталамуса, такое изменение варьирует от формы стресса и от взаимоотношения этой формации с холинергическими структурами. Так, гипертермические изменения приводят к нарастанию серотонина в гипоталамусе как термолитика (рис. 2).

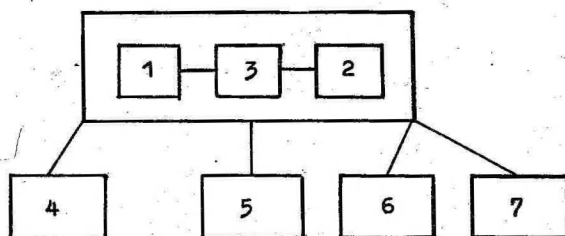


Рис. 2. Анаболическая фаза. 1 - холинергические структуры, 2 - серотонинергические структуры, 3 - кортиколиберин, 4 - вагоинсулярный аппарат (прием пищи), 5 - гипофиз - АКТГ, 6 - соматотропный гормон, 7 - тиреотропный гормон (восстановление выделенных гормонов из коллоида).

Е.В. Науменко и Н.К. Попова /8/ и другие показали, что серотонинергические структуры участвуют в регуляции функций коры надпочечников. Введение серотонина в третий желудочек снижает содержание кортикостероидов в крови. Вероятно, речь идет о блокаде рецепторов серотонинергических нейронов. Стимуляция серотонинергических структур приводит к синтезу кортиколиберина, АКТГ и кортикостероидов.

В анаболической фазе кортикостероиды восстанавливают запасы гликогена из жирных кислот, осуществляется гликонеогенез, происходит влияние на ДНК, синтез белков (скелетных мышц и миокарда). В анаболической фазе наблюдается прием пищи, восстанавливаются энергетические запасы и повышается обмен белков. Кортикостероиды активизируют процессы пищева-

рения и особенно выделение желудочного сока (соляной кислоты и ферментов). По нашему мнению, при стрессах выделение кортикостероидов при отсутствии приема пищи приводит к развитию язвенной болезни. После приема пищи выделяется инсулин, который, в свою очередь, стимулирует синтез соматотропного гормона. В этот период наблюдается синтез тиреолиберина, тиреотропного гормона, восстанавливается запас тиреоидных гормонов в коллоиде, количество катехоламинов в гипоталамусе.

Литература

1. Баранов Н.Н., Кахана М.С. Нейрогуморальные механизмы тренированности. - Кишинев: Штиинца, 1979.
2. Виру Н.А. Механизм общей адаптации. - Успехи физиол.наук., 1980, 4, 27-46.
3. Кахана М.С. О роли гипоталамуса в реакциях приспособления (стресс). - В кн.: Патофизиология гипоталамуса, - Кишинев: Картя Молдовеняске, 1961, 229.
4. Кахана М.С. О взаимоотношениях между гипоталамо-адреналовой, гипоталамо-тиреоидной и гипоталамо-кортикальной системами в процессах гомеостаза. - Тезисы докладов пятого совещания по проблеме "Гисто-гематические барьеры". М., 1978, 318-320.
5. Кахана М.С., Мельник Б.Е. Роль гипоталамуса в регуляции гомеостаза эндокринных и обменных процессов. - Кишинев: Штиинца, 1978.
6. Кахана М.С., Мельник Б.Е., Робу А.И. Роль гипоталамо-эндокринных взаимоотношений при разнообразных стрессорных реакциях. - В кн.: Актуальные проблемы стресса. - Кишинев: Штиинца, 1974, 115-125.
7. Меерзон Ф.З. Адаптация, стресс, профилактика. - М.: Наука, 1981.
8. Науменко Е.В., Попова Н.И. Серотонин и мелатонин в регуляции эндокринной системы. - Новосибирск: Наука, 1975.
9. Селье Г. Счерки об адаптационном стрессе. - М.: Медгиз, 1960.
10. Selye H. Stress without Distress. Toronto: Mc Stelland a. Stenari, 1974.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАКЦИИ ГИПОФИЗАРНО-НАДПОЧЕЧНИКОВОЙ СИСТЕМЫ МЫШЕЙ НА ОГРАНИЧЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ

Н.К. Попова, Л.А. Корякина

Лаборатория фенотипики поведения Института
цитологии и генетики Сибирского отделения АН СССР

На восьми инбредных линиях мышей изучена реакция гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности в сопоставлении с реакцией этой системы на действие адrenalина и на прямой стимулятор коры надпочечников, АКТГ. Показана генетическая детерминированность реакции гипофизарно-надпочечниковой системы на рестрикацию. Установлена положительная корреляция между реакцией гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности, исходным уровнем кортикостероидов в крови и повышением концентрации кортикостероидов в плазме в ответ на введение адrenalина. В то же время корреляции между реакцией гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности и реакцией непосредственно коры надпочечников на введение АКТГ не обнаружено. По-видимому, для реакции гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности наиболее существенными являются генетически детерминированные механизмы регуляции этой системы, в которых важную роль играют катехоламины. Эти механизмы определяют функциональные особенности реакции системы в значительно большей степени, чем реактивность коры надпочечников.

Генетические аспекты эндокринной регуляции двигательной активности изучены очень слабо. Вместе с тем использование генетически однородного материала в виде инбредных линий животных представляет несомненный интерес, не только давая возможность выявить вклад генетической компоненты, но и для выявления коррелятивных связей между различными признаками.

Целью настоящего исследования было изучение особенностей реакции гипофизарно-надпочечниковой системы инбредных линий мышей на ограничение подвижности и сопоставление ее с реакцией этой системы на адrenalин и с ответом коры надпочечников на ее прямой стимулятор АКТГ.

Методика

Опыты проводили на самцах восьми инбредных линий мышей (BALB/c, C57BL/6J, CQ57BR, АКР, А/He, DBA1, DD, СЗНf) в возрасте 2,5-3 месяцев. Животные содержались в условиях визуальной изоляции в течение 2-3 суток до опыта для снятия группового эффекта и создания стандартного фона. В опыте мышей быстро декапитировали через час после введения препарата или экспериментальной процедуры. Ограничение подвижности создавали тем, что на 60 мин помещали мышей в тесные металлические клетки объемом 37-38,5 см³, где они не могли повернуться.

В отдельных сериях мышам вводили внутривенно адреналин (1,0 мг/кг) или АКТГ (3 ед./100 г). Контрольным животным вводили соответствующие объемы физиологического раствора.

Функциональную активность гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы оценивали по содержанию II-оксикортикостероидов в плазме периферической крови, определявшихся флуориметрическим методом /1/ на флуориметре типа "Spekol".

Статистическую обработку результатов проводили стандартными методами дисперсионного и корреляционного анализа /2, 3/. Коэффициент генотипической корреляции вычисляли по средним данным для каждой линии. Достоверность коэффициента корреляции оценивали, используя преобразование Фишера. Оценку достоверности межлинейных различий проводили дисперсионным анализом /3/ с применением критерия Фишера (F).

Результаты исследований

При исследовании базального уровня кортикостероидов в плазме у мышей восьми инбредных линий было обнаружено, что содержание гормонов коры надпочечников значительно варьирует от линии к линии. Существенные различия обнаружены у мышей исследованных линий и в реакции на ограничение двигательной активности (табл. I).

Наиболее выраженная реакция на рестрикцию как по достигнутому уровню, так и по относительному повышению кортикостероидов в плазме была обнаружена у мышей с самым высоким базальным уровнем этих гормонов - BALB/c. Содержание гормонов коры надпочечников у мышей этой линии повысилось в 4,5 раза относительно исходного уровня. Несколько ниже, но также высоким был уровень кортикостероидов в крови мышей линий

Таблица I

Реакция гипофизарно-надпочечниковой системы мышей разных линий на рестрикцию, введение адреналина и на АКГГ

Линии мышей	Концентрация II-оксикортикостероидов в крови, $M \pm m$ мкг%			
	Контроль	Рестрикция	Адреналин	АКГГ
BA1B/c	10,5 ± 1,3 (12)	46,8 ± 2,4 (12)	36,6 ± 1,7 (6)	34,8 ± 1,8 (6)
C57BL/6J	10,2 ± 0,6 (20)	33,0 ± 2,4 (12)	32,2 ± 3,1 (11)	41,1 ± 2,1 (6)
CC57BR	8,0 ± 0,6 (14)	31,5 ± 5,1 (8)	30,3 ± 1,6 (7)	30,7 ± 2,1 (7)
AKR	7,9 ± 0,7 (5)	22,2 ± 1,0 (6)	22,6 ± 2,5 (5)	35,8 ± 1,9 (5)
A/He	7,8 ± 0,9 (10)	20,2 ± 1,0 (4)	20,2 ± 1,9 (6)	24,1 ± 2,2 (6)
DBA1	7,6 ± 0,9 (10)	15,7 ± 2,7 (6)	17,4 ± 1,8 (7)	32,2 ± 1,5 (7)
DD	3,9 ± 0,4 (12)	18,4 ± 3,4 (6)	20,8 ± 2,1 (6)	20,5 ± 3,2 (6)
C3Hf	3,7 ± 0,3 (10)	11,4 ± 2,1 (7)	17,1 ± 1,5 (7)	41,1 ± 2,8 (7)
F (критерий Фишера) p	11,46	8,65	8,86	10,46
	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

C57BL/6 и C57BR. Очень слабой была реакция гипофизарно-надпочечниковой системы мышей линии A/He и C3H. Применением дисперсионного анализа показана высокая значимость межлинейных различий в реакции на рестрикцию, существенно превышающих внутрелинейные ($F = 8,65$, табл. 1). Это свидетельствует о существенной роли генетической компоненты в реакции гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности мышей. Коэффициент генотипической корреляции между исходным уровнем и реакцией на ограничение двигательной активности оказался довольно высоким (табл. 2).

Таблица 2
Коэффициенты межлинейной корреляции (r) реакции гипофизарно-надпочечниковой системы мышей 8 инбредных линий на рестрикцию, активизирующее действие адреналина и АКГГ

Сопоставляемые величины	Критерии реакции гипофизарно-надпочечниковой системы	
	Достигнутый уровень кортикостероидов	Абсолютный прирост кортикостероидов
Базальный уровень - Рестрикция	0,80*	0,70*
Рестрикция - Адреналин	0,97**	0,94**
Рестрикция - АКГГ	0,17	0,09
Адреналин - АКГГ	0,25	0,02

* - $p < 0,05$
** - $p < 0,01$

Были обнаружены межлинейные различия в реакции гипофизарно-надпочечниковой системы мышей этих линий и на введение адреналина (табл. 1).

При сравнении реакции гипофизарно-надпочечниковой системы мышей восьми инбредных линий на ограничение подвижности и введение адреналина была обнаружена положительная корреляция как по достигнутому уровню, так и по абсолютному приросту кортикостероидов в плазме (табл. 2).

Исследование реактивности коры надпочечников по отношению к экзогенному АКГГ выявило разную чувствительность желез мышей разных линий к введению гормона гипофиза. Однако характер распределения линий был иным. Самая высокая реак-

тивность коры надпочечников была обнаружена у мышей с наиболее низким базальным уровнем - СЗНг, у которых концентрация кортикостероидов в плазме повысилась в 10 раз. Такой же уровень кортикостероидов после введения АКТГ (около 40 мкг%) был отмечен еще лишь у одной из исследованных линий - С57BL/6 J, характеризующихся уровнем "покоя" втрое более высоким, чем у СЗНг. Обращает на себя внимание, что линия DD, с таким же низким исходным уровнем кортикостероидов, как и СЗНг, реагировала на введение АКТГ относительно слабо. Очевидно, эти две линии отчетливо различаются по чувствительности коры надпочечников к АКТГ - у линии СЗНг она значительно выше. Тем не менее исходный уровень у мышей обеих линий низок и сходен по величине, а на рестрикцию и те и другие реагируют слабо. По-видимому, потенциально высокая реактивность коры надпочечников линии СЗНг не проявляется из-за невысокой реактивности центральных регулирующих механизмов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы.

При сопоставлении реакции системы гипофиз - кора надпочечников на рестрикцию и введение адреналина с реакцией непосредственно коры надпочечников на АКТГ генотипической корреляции обнаружено не было (табл. 2).

Обсуждение результатов

Были выявлены существенные межлинейные различия в интенсивности ответа гипофизарно-надпочечниковой системы мышей инбредных линий на ограничение подвижности. Поскольку инбредные линии различаются по генотипу, высокая достоверность межлинейных различий свидетельствует о генетической детерминированности реакции гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности. Однако ни базальный уровень кортикостероидов, ни реакция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы животных этих линий на рестрикцию не коррелировали с реактивностью непосредственно коры надпочечников на введение АКТГ. Отсутствие корреляции между чувствительностью надпочечников у мышей разных линий к их непосредственному стимулятору и реакцией гипофизарно-надпочечниковой системы на ограничение подвижности животных свидетельствует о том, что выраженность реакции гипофизарно-надпочечникового комплекса на рестрикцию определяется не реактивностью коры надпочечников, а генетически детерминированными особенностями регулирующих механизмов этой системы. Естественно, это не исключает того, что в определенных случаях низкая чувстви-

тельность коры надпочечников к АКГГ, как, например, у мышей линии DD, может явиться фактором, ограничивающим интенсивность реакции этой системы.

Одним из активаторов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы является адреналин. Наличие положительной коррелятивной связи между степенью нарастания кортикостероидов в крови у разных линий при ограничении подвижности и при действии адреналина, по-видимому, может быть обусловлено вкладом катехоламиновых механизмов в реакцию гипофизарно-надпочечникового комплекса на рестрикцию.

Нужно отметить, что имеющиеся данные о связи реакции гипофизарно-надпочечникового комплекса на ограничение подвижности с активированием симпато-адреналовой системы, противоречивы. Основные усилия исследователей были направлены на выявление роли катехоламинов головного мозга. Было показано изменение обмена норадреналина мозга при иммобилизации /4/. Тем не менее блокада синтеза катехоламина или опустошение катехоламиновых депо мозга резерпином не влияли на реакцию гипофизарно-надпочечниковой системы при рестрикции /5/.

Полученные нами данные привлекают внимание к периферическим эффектам адреналина. Известно, что периферически вводимый адреналин плохо проникает через гемато-энцефалический барьер /6/, и поэтому, можно полагать, действует преимущественно на периферические адренорецепторы. Эта ситуация, очевидно, сходна с тем, что происходит при рестрикции, когда отмечен выброс адреналина надпочечниками /7/.

Можно полагать, что выделяющийся из надпочечников адреналин, стимулируя адренорецепторы тканей, ведет к изменению гомеостаза, что является причиной возникновения соответствующих импульсов, передающихся к гипоталамусу, возможно, через иные, некатехоламиновые пути. Такое представление о механизмах активации гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы периферически действующими адреномиметиками уже выдвигалось ранее /8/. Следует отметить, что ему не противоречат данные о том, что блокаторы синтеза катехоламинов, вызывая резкое падение уровня этих аминов в мозге, не влияют на реакцию гипофизарно-надпочечниковой системы на рестрикцию /5/. Дело в том, что блокада синтеза катехоламинов по-разному сказывается на их уровне в мозге и надпочечниках из-за резко различающейся интенсивности метаболизма. Поскольку в надпочечниках период полураспада адреналина равен 10-12 дням (в мозге 2-3 часа), после введения ингибиторов синтеза кате-

холаминов в надпочечниках даже через 6 часов не отмечено изменений в уровне адреналина /9/. Реакцию же гипофизарно-надпочечниковой системы на рестрикции определяли через 4 часа после введения α -метилтирозина /5/.

Таким образом, высокая значимость коэффициента генотипической корреляции подтверждает представление о выраженном влиянии симпато-адреналовой системы на интенсивность реакции гипофизарно-надпочечникового комплекса при ограничении подвижности животных.

Литература

1. Stahl F., Dörner G. Eine einfache spezifische Routinemethode zur fluorometrischen Bestimmung von unkonjugierten 11-Hydroxycorticosteroiden in Körperflüssigkeiten. - Acta endocrinol. 1966, 51, 175 - 185.
2. Weber E. Grundriss der Biologischen Statistic. - Für Naturwissenschaftler, Landwirte und Mediziner, Jena, Veb Gustav Fischer Verlag, 1961, 293.
3. Урбах В.Ю. Биометрические методы. - М.: Наука, 1963.
4. Corrody H., Fuxe K., Hokfelt T. The effect of immobilization stress on the activity of central monoamine neurons. - Life sciences, 1968, 2, 107-119.
5. Carr L.A., Moore K.E. Effects of reserpine and α -methyltyrosine on brain catecholamines and the pituitary-adrenal response to stress. - Neuroendocrinology, 1968, 3, 285-302.
6. Weil-Malherbe H., Axelrod J., Tomchick R. Blood-brain barrier for adrenaline. - Science, 1958, 129, 1226-1227.
7. Kvetnansky R., Mikulaj L. Adrenal and urinary catecholamines in rats during adaptation to repeated immobilization stress. - Endocrinology, 1970, 87, 4, 738-743.
8. Науменко Е.В. Центральная регуляция гипофизарно-надпочечникового комплекса. - Л.: Наука, 1971.
9. Gordon R., Spector S., Sjordsma A., Udenfriend S. Increased synthesis of norepinephrine in the intact rat during exercise and exposure to cold. - J. Pharmacol. exp. Ther. 1966, 153, 440-447.

ON GENETICAL ASPECTS CONCERNING THE PITUITARY-ADRENAL
RESPONSE TO RESTRICTION IN MICE

N.K. Popova, L.A. Koryakina

S u m m a r y

The response of pituitary-adrenal axis, estimated by 11-hydroxycorticosteroid levels in the plasma of decapitated animals, to restriction was studied in eight inbred strains of mice and compared to the data, obtained after the injection of adrenaline and ACTH. It was found that the response to all of the influences, mentioned above, appears to be genetically determined. A positive correlation was observed between the response of pituitary-adrenal axis to adrenaline and restriction, while no correlation was found between the response to restriction and ACTH. It may be concluded that the genetically determined control of regulatory mechanisms appears to be the most important factor in the response of pituitary-adrenal axis to restriction and the participation of adrenergic mechanisms is apparently essential in the response to restriction.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СОДЕРЖАНИЯ
ГОРМОНОВ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ В КРОВИ И МОЧЕ ПРИ
ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

О.И. Имелик, А.А. Виру

Кафедра физиологии и кафедра физиологии спорта
Тартуского государственного университета

20 студентов факультета физической культуры выполняли 1-часовую работу на велоэргометре (220 Вт). У большинства исследуемых наблюдалось увеличение концентрации кортизола в сыворотке крови (определяли радиоиммунологически), расходящее от этого повышение общего содержания кортизола в сыворотке крови и снижение экскреции 17-оксикортикоидов. Таким образом, эти показатели не содержат одинаковую информацию об адренкортикальной активности.

Оценка функциональной активности коры надпочечников у людей при выполнении физических нагрузок обыкновенно основывается на изучении изменений или концентрации кортизола в плазме крови или экскреции его метаболитов с мочой /1, 2/. Увеличение обоих показателей рассматривается как факт, говорящий о повышении адренкортикальной активности. Целью настоящей работы было выяснить: 1) каково отношение между содержанием кортизола в сыворотке крови и выделением с мочой его метаболитов, 2) какое значение имеет изменение объема крови, происходящее во время работы, на сдвиги концентрации кортизола в сыворотке крови.

М е т о д и к а

При выполнении одночасовой работы на велоэргометре (220 Вт, 70 оборотов педалей в мин) определяли у 20 студентов факультета физической культуры до работы, на 10-ой, 30-ой и 60-ой минуте работы и через 30 мин после ее окончания концентрацию кортизола в сыворотке крови радиоиммунологически и объем крови ⁵¹кроме меченными эритроцитами. До и

после работы собирали мочу для определения экскреции 17-оксикортикоидов по методу Редди в модификации Брауна. На основе объема крови и концентрации кортизола в сыворотке вычисляли общее содержание кортизола в сыворотке циркулирующей крови, а на основе диуреза и концентрации 17-оксикортикоидов в моче - их выделение с мочой.

Результаты и их обсуждение

Полученные результаты в средних величинах приведены в таблице 1.

По средним данным, концентрация и общее содержание кортизола в сыворотке крови не изменяется. Анализ индивидуальных данных показывает у большинства исследуемых существенное увеличение концентрации в конце работы (рис. 1). Изменение общего содержания кортизола в сыворотке крови не совпадает с изменением его концентрации. В большинстве случаев увеличение концентрации кортизола в крови сочеталось со снижением экскреции 17-оксикортикостероидов (рис. 1 и 2). Последнее наблюдалось несмотря на существенное увеличение концентрации 17-оксикортикостероидов в моче (рис. 3).

Из приведенного видно, что изменения содержания гормона в сыворотке крови и выделения его метаболитов с мочой не одновременные. Таким образом, эти показатели не содержат одинаковой информации об адренкортикальной активности, как будет показано в дальнейшем (см. статью в следующем сборнике). Концентрация АКТИГ в сыворотке крови у большинства исследуемых не увеличивалась при этой нагрузке. В связи с тем не исключено, что одним фактором, приводящим к повышению уровня гормона в крови, может быть снижение его экскреции.

Литература

1. Виру А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. - М.: Медицина, 1977.
2. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. - М.: Наука, 1978.

Таблица I

Средние изменения показателей адренокортикальной активности при
1-часовой работе

Показатель	До работы	Во время работы			Через 30 мин после работы
		10 мин	30 мин	60 мин	
Концентрация кортизола в сыворотке крови $\mu\text{г}/\text{мл}$	293 \pm 3	321 \pm 39	362 \pm 40	362 \pm 35	474 \pm 56
Общее содержание кортизола в сыворотке крови (мг)	8,7 \pm 1,06	9,4 \pm 0,93	10,6 \pm 1,11	11,0 \pm 0,92	14,4 \pm 1,43
Концентрация 17-оксикортикостероидов в моче (мкг/мл)	3,1 \pm 0,27			5,2 \pm 0,74	
Экскреция 17-оксикортикостероидов с мочой (мкг/час)	223 \pm 27			134 \pm 26	
Диурез (мл/час)	72 \pm 6			23 \pm 6	

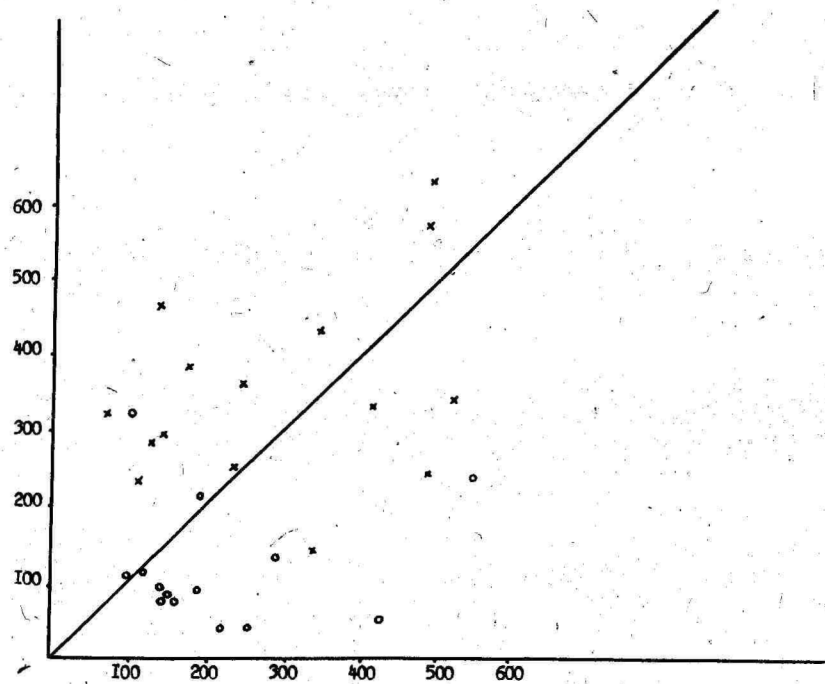


Рис. 1. Сравнение концентрации кортизола в крови (мг/мл) - x и экскреции 17-оксикортикостероидов (мкг/час) - o до (на абсциссе) и в конце (на ординате) 1-часовой работы на велоэргометре.

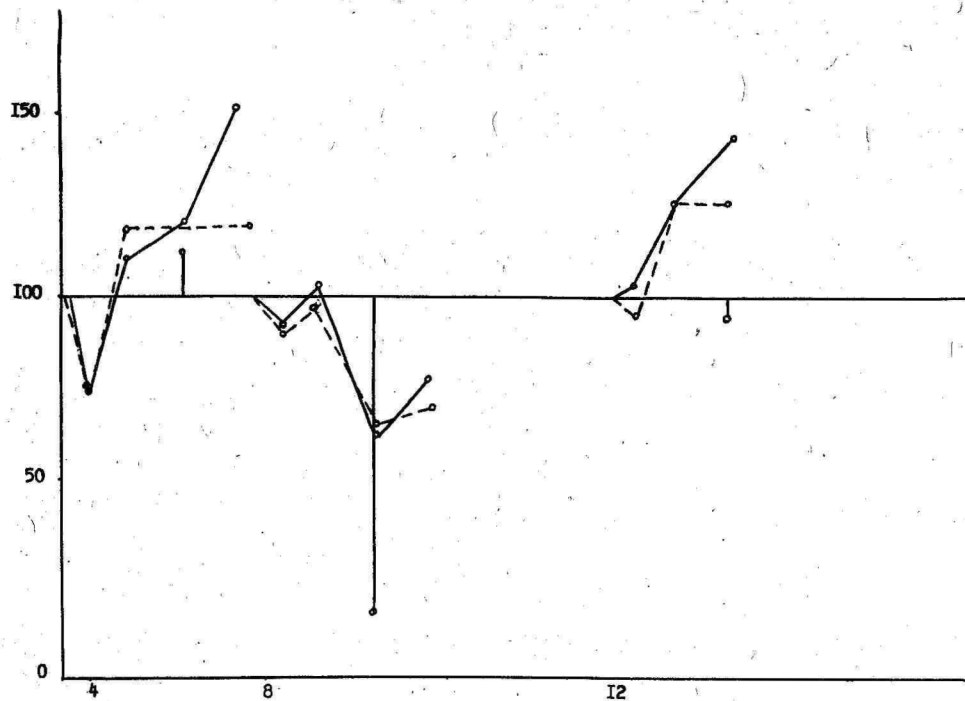


Рис. 2. Примерные кривые изменений в процентах концентрации (прерывистая линия) общего содержания (сплошная линия) кортизола в сыворотке крови и экскреции 17-оксикортикостероидов (вертикальные линии).

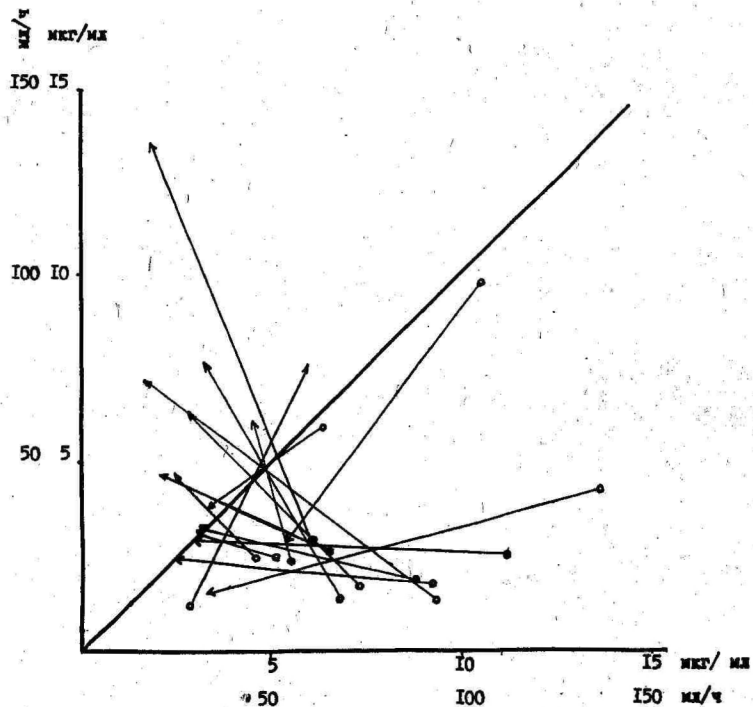


Рис. 3. Сравнение концентрации 17-оксикортикостероидов в моче (мкг/мл) - x и диуреза (мл/час) - y до (на абсциссе) и после (на ординате) 1-часовой работы на велоэргометре.

COMPARATIVE INVESTIGATION OF CHANGES IN THE CONTENT OF
SUPRARENAL CORTEX HORMONES IN BLOODSERUM AND URINE
AT PHYSICAL EXERCISE

O.I. Imelik, A.A. Viru

S u m m a r y

20 students of physical culture performed one-hour work on the bicycle ergometer (220 W). Between the changes of the concentration (determined by RIA) and total amount of bloodserum cortisol a certain discrepancy appeared. In most cases an increase of the bloodserum cortisol concentration with a simultaneous decrease of the 17-hydroxycorticoid excretion took place. Hence, these indices do not contain identical information about adrenocortical activity.

МЕТОД РАДИОИММУНООПРЕДЕЛЕНИЯ АНАБОЛИЧЕСКИХ СТЕРОИДОВ - СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

В.С. Чайковский, В.И. Морозов, В.А. Рогозкин

Отдел допингового контроля, Ленинградский
научно-исследовательский институт физической культуры

Представлены на примере I9-нортестостерона результаты исследований, проведенных авторами с целью оптимизации метода радиоиммуноопределения (РИО) анаболических стероидов (АС). Изучены некоторые параметры РИО в зависимости от используемого в качестве метки изотопа, а также от условий проведения реакции.

Ключевые слова: анаболические стероиды, I9-нортестостерон, радиоиммуноопределение.

В настоящее время АС получили широкое распространение в различных сферах жизнедеятельности человека, в том числе клинической и спортивной медицине. В экспериментах на животных показано, что введение им АС приводит к изменению эндокринного статуса организма /5/. Ясно, что для понимания сущности происходящих в организме под влиянием АС изменений необходимо их всестороннее изучение. При этом на первый план выдвигаются исследования, связанные с определением АС в организме. Для стероидных гормонов одним из наиболее эффективных методов определения, сочетающим высокую чувствительность с хорошей точностью и воспроизводимостью является РИО. Однако для развития метода необходима большая предварительная работа, связанная с получением антисывороток и радиоактивных стероидов, определением оптимальных условий и параметров метода.

Цель настоящей работы представить результаты типичных исследований, которые были получены при разработке метода РИО АС на примере развития метода РИО I9-нортестостерона.

Методика

Основные реагенты и реактивы, использованные в работе, условия РИО АС детально описаны в предыдущих работах /3, 4/. Главные параметры метода РИО АС определены с использованием методов математической обработки /2/.

Экстракцию стероидов проводили этиловым эфиром с использованием экстракционных колонок "Extubes" (США). Применение этого подхода позволило исключить центрифугирование мочи для отделения осадка и достичь оптимального сочетания удобства и скорости экстракции /1/.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных компонентов метода РИО стероидов являются радиоактивно меченные гормоны. В настоящее время в радиоиммунном методе определения стероидов используют меченные ^3H и ^{125}I -стероиды /9, 10/.

В идеальном методе РИО радиоактивный и нерадиоактивный стероиды не должны различаться по химическим и иммунологическим характеристикам /7/. Меченные тритием стероиды наиболее полно отвечают этим требованиям. Атомы трития и водорода сходны по размерам, поэтому и антитела имеют близкое сродство к нативным и тритированным стероидам. Это важное преимущество для получения достоверных результатов и возможности стандартизации метода РИО.

Мы провели исследования по сравнению ^3H и ^{125}I - 19-нортестостерона в РИО.* Были подвергнуты анализу такие характеристики метода как чувствительность и специфичность (табл. I).

Таблица I
Чувствительность РИО 19-нортестостерона при
использовании ^{125}I - и ^3H -стероидов

№ пп	Антисыворотка	Чувствительность РИО	
		^{125}I -стероид	^3H -стероид
1.	19-нортестостерон		
	17-гемисукцинату-ЧСА	6,2	12,5
2.	19-нортестостерон		
	3-(0-карбоксиметил) оксиму-БСА	0	6,2

* Эта часть работы была выполнена в отделе химической патологии (зав. - проф. Р.Брукс) госпиталя Св.Томаса (Лондон).

Из таблицы I видно, что чувствительность РИО для ^3H и ^{125}I - стероидов существенно не различается. Однако обращает внимание тот факт, что антисыворотка, полученная к конъюгату 3-(О-карбоксиметил) оксима 19-нортестостерона с БСА, не взаимодействовала с ^{125}I - 19-нортестостероном, синтезированным на основе 17-гемисукцината 19-нортестостерона.

Подобной проблемы не возникает, когда речь идет об ^3H -стероиде, что позволяет считать меченные тритием АС более универсальными метчиками.

Проведенное далее сравнение величин перекрестных реакций, полученных для ^3H и ^{125}I - 19-нортестостерона не выявило существенных отличий (табл. 2). Из представленных данных видно, что использование АС, меченных разными изотопами, не влияет на величину перекрестных реакций.

Таблица 2

Перекрестные реакции при использовании ^3H - и ^{125}I - 19-нортестостерона, %

№ пп	Стероиды	^3H -19-нортестостерон	^{125}I -19-нортестостерон
1.	Метандростенолон	0	0
2.	Линестренол	0	0,3
3.	Дигидротестостерон	0,18	0,18
4.	Δ^4 -эстр. -17-он	0,14	0,19
5.	4-эстрен-17 α -метил-17 β -ол-3-он	2,2	3,18
6.	17 α -этил-19-нортестостерон	6,9	5,0

Следует также заметить, что ^3H -стероиды более стабильны, что на наш взгляд является их преимуществом, хотя и требуют периодической (раз в 3-5 месяцев) очистки (в практике работы нашей лаборатории используется очистка ^3H -стероидов на колонках сефадекса LH-20).

Таким образом, экспериментальные данные убедили нас в целесообразности использования ^3H -АС.

Важным моментом развития метода РИО стероидов является упрощение процедуры анализа и сокращения его длительности. В настоящее время во многих лабораториях, применяющих РИО стероидов, используют различные варианты этого метода, поэтому представляло интерес исследование влияния различных условий

реакции РИО АС на основные характеристики метода. Представленные ниже данные получены при сравнении двух быстрых методов РИО. Один из них (РИО-I) разработан в лаборатории репродуктивной эндокринологии /6/ (Стокгольм, зав. - проф. Е. Дисфалузи); другой - (РИО-II) разработан в нашей лаборатории и применяется при допинговом контроле спортсменов.

При определении титра антисыворотки против 19-нортестостерона при использовании двух вариантов РИО оказалось, что для получения 50% связывания добавленного ^3H -19-нортестостерона в системе РИО-I необходимо конечное разведение антисыворотки 1:24000, в то время как в системе РИО-II - 1:47500.

Чувствительность и основные характеристики калибровочных кривых 19-нортестостерона очень близки для сравниваемых вариантов РИО. Также практически не различаются величины перекрестных реакций (табл. 3). При исследовании точности получена высокая корреляция для обоих методов (рис. 1).

Таблица 3
Перекрестные реакции в зависимости от условий РИО

№ пп	Стероиды	Величина перекрестных реакций с различными стероидами, %	
		РИО-I (0,3 мл-объем среды)	РИО-II (0,5 мл-объем среды)
1.	19-нортестостерон	100	100
2.	Метандростенолон	0,04	0,02
3.	Норэтандролон	0,02	0,01
4.	6 β -гидроксиметандростенолон	0,01	0,01
5.	Метенолон	3,2	3,0
6.	Тестостерон	4,2	5,1
7.	Норэтиндрон	0	0,03
8.	Норэтиндрол	0	0
9.	Станозолол	0	0
10.	Линестренол	0	0
11.	17 α -этилэстрадиол	0	0
12.	Оксиметолон	0	0

Таким образом, при сравнении двух различных методов РИО АС на примере 19-нортестостерона было показано, что от условий РИО в значительной степени может зависеть только рабочее разведение антисыворотки. Это обстоятельство может иметь

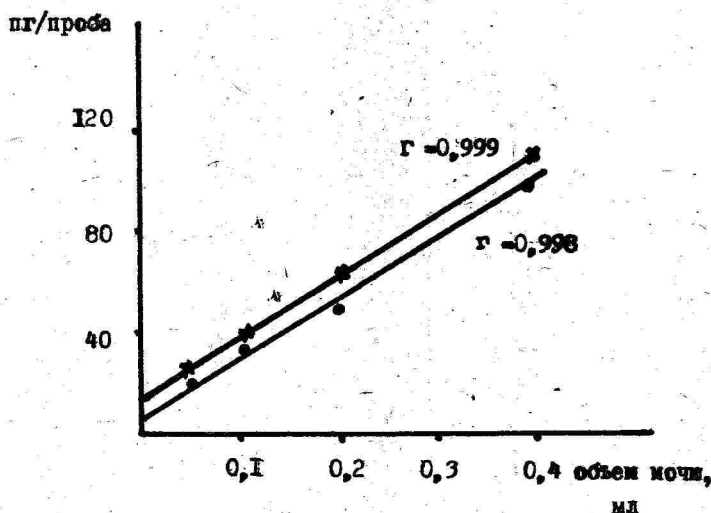


Рис. 1. Исследование точности РИО 19-нортестостерона при использовании различных условий реакции x—x РИО-I, o—o РИО-II

практическое значение при выполнении большого количества анализов. Остальные параметры метода — чувствительность, специфичность, профили калибровочных кривых не зависят в существенной степени от условий реакции РИО. Результаты исследования точности и воспроизводимости РИО 19-нортестостерона, разработанного в нашей лаборатории, представлены в таблицах 4 и 5. При скетчардовском анализе были получены следующие параметры: концентрация мест связывания антисыворотки $14,0 \cdot 10^{-9}$ моль, константа сродства — $1,0 \cdot 10^8$ моль.

Далее, используя представленный метод РИО АС, мы изучили содержание 19-нортестостерона в биологических жидкостях.

Из рис. 2 видно, что концентрация 19-нортестостерона в моче после орального приема стероида в дозе 0,5 мг/кг достигает максимальных величин несколько позже, чем в сыворотке крови и слюне. Пик концентрации 19-нортестостерона в крови по времени совпадает с пиком концентрации АС в слюне. Следует отметить, что конечные сроки обнаружения стероида во всех

Таблица 4

Результаты исследования точности и воспроизводимости РИО
 19-нортестостерона ($n = 16$)

№ пп	Содержание 19-нортестостерона в пробе (пг/мл)	Обнаруженное количество 19-нортестостерона (пг/мл)	Величина стандартного отклонения ($\pm SD$)	Коэффициент вариации между опытами, %	Эффективность открытия, %
1.	250	320	34	II	I28
2.	500	558	61	II	III
3.	1000	1035	116	II	I03
4.	2000	1773	228	I3	89
		$r = 0,998$		$11,5 \pm 0,5$	$107,7 \pm 8,2$
		$y = 0,926x + 147,0$			

Таблица 5

Результаты исследования воспроизводимости РИО
 19-нортестостерона внутри опыта (n = 9)

№ пп	Параметры	Опыт I	Опыт II
1.	Содержание 19-нортестостерона в пробе (кг/мл)	202	1021
2.	Стандартное отклонение ($\pm SD$)	13,5	72,7
3.	Коэффициент вариации внутри опыта, %	6,7	7,1

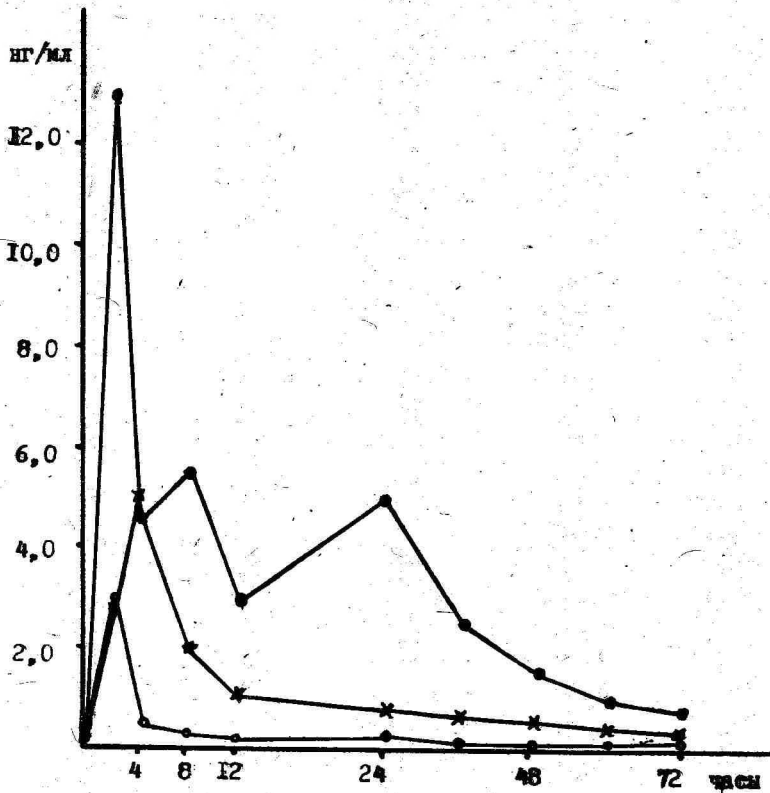


Рис. 2. Содержание 19-нортестостерона в биологических жидкостях после его однократного приема в дозе 0,5 мг/кг. ● — сыворотка крови, x — моча, ○ — слюна

биологических жидкостях практически одинаковы и составляют 36-48 часов.

Особый интерес представляют результаты исследований по определению конъюгированного 19-нортестостерона в моче после использования различных методов гидролиза /II/. Известно, что большинство естественных стероидов экскретируется преимущественно в конъюгированной форме, в виде глюкуронидов и сульфатов. Однако экскреция из организма различных АС изучена недостаточно.

На рис. 3 представлены результаты исследования содержания 19-нортестостерона в моче после кислотного и ферментативного гидролиза.

Из рис. 3 видно, что на различных стадиях экскреции содержание свободного и конъюгированного 19-нортестостерона в моче различно. Наибольшее количество конъюгированного стероида экскретируется, вероятно, в первые часы после приема стероида. На более поздних стадиях экскреции это соотношение меняется и относительное количество свободного 19-нортестостерона увеличивается.

Обращает внимание более высокое содержание 19-нортестостерона после кислотного гидролиза по сравнению с ферментативным на заключительных стадиях экскреции, что возможно, объясняется увеличением содержания в моче сульфатов 19-нортестостерона. Необходимо также отметить, что конечные сроки обнаружения АС в биопробах практически не отличаются при определении свободного и конъюгированного 19-нортестостерона.

Известно, что в практической деятельности используются производные 19-нортестостерона, вводимые в организм внутримышечно в виде масляных растворов и обеспечивающие пролонгированное действие АС. Согласно данным, полученным нами ранее, относительное содержание свободного 19-нортестостерона во время курса инъекций ретаболила (19-нортестостерон деканоат) в сыворотке крови, моче и слюне составляет 100, 40 и 5% соответственно. Это соотношение, однако, может существенно изменяться на различных стадиях выведения стероида из организма. После окончания введения ретаболила 19-нортестостерон хорошо выявляется в моче более чем через месяц как при использовании РИО, так и газ-хроматографии-масс-спектрометрии. Следует добавить, что в отдельных случаях мы обнаруживали 19-нортестостерон этими методами в моче более чем через 130 дней после введения ретаболила. Необходимо отме-

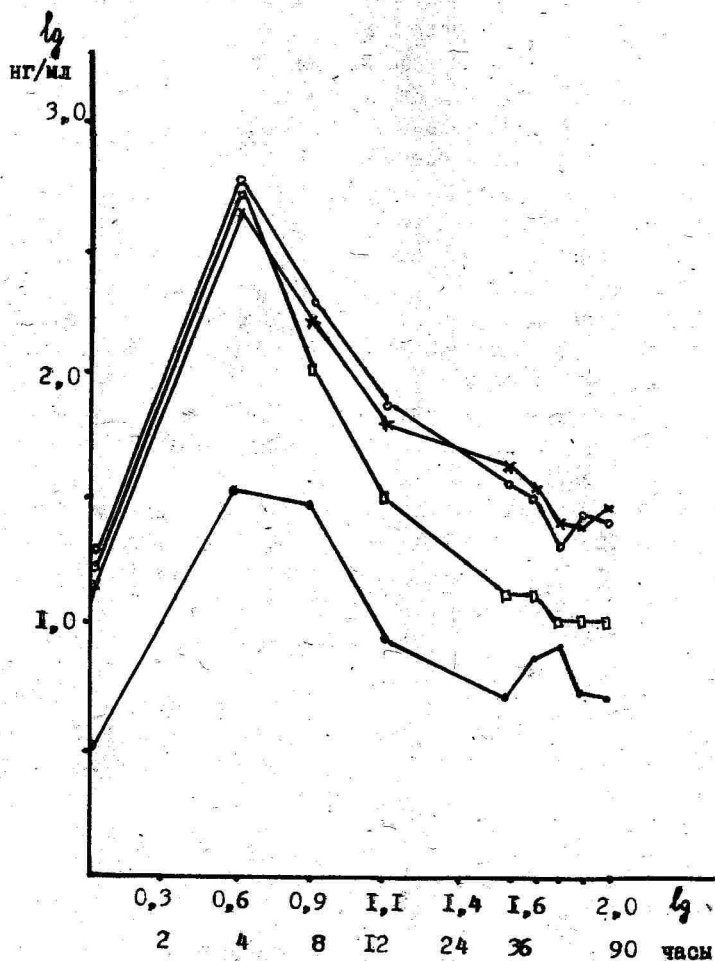


Рис. 3. Содержание 19-нортестостерона в моче после различных видов гидролиза. ●—H₂O ○—HCl
 ×—H₂O₄ □—β-глюкуронидаза.

тять, что обработку данных РИО проводили с использованием разработанных в отделе программ на отечественном миникомпьютере ДЗ-28. Использование этих программ позволило оптимизировать условия и параметры РИО, повысить достоверность получаемых результатов, ускорить процедуру обработки данных.

В заключение нужно подчеркнуть необходимость постоянного контроля качества РИО внутри и между лабораториями /10/. При использовании РИО в нашей лаборатории мы уделяем этому вопросу пристальное внимание. Важно добиться достаточного постоянства таких показателей как максимальное (B_0) и минимальное (неспецифическое) связывание, наклон калибровочной кривой, а также получить приемлемую вариативность контрольных образцов. Контроль качества РИО АС между лабораториями чрезвычайно необходим, так как результаты анализа биопроб в различных лабораториях должны быть хорошо сравнимы.

Таким образом, по результатам представленных исследований, проведенных при разработке РИО-19-нортестостерона, можно сделать следующие выводы:

1. Основные характеристики метода существенно не отличаются при использовании 3H и ^{125}I -стероидов, хотя 3H -АС являются более универсальными метчиками.

2. Не найдено существенных отличий по исследуемым характеристикам метода при сопоставлении двух вариантов РИО АС, однако для связывания 50% 3H -19-нортестостерона требовались различающиеся концентрации антисыворотки.

3. При изучении экскреции 19-нортестостерона из организма максимальные концентрации стероида в моче обнаруживаются прежде, чем в крови и слюне. На различных стадиях экскреции относительное содержание в моче свободного и общего 19-нортестостерона, определенного после ферментного и кислотного гидролиза, различно.

Литература

1. Иванова Е.М., Прияткин С.А. Использование "экстрационных" колонок для экстракции анаболических стероидов из мочи. - В сб.: Допинговый и медицинский контроль спортсменов. М., 1981.
2. Корнева И.А., Иванова Е.М., Чайковский В.С. Выбор оптимальных значений основных параметров метода радиоиммуноопределения. - В сб.: Допинговый и медицинский контроль спортсменов. М., 1981.
3. Рогозкин В.А., Чайковский В.С., Морозов В.И. Радиоиммунный метод определения метандростенолона в моче. - Хим. фарм. журн., 1979, 4, 98-101.

4. Чайковский В.С., Морозов В.И., Рогозкин В.А. Радиоиммуноопределение анаболических стероидов: возможности и перспективы. - В сб.: Допинговый контроль спортсменов. М., 1980, 121-131.
5. Чайковский В.С., Фельдкорен В.Б., Рогозкин В.А., Влияние анаболических стероидов на содержание тестостерона в крови белых крыс. - Учен. зап. Тартуск. гос. ун-та, вып. 462. Тарту, 1978, 161-164.
6. Aso R., Guerrero, Cekan S., Diczfalusy E. A rapid 5 hour radioimmunoassay of progesterone and oestradiol in human plasma. - Clin. Endocrinol., 1975, 4, 173-182.
7. Chase G.D. Some concepts of RIA theory, data reduction and quality control. II the "ideal" RIA. - Ligand Quarterly, 1979, 3, 29-32.
8. Ekins R. Basic concepts in quality control. - In Proceedings of International Atomic Energy Agency Symposium. W. Berlin, 1977, IAEA, Vienna, II, 6-20.
9. Jeffcoate S. Comparison of H³- and I¹²⁵-labelled antigens in steroid radioimmunoassays. - Pathologie-Biologie, 1975, 23, 903-905.
10. Jeffcoate S. Recent development in steroid radioimmunoassays. - J. Reprod. Fert., 1977, 51, 267-272.
11. Kjeld J.M., Puah C.M., Joplin G.F. Synthetic and endogenous testosterone conjugates: acid hydrolysis studied by radioimmunoassay. - Clin. Chim. Acta, 1978, 86, 235-243.

RADIOIMMUNOASSAY OF ANABOLIC STEROIDS -
PRESENT SITUATION AND PERSPECTIVE

V. Tchaikovsky, V. Morozov, V. Rogozkin

S u m m a r y

The development of 19-nortestosterone RIA is shown as a typical investigation. When ³H- and ¹²⁵I-19-nortestosterone were compared by using RIA methods it was shown that their sensitivity and specificity did not differ greatly. The antiserum, obtained with the help of conjugate of 19-nortestosterone 3-(0-carboxymethyl) oxime-BSA, did not react with ¹²⁵I-19-nortestosterone, synthesised on the basis

of 17-hemisuccinate-19-nortestosterone. Two rapid RIA AS methods are compared. The first of them is standardized in WHO system, the second one has been developed in our laboratory. Sensitivity, specificity, accuracy - the main characteristics of standard curves are very similar to the compared RIA methods. 19-Nortestosterone concentration was investigated in blood, urine and saliva on various stages of excretion. 19-Nortestosterone excretion with urine was studied after enzymic and acid hydrolysis. The necessity of the constant quality control of RIA is emphasized.

ЗАВИСИМОСТЬ СУТОЧНОЙ ПЕРИОДИКИ АЭРОБНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОРГАНИЗМА ОТ ГЛЮКОКОРТИКОИДНОГО РИТМА

В.П. Зубанов, М.П. Мошкин, Н.А. Ромашов
Новокузнецкий педагогический институт,
биологический институт СО АН СССР

Опытами на лабораторных мышьях было показано, что изменение глюкокортикоидного ритма введением гидрокортизона в фазе минимума гормона в крови (09 часов) (при плавании со ступеньчатоповышающейся нагрузкой до максимальной) приводило к смещению максимума аэробных возможностей (по выделению CO_2) на 21 час с понижением в 03 часа до исходного уровня. Как в контрольной, так и в группе с введением гормона в 21 час, максимум работоспособности и аэробных возможностей наблюдался в 03 часа. Введение гидрокортизона в 21 час способствовало некоторому увеличению амплитуды колебаний ритмов исследуемых функций.

Известно, что существует достаточно выраженный суточный ритм колебаний физической работоспособности, который во многом зависит от режима мышечной деятельности /1, 3, 13, 14/. Ранее проведенные нами /3/ исследования показывают, что однократное и регулярное выполнение физических упражнений в раннее утреннее время сопровождается изменением циркадного ансамбля физиологических функций, в большей степени касающееся ритмов кортикостероидной активности надпочечников.

Настоящая работа посвящена изучению влияния смоделированных гормональных ритмов на суточную периодичность физической работоспособности и аэробных возможностей организма.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на беспородных лабораторных мышьях, содержащихся при стандартных светотемновых режимах (свет с 09 до 21 часа). Гормональные ритмы моделировали путем введения гидрокортизона в течение 5 дней в 09 или в 21

час в дозе 10 мг/кг веса. Контрольным животным вводился физраствор.

Исследования проводили в 09, 15, 21 и 03 часа в контрольной группе сразу после введения гидрокортизона и через каждые 6 часов на протяжении суток - в экспериментальных группах.

Для определения работоспособности и аэробных возможностей животных была разработана специальная установка (рис. 1). Вместо традиционного подвешивания грузика к хвосту жи-

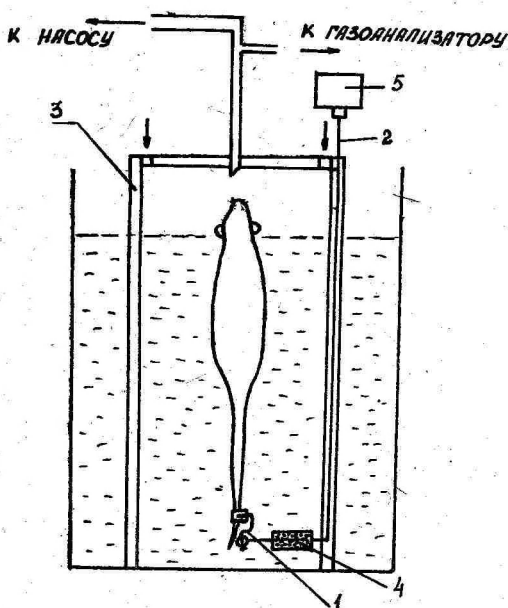


Рис. 1. Принципиальная схема эксперимента (пояснение в тексте)

вотного при плавании, мыши прикреплялись кончиком хвоста к вертлюгу (1 на рис. 1) на специальной штанге (2), загнутой внизу под углом 90 градусов. Животное накрывалось цилиндром (3) из оргстекла, а штанга своим верхним концом вставлялась в канал цилиндра и выходила на его крышке. Цилиндр с фиксированным животным погружался в воду с температурой 32-33 градуса так, чтобы между поверхностью воды и крышкой цилиндра оставалось небольшое пространство, через которое прокачи-

вался воздух для газоанализа.

Вся подвижная часть установки уравнивалась дополнительным поплавком (4). Таким образом животное могло совершенно без нагрузки сидеть на проволочке, которая при плавании вытаскивалась через отверстие в крышке цилиндра.

Величина нагрузки (в процентах от веса) регулировалась через штангу, на верхний конец которой в резервуар (5) бросались грузики или наливалась вода пропорционально весу животных. До 10% величина нагрузки увеличивалась по 2,5% в минуту (4 ступени), после 10% — по 1% в минуту до предельной.

Для газоанализа использовался С-метр с ионизационным детектором, позволяющим определять содержание CO_2 в воздухе. Сигнал усиливался усилителем постоянного тока И-37 и регистрировался на ленте самописца.

Результаты исследований

Физическая работоспособность мышей контрольной группы имела наибольшие значения в 21 и 03 часа, то есть в период бодрствования (рис. 2, А). Максимальные аэробные возможности (максимум выделения CO_2 при выполнении нагрузки) увеличивались в середине ночи в 03 часа (рис. 2, Б).

После введения гидрокортизона в 21 час (в фазу максимума кортикостероидов у сумеречных животных) суточный ритм работоспособности характеризовался увеличением выполняемой нагрузки в 03 часа с минимальными значениями в 09 и 15 часов, что практически совпадало с контрольным ритмом, за исключением несколько увеличенной амплитуды колебаний (рис. 2, А).

Суточный ритм максимальной интенсивности дыхания в этой группе не отличался от контрольного, но, как и для ритма работоспособности, наблюдалось увеличение амплитуды колебаний за счет некоторого снижения в 21 час и повышения в 03 часа.

Введение гидрокортизона в 09 часов приводило к увеличению амплитуды ритма работоспособности, но мало влияло на фазу суточных колебаний (различия между 21 и 03 часами не достоверны, рис. 2, А).

Суточный ритм аэробных возможностей мышей после утреннего введения гидрокортизона изменялся более существенно по сравнению с ритмом работоспособности. Максимум интенсивности дыхания приходился на 21 час (рис. 2, Б), снижаясь в 03 часа до исходного уровня (в контрольной группе в это время максимум). При этом наблюдалось снижение амплитуды колебания выделения CO_2 при выполнении нагрузок.

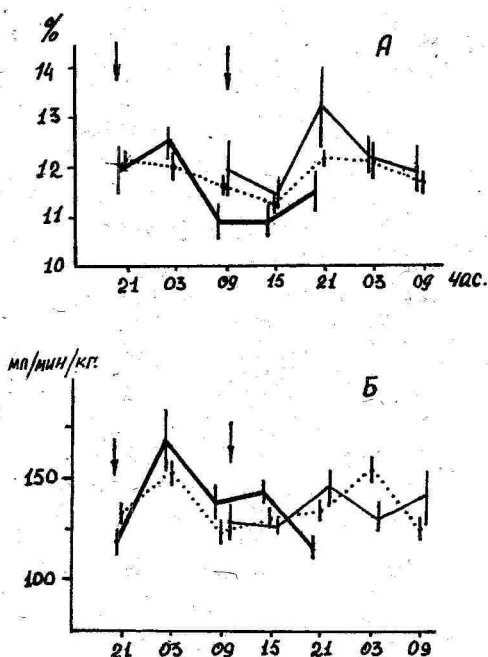


Рис. 2. Суточные ритмы работоспособности (А) и максимальной интенсивности дыхания (Б) у мышей контрольной группы (графики показаны точками), после введения гидрокортизона в 21 час (жирная линия) и в 09 часов (тонкая линия). Стрелками показано время введения.

Обсуждение результатов

Результаты исследований показали, что введение гидрокортизона в вечернее время не влияет на фазовые характеристики ритмов работоспособности и аэробных возможностей, но приводит к некоторому увеличению амплитуды суточных колебаний. Изменение глюкокортикоидного ритма введением гидрокортизона в 09 часов смещало максимум аэробных возможностей мышей на 21 час, с появлением в это же время более четко выраженного, чем в контроле, повышения работоспособности.

Влияние глюкокортикоидов на аэробные возможности организма может быть опосредовано через сердечно-сосудистую систему. Известно, что основной задачей последней является адекватное снабжение организма кислородом, увеличение потребления которого при выполнении физических нагрузок ограничивается в первую очередь невозможностью повышения минутного объема крови, тогда как механизмы внешнего и тканевого дыхания в экстремальных условиях оказываются использованными еще не до конца /2, 4, 15/.

Данные других авторов /5, 6, 7, 9, 11/ показывают, что кортикостероиды оказывают существенное влияние на сердечную производительность и могут являться лимитирующим фактором вследствие нарушения электролитного обмена. Адекватное снабжение тканей глюкокортикоидами является важным условием для предотвращения развития функциональных и метаболических расстройств миокарда и понижения работоспособности при физических нагрузках /8, 9/. Кроме того, глюкокортикоиды могут оказывать воздействие на характер утилизации кислорода тканями и сердечную деятельность через катехоламины, на процессы обмена и депонирования которых они (кортикостероиды) оказывают также существенное влияние /12, 16/.

Глюкокортикоидная регуляция обмена веществ организма и в частности миокарда, которая имеет существенное значение в обеспечении как срочной, так и долговременной адаптации организма к повышенной физической активности, может нарушаться не только вследствие уменьшения содержания гормона в крови, но и в результате расстройств в механизме реализации гормонального эффекта в тканях /10/.

Таким образом, многогранное действие глюкокортикоидов на органы-мишени, заключающееся согласно общепризнанной схеме в индукции ферментов, не позволяет сейчас утверждать о механизме перестройки ритмов аэробных возможностей в зависимости от ритмов гормональных и требует дальнейшего изучения. Но более утвердительно можно сказать, что такая зависимость имеется, так как и при перестройке ритмов физической активности происходит перестройка ритма глюкокортикоидной функции /3/.

Литература

1. Васильев И.Г., Зимницкая Л.Г., Склярчик В.Л., Смирнов К.М., Филиппов В.Г., Хитун С.А., Шаталов А.М. О суточном ритме работоспособности человека. - Физиол.ж. СССР, 1967, 9, 817-824.
2. Гайтон А. Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция. М., 1969, Лондон, 1963.
3. Зубанов В.Н., Дьячков В.А., Мошкин М.Н., Посный В.С. Перестройка циркадных ритмов физиологических функций при спортивных тренировках в разное время суток. - Физиология человека, 1981, 7, 1, 138-144.
4. Карпман В.Л., Куколевский П.М. - Сердце и спорт. Очерки спортивной кардиологии. - М.: Медицина, 1968.
5. Колпаков М.Г., Казин Э.М., Блинова Н.Г., Мошкин М.И., Маркель А.Л. Корреляционные взаимоотношения кровообращения и кортикостероидной функции при физической нагрузке. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, вып. 2. Тарту, 1971, 101-113.
6. Колпаков М.Г., Маркель А.Л., Мошкин М.И. Сравнение действия ДОКА и преднизолона на изменение гемодинамики при физической нагрузке. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности, вып. 4. Тарту, 1973, 77-80.
7. Кырге П.К. Механизмы, лимитирующие работоспособность сердца при физических нагрузках. - В сб.: Актуальные вопросы спортивной медицины и лечебной физкультуры. Таллин, 1974, 127-130.
8. Кырге П.К. Катионный обмен миокарда и его гормональная регуляция при истощающих физических нагрузках и тренировке. - автореф. докт. дисс. Таллин, 1975.
9. Кырге П.К. Функция Na, K-насоса и его кортикостероидная регуляция как факторы, лимитирующие адаптацию сердца к большой нагрузке. - Кардиология, 1976, 16, 9, 15-21.
10. Кырге П.К., Эллер А.К., Тимпманис С.К., Сэппет Э.К. Влияние больших физических нагрузок на функционирование молекулярного механизма действия глюкокортикоидов в сердце и скелетных мышцах. - В сб.: Функционирование

- молекулярного механизма действия глюкокортикоидов в сердце и скелетных мышцах. - В сб.: Функционирование эндокринных желез и механизм действия гормонов при мышечной деятельности. Тарту, 1981, 10, 14-28.
11. Мозкин М.П. Взаимодействие кортикостероидной функции и гемодинамики в реакции организма на физическую нагрузку. - Автореф. дисс. канд. Алма-Ата, 1973.
12. Осинская В.О., Расин М.С., Утевский А.М. Некоторые биохимические механизмы взаимодействия и функции катехоламинов и кортикостероидов. - В сб.: Физиология, биохимия и патология эндокринной системы, 1975, 5, 3-11.
13. Харабуга С.Г., Банникова М.А., Золотарев А.П. Динамика работоспособности в период скрытого десинхроноза. - В сб.: Некоторые вопросы биоритмологии, врачебного и педагогического контроля. Иркутск, 1974, 50-51.
14. Шкробтий Ю.М., Иценко О.В. Динамика работоспособности пловцов в течение дня и ее влияние на организацию тренировочного процесса. - В сб.: Плавание (тематический сборник). Киев, 1974, 43-48.
15. Quellet J., Poh S.S., Becklahe M.R., Circulatory factors limiting maximal aerobic exercise capacity. - J. Appl. Physiol., 1969, 27, 6, 874-880.
16. Nicole J.M., Rae R.M., Buchett W.R. The effect of corticosteroids on the response of the isolated artery to noradrenaline. - Bibl. anat., 1973, 12, 410-413.

CONNECTION BETWEEN THE DIURNAL DYNAMICS OF
AEROBIC CAPACITY AND THE RHYTHM OF GLYCCORTICOCIDS

V. Zubanov, M. Moshkin, N. Romashov

S u m m a r y

Experiments on mice showed that the change in the rhythm of glyccorticoids by the administration of hydrocortisone at the lowest level of hormone content in blood shifted the maximum of aerobic capacity in time.

О ДВУХФАЗНОМ ДЕЙСТВИИ ЭЛЕУТЕРОКОККА НА ЭНДОКРИННЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПРИ МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ И СТРЕССЕ

И.В. Дардымов, Г.Н. Бездетко, В.С. Посохов
Лаборатория биохимической фармакологии Отдела
физиологии и фармакологии Института биологии
моря ДВНЦ АН СССР

Препараты *Eleutherococcus Senticosus* Maxim. семейства *Araliaceae* обладают способностью повышать мышечную работоспособность животных /1/ и человека /4/. Показано, что в повышении работоспособности животных под влиянием элеутерококка существенную роль играет инсулиноподобное действие его гликозидов /2/. С другой стороны накапливались факты, которые не укладывались в инсулиновую гипотезу /3/. В настоящей работе предпринята попытка разграничения биологических эффектов элеутерококка во времени.

Методика

Исследования проводили на крысах-самцах Вистар (180-200 г). Использовали два варианта мышечных нагрузок: 15-минутное плавание при 28-30° с грузом на хвосте (10% от веса тела) и часовое плавание при 24°. II-оксикортикостероиды в периферической крови определяли флюориметрическим методом; циклические 3', 5'-АМФ и 3', 5'-ГМФ определяли радиоиммунным методом с помощью наборов (Amersham). Параметры кальциевого цикла митохондрий печени крыс - скорость входа, выхода и время удержания кальция митохондриями исследовали с помощью Ca^{++} -селективного электрода, по люминисценции пиридиновых нуклеотидов, флюорисцентного зонда на Ca^{++} - тетрациклина, по скорости высокоамплитудного набухания митохондрий. В работе использовали экстракт элеутерококка, сумму его гликозидов и один из его гликозидов - сирингин (4-β-глюкозид синапсового спирта).

Результаты исследований и их обсуждение

Показано, что у голодных животных через 15 мин после введения элеутерококка уровень сахара в крови повышается на 29% (адреналглюкагоновое действие). В опытах на сытых крысах через 60 мин после введения экстракта наблюдалось снижение сахара крови на 40% (инсулиноподобное действие) (табл. I). В эти же сроки после введения элеутерококка наблюдалось снижение содержания ЦАМФ в печени на 30%. Между тем концентрация ЦАМФ в скелетных мышцах и печени увеличилась в 2,5 и 2 раза. Это согласуется с представлением об инсулиноподобном действии элеутерококка через один час после его введения.

Таблица I

Влияние экстракта элеутерококка на содержание глюкозы в крови сытых и голодных крыс, мМ/мл

Группа животных	Интактные	Время после введения элеутерококка, мин.		
		15	30	60
Сытые	9,94±1,67	-	6,16±1,5	5,95±1,1 P < 0,05
Голодные	7,04±0,42	9,05±0,55 P < 0,05	6,97±0,61	-

В другом опыте крысам вводили адреналин (20 мкг/кг внутривенно). Через 60 мин концентрация глюкозы в крови увеличилась на 22%, а затем начинала снижаться. Предварительное введение животным элеутерококка способствовало более быстрому нарастанию уровня сахара в крови, т.е. имело место перmissive влияние элеутерококка по отношению к адреналину. Через 60 мин после введения адреналина элеутерококк вызывал противоположный эффект - концентрация сахара в крови была ниже, чем в контрольной группе, т.е. наблюдалось инсулиноподобное действие препарата.

В следующей серии опытов крыс подвешивали за дорзальную шейную складку кожи на разные сроки. Животным одной из групп вводили сумму гликозидов элеутерококка (5 мг/кг внутривенно) за один час до забоя. Оказалось, что 30-минутное подвешивание вызывает увеличение концентрации II-оксикортикостероидов в крови в 4 раза, подвешивание крыс на фоне элеутерококка увеличивало концентрацию II-ОКС в пять раз. Значит, элеутерококк ускорил развитие стадии тревоги. Вероятно,

препарат усилил эффект АКГГ на надпочечники.

После 2-х и 6-ти часового подвешивания элеутерококк существенно не влиял на уровень II-ОКС в крови. Тем не менее, между этими сроками наметился перекрест. После 15-часового подвешивания в группе крыс, получавших элеутерококк, концентрация II-ОКС в крови была достоверно ниже, чем в контрольной группе (табл. 2). В этот период, по-видимому, срабатывают инсулиноподобные механизмы.

Таблица 2

Влияние гликозидов элеутерококка на концентрацию II-оксикортикостероидов (II-ОКС) в периферической крови крыс в условиях подвешивания на разные сроки

Группа животных	Концентрация II-ОКС, мкг/100 мл при разных сроках подвешивания, час			
	0,5	2	6	15
Интактные	5,7±1,9	6,1±1,3	3,2±0,7	5,3±1,7
Стресс (контроль)	24,8±1,8	22,2±1,4	16,0±1,3	18,8±1,7
Подвешивание + гликозиды, 5 мг/кг	32,0±2,1	23,9±1,3*	14,7±1,4*	13,8±1,5

* $P > 0,5$. В остальных случаях $P < 0,05$. В каждой группе $n = 8$.

Инсулиноподобная фаза в действии элеутерококка выявлена и при 15-минутном плавании крыс с грузом. В контроле концентрация II-ОКС в крови возрастала в 3,5 раза, а при плавании на фоне элеутерококка - на 75% (интактные - $12 \pm 2,9$, плавание - $45,8 \pm 4,6$, плавание + элеутерококк - $20,4 \pm 1,8$ мкг/100 мл).

В другом опыте после плавания в течение 60 минут при температуре воды 24° крыс забивали через один час отдыха. При этом концентрация цАМФ и цГМФ в мышце и печени превышала уровень контроля в элеутерококковой группе в 2-3 раза. Плавание крыс в холодной воде - очень тяжелый стресс, поэтому обе реакции (адренергическая и холинергическая) были ярко выраженными. Тем не менее, элеутерококк снижал отношение цАМФ к цГМФ, т.е. в большей степени активировал холинергическую реакцию (инсулиноподобный эффект). Для выяснения возможных первичных механизмов действия элеутерококка исследовали его влияние на обмен Ca^{++} митохондриями печени крыс. Сириягин ускорял набухание митохондрий за счет уменьшения

лаг-периода. Добавление в среду 1 мМ ЭДТА останавливало набухание. Из этого следует, что ускорение набухания митохондрий под влиянием сирингина действительно обусловлено ускорением транспорта кальция в митохондрии.

В другом опыте крысы получали экстракт элеутерококка (1 мл/кг внутривнутрино) за 1 час до забоя. В митохондриях крыс, получавших элеутерококк, скорость переноса кальция через мембрану как внутрь, так и наружу была выше, чем в контроле (субстрат - β -оксибутират).

Таким образом показано, что влияние препаратов элеутерококка на метаболизм зависит от состояния животных. В опытах на голодных крысах выявлен адренал-глюкагоновый эффект элеутерококка, который связан со стимуляцией транспорта кальция в клетке.

В начальный период активации адренал-глюкагоновых реакций и гипоталамо-гипофиз-адреналовой системы препараты элеутерококка ускоряют их развитие, по-видимому, путем пермиссивного действия относительно адреналина и АКТГ. В некоторых условиях элеутерококк активизирует аденилат-циклизную систему.

Во второй фазе стадии тревоги, когда адренал-глюкагоновые и глюкокортикоидные реакции превышают необходимый уровень и уже срабатывают противоположные гормональные реакции холинергической направленности, элеутерококк их усиливает. Внешне это проявляется в антиалармном действии его препаратов. Во второй фазе действия элеутерококка существенную роль, по-видимому, играет активация гуанилат-циклизной системы (инсулиноподобное действие).

Способность элеутерококка автоматически регулировать энергетический метаболизм в направлении, необходимом организму, отличает адаптогены от допингов.

Литература

1. Брехман И.И., Дардымов И.В., Добряков Ю.И. - Фармакол. и токсикол., 1966, 2, 167.
2. Дардымов И.В., Ласина Э.И. - В сб.: Лекарственные средства Дальнего Востока, вып. II, 1972, 56.
3. Дардымов И.В. Женьшень и элеутерококк. - М.: Наука, 1976.
4. Коробков В.А. - В сб.: Симпозиумы по элеутерококку и женьшеню, 1962, 42.

**TWO PHASES OF THE ELEUTEROCOCCUS EFFECT ON THE
INTERNAL-SECRETORY MECHANISMS DURING PHYSICAL WORK
AND IN A STATE OF STRESS**

I. Dardymov, G. Bezdetko, V. Peschov

S u m m a r y

The eleuterococcus possesses an ability to automatically regulate energetical processes in the direction necessary for the organism.

In this adaptogenic quality it differs from doping agents.

ВЛИЯНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ТИРЕОТРОПНУЮ
ФУНКЦИЮ ГИПОФИЗА И ТИРЕОИДНУЮ ФУНКЦИЮ
ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У СОБАК

Л.А. Шитов, Е.М. Шитова

Кафедра анатомии и физиологии человека и животных
Брестского государственного педагогического института

У собак определялось в сыворотке крови содержание тиреотропного гормона гипофиза и общего тироксина. Кратковременные неинтенсивные однократные статические нагрузки вызвали незначительное повышение функциональной активности щитовидной железы и гипофиза. Интенсивные и длительные статические нагрузки приводили к более выраженным функциональным сдвигам со стороны тиреотропной функции гипофиза и щитовидной железы. Мышечная тренировка приводила к адаптации гипофиза и щитовидной железы к статическим нагрузкам.

Реакция щитовидной железы и тиреотропная функция гипофиза на динамические нагрузки у человека изучалась рядом авторов /1, 2, 3, 4, 5/. Вместе с тем адаптационные возможности щитовидной железы и гипофиза к статическим нагрузкам изучены не достаточно.

Методика

Наблюдения проводились на 8 взрослых собаках (самцах). Содержание тиреостимулирующего гормона гипофиза (ТСГ) и общего тироксина (T_4) в сыворотке крови определялось *in vitro* радиоиммунным методом Ria-Mat ТЭН и ReS-O-Mat T_4 до статической нагрузки (СН), в процессе удержания груза и в период отдыха, продолжительность которого составляла 1-2 часа. Определялась реакция эндокринных желез на однократную статическую нагрузку в 40% и 60% от максимально выдерживаемого груза (МВГ) с длительностью СН в 30 минут, а также влияние 6-недельной тренировки статическими нагрузками. Интенсивность нагрузки постепенно возрастала от 40% до 60% от МВГ

с увеличением длительности удержания груза с 30 минут до 1 часа.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенные исследования показали, что однократные СН, равные 40% от МВН, при удержании груза в течение 30 минут оказывали незначительное влияние на содержание в сыворотке крови ТСГ и T_4 . Во время СН у 5 животных на первых 15-20 минутах наблюдалось увеличение в сыворотке крови ТСГ на 0,5-1,0 мМЕ/мл и T_4 на 5-8 мг/100 мл с последующим снижением к концу нагрузки. У остальных собак повышенная функциональная тиреотропная активность гипофиза и щитовидной железы сохранялась до конца нагрузки.

Однократные 30-минутные СН, равные 60% от МВГ, приводили к более значительным изменениям изучаемых показателей в сыворотке крови у всех животных. На первых 15-20 минутах СН отмечалось увеличение концентрации в сыворотке крови ТСГ на 1,0-1,8 мМЕ/мл и T_4 на 10-15 мг/100 мл по сравнению с исходным фоном до начала нагрузки. В последующее время удержания груза на фоне повышенной тиреотропной и тиреоидной активности отмечались многофазовые изменения в содержании ТСГ и T_4 в сыворотке крови. С прекращением СН на первых минутах отдыха обычно наблюдалось повышение содержания T_4 и одновременное снижение концентрации ТСГ. Такое явление отмечалось другими авторами /1/ при выполнении человеком динамической работы. Увеличение в сыворотке крови T_4 , по-видимому, можно объяснить снижением запроса мышц в тироксине на фоне гиперфункции щитовидной железы. Есть основание считать, что снижение концентрации ТСГ обусловлено влиянием избыточного тироксина на тиреотропную функцию гипофиза. С прекращением СН наблюдалось волнообразное медленное снижение гипофизарной и тиреоидной активности.

Под влиянием 6-недельной тренировки животных изменения ТСГ и T_4 в сыворотке крови во время СН приняли более однонаправленный характер, что выражалось у животных в стойком повышении содержания ТСГ и T_4 . Под воздействием тренировки время нормализации до исходных величин T_4 и ТСГ сокращалось.

Выводы

1. Адаптация организма животных к статическим нагрузкам связана с тиреотропной функцией гипофиза и тиреотропной функцией щитовидной железы.

2. Длительно умеренная тренировка к статическим нагрузкам оказывает благоприятное влияние на адаптационную способность гипофиза и щитовидной железы.

Литература

1. Томсон К.Э., Калликорм А.П., Пярнат Я.П. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1975.
2. Caralis O.G., Edwards L., Davis P.J. - Am. J. Physiol. 1977, 223, 115.
3. O'Connell M., Robbins D.C., Horton E.S., Sims E.A.H., Donforth E.J. - Clin. Endocrinol. and Metabol. 1979, 42, 2, 242.
4. Rhodes B.-A. - Natura. 1967, 216, 917.
5. Terjung R.L., Winder W.W. - Med. Sci. in Sports. 1975, 7, 20.

EFFECT OF STATIC LOADING ON THE THYROID STIMULATING HORMONE FUNCTIONS OF HYPOPHYSIS AND THE FUNCTION OF THYROID GLAND IN DOGS

L.A. Shitov, E.M. Shitova

S u m m a r y

The thyrotropin hormone was determined from the thyroid gland and the total thyroxine from the blood serum of dogs. Short unintensive one-time loading provoked minor increase of functional activeness of thyroid gland and the hypophysis. Intensive and prolonged static loads resulted in more conspicuous functional shifts in the thyroid gland. Muscle training led to the adaptation of the hypophysis and the thyroid gland to the static tension.

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ СИМПАТО-АДРЕНАЛОВОЙ СИСТЕМЫ НА РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ПУЛЕВОЙ СТРЕЛБЫ В УСЛОВИЯХ СОРЕВНОВАНИЙ

Г.С. Пухова, И.С. Морозов, Е.Р. Иванов
Лаборатория спортивной эндокринологии ВНИИФК,
Лаборатория фармакологии эмоционального стресса
Института фармакологии АМН СССР

Обследование состояния симпато-адреналовой системы у стрелков высокой квалификации до и после тренировок и соревнований показало, что активация гормонального отдела симпато-адреналовой системы, сопровождающаяся освобождением адреналина, приводит к расстройствам тонких двигательных навыков и снижает результативность стрельбы. Низкий уровень фонового выделения катехоламинов у стрелков и усиление их катаболизма перед соревнованиями, по-видимому, являются определенными компенсаторными механизмами, формирующимися в процессе адаптации к данному виду спорта.

Умеренная активация симпато-адреналовой системы (САС) при соревнованиях обычно считается положительным явлением, так как освобождение катехоламинов (КА) обеспечивает быструю перестройку метаболических процессов /2/. Повышенный уровень КА в организме приводит также к существенным изменениям сократительной способности скелетных мышц, базального мышечного тонуса и нервно-мышечной проводимости /7/, подготавливая скелетную мускулатуру к интенсивной мышечной работе, что имеет важное значение для циклических и скоростно-силовых видов спорта.

Целью настоящего исследования было выявление влияния предстартовой и соревновательной активации САС на спортивный результат при пулевой стрельбе, которая основана на комплексе сложно-координированных двигательных актов небольшой мощности. Параллельно изучали деятельность некоторых других систем, участвующих в реализации двигательных навыков.

Материалы и методы

Обследовано 43 спортсмена высокой квалификации в состоянии относительного покоя, до и после тренировок, контрольной стрельбы и соревнований с регистрацией достигнутого очкового результата. Экскрецию адреналина (А), норадреналина (НА), дофамина (ДА) ДОФА и ванилил-миндальной кислоты (ВМК) исследовались флуориметрическим /4/ и фотометрическим /10/ методами. Вычисляли также индекс симпатической активации по Кердо /8/. Для оценки общей психической активации и психоэмоциональной напряженности использовали анкетные тесты /1, 9/ и метод определения критической частоты слияния мельканий /5/. Состояние механизмов организации статических и манипуляционных актов определяли с помощью тремографии и тензометрической регистрации характера обработки спуска во время стрельбы /3/. Полученные данные обработаны с помощью методов корреляционного, вариационного и непараметрического анализа /6/.

Результаты и обсуждение

Было установлено, что средняя фоновая экскреция А, НА и ВМК у стрелков заметно ниже, а ДОФА и особенно ДА - выше, чем у представителей других /2/ видов спорта (А - $1,65 \pm 0,24$, НА - $2,51 \pm 0,20$, ДОФА - 24 ± 9 , ДА - 614 ± 87 , ВМК - 679 ± 78 нг/мин).

В предстартовом периоде уровень выделения КА, особенно А, нарастал (А - до $7,10 \pm 0,5$, НА - до $4,90 \pm 0,06$ нг/мин; $p < 0,05$), что указывает на выраженную активацию гормонального отдела САС. Параллельно увеличивалась экскреция ВМК (до 1086 ± 85 нг/мин; $p < 0,05$). Эти результаты свидетельствуют о высоком эмоциональном напряжении стрелков, которое подтверждалось также данными психофизиологического обследования. Значимость соревнований, в частности, оценивалась спортсменами в 50-90% от "максимальной жизненной задачи" на данный период. Уровень ситуативной тревоги увеличивался с $36,00 \pm 1,29$ до $42,20 \pm 2,07$ баллов, амплитуда тремора - с $1,20 \pm 0,04$ до $2,23 \pm 0,06$ мм. Индекс Кердо нарастал с $-8,57 \pm 0,23$ до $+5,00 \pm 0,17$, соответствуя по критерию знака повышению уровня экскреции А и НА. После соревнований экскреция А снижалась до $2,9 \pm 0,03$ нг/мин, а амплитуда тремора умень-

шалась до $I,76 \pm 0,07$ мм.

Корреляционный анализ выявил значительную положительную связь между амплитудой тремора и уровнем экскреции КА (средний коэффициент корреляции $+0,58$). Коэффициент регрессии для А был равен $+0,33$, для НА $+0,003$, для ДА $+0,0000085$ и для ДОФА $+0,1$. Таким образом, амплитуда тремора в основном коррелировала с величиной экскреции А и в меньшей степени - ДОФА.

Увеличение амплитуды тремора и зависящей от нее частоты эпизодов деструкции навыка обработки спуска, в свою очередь, были достоверно связаны со снижением результативности стрельбы (вероятность ошибки $p < 0,05$). Аналогичные соотношения наблюдались при анализе результатов, полученных после стрельбы.

Полученные данные показывают, что активация гормонального отдела САС в условиях психоэмоциональной напряженности отрицательно влияет на спортивный результат, так как увеличение амплитуды тремора, с которой коррелирует экскреция А, приводит к деструкции тонких двигательных навыков. Наиболее вероятно, что указанные изменения реализуются путем активации β -адренорецепторов скелетных мышц, что вызывает существенные сдвиги в функциональном состоянии эффекторов в системах организации движений.

Значительное усиление интенсивности разрушения КА в этот период, на которое указывает нарастание выделения ВМК, может рассматриваться как определенный компенсаторный механизм, устраняющий избыточное количество А. Другим фактором, ограничивающим степень активации САС при стрельбе, возможно, является низкая величина фоновой экскреции КА, в значительной мере предопределяющий дальнейшую реакцию САС на нагрузки $/2/$. Низкий фон КА у стрелков нельзя считать признаком угнетения деятельности САС, так как высокий уровень фонового выделения ДОФА и ДА свидетельствует о нормальном функциональном состоянии системы.

Таким образом, активация САС, сопровождающаяся освобождением избыточного количества А, может рассматриваться как самостоятельный фактор этиопатогенеза расстройств двигательных навыков, приводящий к снижению результативности стрельбы. В процессе адаптации к специфическим условиям пулевой стрельбы у спортсменов формируются компенсаторные механизмы, регулирующие уровень КА в организме: снижение фонового содержания КА и усиление интенсивности гормональной деградации в предстартовом периоде.

Литература

1. Вяткин Б.А. Роль темперамента в спортивной деятельности. - М.: ФиС, 1978.
2. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. - Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности. - М.: Наука, 1978.
3. Кинль В.А. - Теория и практика физ. культуры, 1975, I, 16.
4. Матлина Э.Ш., Киселева Э.Н., Софиева И.Э. - Труды по новой аппаратуре и методикам I-го Московского мед. ин-та, вып. 3. М., 1965, 25-32.
5. Пейсахов Н.М., Камин А.П., Баранов Г.Г., Ваганов Р.Г. - В кн.: Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека. Казань, 1976.
6. Сепетлиев Д. Статистические методы в научных медицинских исследованиях. - М.: Медицина, 1968.
7. Bowmann W.C., Nott M.W. - Pharm. Rev. 1969, 21, 27-72.
8. Kerdo J. - Intern. J. Bioclimatol. Biometeorol. 1957. I, sec. C.
9. Spielberger C.D. - In: Anxiety and behavior. N.Y. Acad Press. 1966.
10. Gitlow S.E., Crustein M.D.L., Mendlowitz, M., Khossis S., Kruk E. - Amer. J. Med. 1960, 28, 921-926.

INFLUENCE OF SYMPATHETIC-ADRENAL SYSTEM ACTIVATION ON RESULTS OF SHOOTING DURING COMPETITIONS

Puhova, G.S., Morozov I.S., Ivanov E.R.

S u m m a r y

Highly skilled shooters have been investigated during trainings and competitions. The activation of the hormonal part of the sympathetic-adrenal system, accompanied by the increase of adrenaline excretion, leads to the destruction of precise motor skills and worsens sporting results. The decreased level of catecholamine excretion at rest (in comparison with other kinds of sport) and heightened catecholamine degradation in the precompetitive period may be considered as some compensating mechanisms, formed during adaptation to shooting.

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИМПАТО-АДРЕНАЛОВОЙ СИСТЕМЫ,
НАТРИЙ-КАЛИЙ СЕКРЕТОРНОЙ ФУНКЦИИ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ И
УРОВЕНЬ ГЛИКОЛИТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ У ЮНЫХ
СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ И
ТРЕНИРОВАННОСТИ**

Л.Ф. Березков, М.С. Осипова

Институт гигиены детей и подростков МЗ СССР

Исследование функционального состояния симпато-адреналовой системы, натрий-калий секреторной функции слюнных желез и уровня гликолитических процессов при велоэргометрических нагрузках проведены у 34 юных легкоатлетов и натрий-калий секреторной функции слюнных желез у 14 гимнастов с целью изучения особенностей адаптации к спортивным нагрузкам и подхода к разработке биохимических критериев тренированности, определяющих спортивный результат. Выявлено, что при большой тренированности в ответ на физическую нагрузку повышается экскреция адреналина, нор-адреналина и дофамина, а также содержание молочной кислоты и степень ее утилизации. При меньшей степени тренированности, наоборот, отмечено снижение экскреции отдельных показателей катехоламинов и особенно их предшественников, а показатели гликолитических процессов и утилизации молочной кислоты значительно меньше, чем у спортсменов более высокой квалификации. Установлено, что о наиболее адекватной реакции на физическую нагрузку свидетельствует умеренное снижение натрий-калиевого коэффициента. Отмечено, что функциональное состояние изучаемых систем в ответ на велоэргометрическую нагрузку до отказа от работы у юных спортсменов оказались наиболее благоприятными у спринтеров, менее благоприятными у стайеров и промежуточное положение - у бегунов на средние дистанции.

Одной из основных проблем спортивной медицины является разработка методов для оценки тренированности спортсменов. Как известно, в осуществлении приспособления организма к мышечной деятельности большая роль принадлежит гормонам коры надпочечников и гормонам медиаторам симпато-адреналовой системы - катехоламинам. Вопросам связи экскреции катехола-

минов с мышечной деятельностью при различных по тяжести, характеру и длительности физических нагрузок посвящено ряд работ (А.Л. Горохов, 1972, Э.Ш. Матлина, 1976, М.И. Калининский, В.Я. Кононенко, 1975, А. Пав, 1976, С.Д. Галимов, 1978, Т.Д. Большакова с соавт., 1980 и др.). Однако вопрос о "достаточной" и "необходимой" степени активации САС при мышечной деятельности все еще не решен (Т.Д. Большакова, 1980). Минералокортикоидная функция коры надпочечников, определяемая по содержанию в биологических жидкостях альдостерона мало доступна для изучения по ряду причин, поэтому изучаются косвенные показатели секреции этого гормона - по содержанию натрия и калия и коэффициенту натрий-калий в биологических жидкостях.

В.И. Карпушин и Р.Т. Спринсов (1968) установили высокую корреляционную зависимость между величиной коэффициента натрий-калий слюны и содержанием альдостерона в крови ($r = -0,86$). Большинство работ посвящено изучению содержания натрия и калия в плазме крови или их экскреции с мочой у спортсменов в ответ на тренировочные нагрузки и выявлена зависимость изменений электролитов от степени тренированности спортсменов. Однако данные литературы по этому вопросу противоречивы, что можно объяснить разнообразием проводимых исследований, различиями в объеме и интенсивности физических нагрузок.

В настоящем исследовании с целью оценки тяжести нагрузки и тренированности юных спортсменов изучались функциональные возможности САС и состояние гликолитических процессов у легкоатлетов с различной тренированностью - обследованы кандидаты в мастера спорта (КМС) и спортсмены III разряда при применении велоэргометрических нагрузок; электролитный обмен в слюне и состояние гликолитических процессов у легкоатлетов разной специализации (бегуны на разные дистанции) при велоэргометрических нагрузках; электролитный обмен в слюне у гимнастов при различных по тяжести тренировочных занятиях.

Методика

1. Активность симпато-адреналовой системы исследовалась флюориметрическим методом. При этом в моче определялось содержание адреналина, норадреналина, дофамина и Дофа.

2. Содержание натрия и калия в слюне определялось с помощью пламенного фотометра.

3. Состояние гликолитических процессов оценивалось по

содержанию в крови молочной кислоты (метод Штрома).

4. Велоэргометрическая нагрузка включала стандартную нагрузку 1,5 вт/кг массы тела. Модель предельной нагрузки создана по принципу ступенеобразного повышения мощности до отказа, причем работа выполнялась без перерыва.

Все биохимические показатели брались до велоэргометрической нагрузки (легкоатлеты) или тренировочных занятий (гимнасты) и после физических нагрузок. Обследовались юные спортсмены в возрасте 13-16 лет.

Результаты исследования

Исследование функциональной активности САС, гликолитических процессов и натрий-калий секреторной функции слюнных желез проводилось у 34 юных бегунов в возрасте 13-16 лет, которые составили две группы: I группа - кандидаты в мастера спорта и 2-я группа - спортсмены, имеющие III разряд. Кроме того, у 14 юных гимнастов определялась натрий-калий секреторная функция слюнных желез.

У мальчиков I группы при выполнении предельных нагрузок на велоэргометре значительно увеличивалась экскреция адреналина на 220%, норадреналина на 18%, дофамина на 40%, ДОФА на 65% ($p < 0,05$). Уровень молочной кислоты повышался после нагрузки на 335%, к 30-й минуте отдыха уровень МК снизился на 200%. У мальчиков 2 группы (III разряд) выполнение предельных нагрузок приводило к повышению экскреции адреналина на 235%, т.е. как и у мальчиков I группы, однако, экскреция норадреналина и дофамина достоверно снижалась ($p < 0,05$). Уровень молочной кислоты у мальчиков 2 группы после нагрузки повысился на 225% и к 30 минуте отдыха снизился на 94%. Следовательно, скорость восстановления уровня лактата была выше у спортсменов I группы.

Содержание натрия и калия в слюне и уровень молочной кислоты в крови при велоэргометрических нагрузках определялись у 12 спринтеров, 12 стайеров и 10 бегунов на средние дистанции. У спринтеров после нагрузки снижалось содержание натрия в слюне, повышалось содержание калия и значительно снижался коэффициент натрий-калий слюны (с 0,41 до 0,25, $p < 0,01$). Уровень молочной кислоты в крови повысился на 86% от исходного и недовосстановление к 30 минуте отдыха составляло 34%. Спринтеры выполнили наибольшую работу - в среднем - 10140 кгм. У стайеров после нагрузки повышалась экскреция натрия (на 137%) и калия (на 35%), повышался коэффициент

натрий-калий слюны (на 36%, $p < 0,05$), уровень молочной кислоты повысился на 210% и невосстановление уровня МК к 30 минуте отдыха составляло 114%.

У бегунов на средние дистанции отмечалась тенденция к увеличению экскреции натрия ($p = 0,05$), увеличение экскреции калия (на 48% $p < 0,01$) и снижение коэффициента натрий-калий слюны (на 38%, $p < 0,01$). Уровень МК повышался на 220%, но к 30 минуте отдыха невосстановление составляло 33%.

Содержание натрия и калия в слюне определялось у 34 гимнастов. Тренировочные нагрузки были разделены на 3 варианта: малые (до 300 элементов), средние (с 301 до 500 элементов) и высокие (свыше 500 элементов). Экскреция натрия изменялась разнонаправленно после всех нагрузок (так при больших нагрузках в 42% случаев наблюдалось повышение и в 50% случаев снижение). Экскреция калия оказалась повышенной при малых и средних нагрузках в 55% и 63% наблюдений, а при больших нагрузках в 100% наблюдений. Степень увеличения экскреции калия зависела от величины нагрузки: при малых она составляла 9%, средних - 12%, больших - 72% от исходного уровня. Динамика величины натрий-калийного коэффициента при малых и средних нагрузках изменялась разнонаправленно, а при больших в 81% наблюдений отмечалось его снижение.

Обсуждение результатов

Результаты проведенных исследований, а также данные других авторов позволяют считать, что о наиболее адекватной реакции симпато-адреналовой системы на физическую нагрузку свидетельствует повышение экскреции адреналина, норадреналина и параллельное увеличение экскреции Дофа и дофамина. При больших физических нагрузках у спортсменов этой группы наблюдалось повышение экскреции катехоламинов в сочетании с понижением экскреции их предшественников: Дофа и дофамина.

Первый тип изменения резервов симпато-адреналовой системы является оптимальным и обеспечивает быстрое восстановление уровня катехоламинов в организме. О меньшей тренированности можно судить на основании более низких функциональных возможностей симпато-адреналовой системы, которые характеризуются значительным снижением экскреции отдельных показателей катехоламинов, особенно их предшественников. Именно эти особенности отмечены во 2 группе.

В связи с тем, что изменение коэффициента натрий-калий слюны находится в обратной корреляционной зависимости от ак-

тивности минералокортикоидной функции надпочечников, а умеренное увеличение этой функции является, как правило, адекватной реакцией на тренировочные нагрузки, снижение натрий-калиевого коэффициента на 15-20% ($p < 0,05$), по-видимому, свидетельствует о более благоприятной реакции, чем при более интенсивном снижении (на 35% при больших нагрузках). Тяжесть тренировочных нагрузок характеризуется значительным увеличением калия в слюне при больших нагрузках по сравнению с остальными нагрузками (72% и 9-12%) не только у гимнастов, но и у легкоатлетов. Эти изменения свидетельствуют о значительном напряжении минералокортикоидной функции надпочечников.

Установленный у спортсмена более высокой квалификации больший уровень гликолитических процессов и утилизации молочной кислоты и меньший при относительно низкой квалификации свидетельствует о большей степени их тренированности и соответственно лучшем энергетическом обеспечении более высоких спортивных результатов. Выявленные различия в степени изменений уровня МК в крови, а также в экскреции натрия, калия и величины коэффициента натрий-калий при велоэргометрических нагрузках у легкоатлетов, тренирующихся на различные дистанции, являются показателями функциональных возможностей организма.

Анализ данных исследований показал, что предельная велоэргометрическая нагрузка у легкоатлетов вызвала различные реакции со стороны изучаемых систем организма, которые зависели от специализации спортсмена: у бегунов-спринтеров, выполнивших наибольшую работу, отмечались высокие показатели минералокортикоидной функции коры надпочечников (низкий коэффициент натрий-калий слюны) и высокий уровень обменных процессов (по восстановлению уровня МК в крови), у стайеров, выполнивших наименьший объем работы, изучаемые показатели были менее благоприятными: у них наблюдалось снижение минералокортикоидной функции, что свидетельствовало о более значительном утомлении при велоэргометрических нагрузках.

Данные исследований, указывающие на различия в функциональной активности САС, особенно ее резервных возможностей (по экскреции дофамина и Дофа), гликолитических процессов и в натрий-калий секреторной функции слюнных желез у юных бегунов с различной квалификацией и гимнастов являются информативными показателями в оценке тренированности, состояния адаптационных процессов в организме юных спортсменов и могут являться критериальными показателями при отборе юных легкоатлетов к тренировкам на различные дистанции.

Литература

1. Батыршина А.А., Сысоев Ю.В. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1971.
2. Большакова Т.Д., Силуянова В.А., Бушаков А.Б., Соколова Э.В., Засилман С.Б., Борисов В.Г. Влияние велоэргометрической нагрузки на состояние симпато-адреналовой системы и показатели гемодинамики у спортсменов высокой квалификации. - Кардиология, 1980, 5, 60-64.
3. Горохов А.Л. Экскреция катехоламинов как показатель тренированности. - В кн.: Материалы XII Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Львов, 1972, 189.
4. Калинин М.И., Кононенко В.М. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1975.
5. Матлина Э.Ш. - В сб.: Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Тарту, 1976.

THE LEVEL OF THE SYMPATE-ADRENAL SYSTEM OF THE SECRETORY FUNCTION OF Na, K OF SALIVARY GLANDS AND OF GLYCOLYTIC PROCESSES ON THE YOUNG SPORTSMEN OF DIFFERENT ATHLETIC PERFORMANCE

L. Berezkov, M. Ossipova

S u m m a r y

It becomes evident that due to the physical load of young sportsmen the excretion of adrenaline, noradrenaline and dophamin increases in accordance with the rise in the athletic performance of young athletes. Greater increase in the lactic acid volume under the physical load is compensated with the growth of the rate of its utilization.

ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСКРЕЦИИ 17-ОКС ПОД ВЛИЯНИЕМ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СВАРЩИКОВ

К.М. Смирнов, И.С. Алексеева

Ленинградский ВНИИОТ ВЦСПС

А.А. Виру, Т.А. Смирнова

Тартуский государственный университет

Состояние человека в труде зависит от сочетанного влияния действующих на него производственных факторов. В настоящем исследовании изучена экскреция 17-оксикортикостероидов (17-ОКС) у электросварщиков, работавших на двух разных предприятиях. Совокупность действующих производственных факторов была неодинакова на этих предприятиях в связи с различиями в технологии и организации труда.

Методика

На предприятии № 1 изучено 35 человек, на предприятии № 2 - 39 человек, здоровых мужчин в возрасте от 18 до 47 лет.

Содержание 17-ОКС в моче определено методом /II/ в модификации /5/. Моча собрана на протяжении суток тремя фракциями - за время ночного сна, за время работы в утреннюю смену и за вечерние послеобеденные часы.

Сводка данных гигиенического и эргономического изучения труда исследованных лиц представлена в таблице. Подробные результаты этого изучения изложены в /2/. Из таблицы видно, что на предприятии № 1 меньше трудовые нагрузки и лучше условия труда, чем на предприятии № 2.

Результаты и их обсуждение

Средние данные исследования экскреции 17-ОКС изображены на рисунке. У лиц, работавших на предприятии № 2, больше среднесуточное выделение и больше уровень выделения по фракциям по сравнению с данными исследования рабочих предприятия № 1. Таким образом, среднесуточный уровень экскреции больше при более неблагоприятных условиях труда и большей нагрузке.

17-ОКС

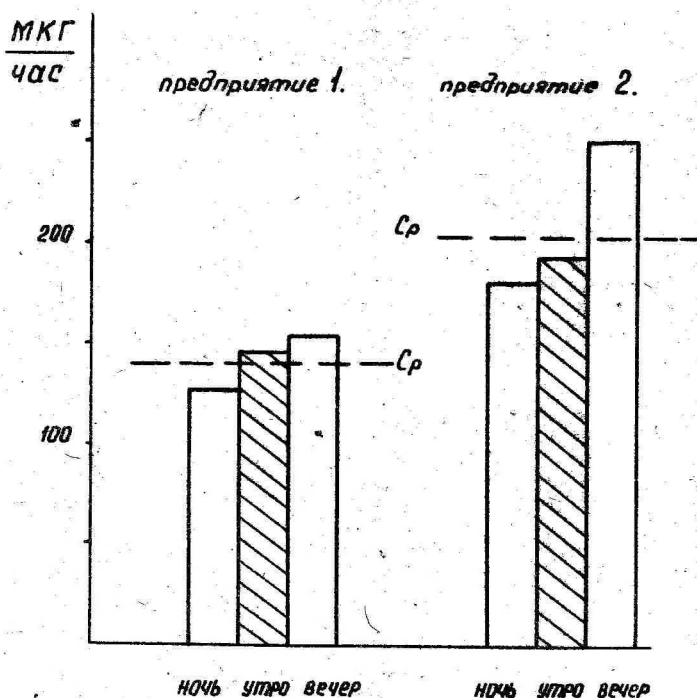


Рис. 1. Экскреция 17-ОКС у сварщиков (средние данные). Столбики соответствуют уровню экскреции в течение каждой фракции суток. Заштрихованы часы работы. Прерывистая горизонтальная линия соответствует среднему уровню экскреции за сутки. Различия между уровнями экскреции у рабочих двух предприятий статистически значимы ($p < 0,05$ для фракций и $p < 0,001$ для среднесуточного уровня).

Можно было бы рассматривать более высокий уровень экскреции 17-ОКС как показатель синдрома общей адаптации в соответствии с [4], а особенности производственной ситуации считать стрессором, вызывающим появление синдрома. Однако такое объяснение может быть принято лишь как предположительное. В аналогичных исследованиях лиц других профессий - на-

Таблица

Комплексная характеристика труда
исследования сварщиков

Показатели	Предприятие 1	Предприятие 2
Время в % от продолжительности смены		
основные операции	55	35-75
вспомогательные операции	20	20-50
отдых	25	5-15
Среднесменные затраты энергии Кдж/м	6	8-10
Рабочая поза	стоя, с наклоном вперед	лежа, на коленях, на корточках, стоя
Число объектов одновременного наблюдения	2-3	2-6
Монотонность	больше	меньше
Ответственность за результат	меньше	больше
Организация труда	лучше	хуже
Освещение	норма	ниже нормы
Микроклимат	температура нормальная движение воздуха недоста-точно	температура ниже, движение воздуха выше ПДУ
Шум	ниже ПДУ	выше ПДУ на 15-30 дБ
Оптическая облученность кал/час/кв.м	1800	300-1800
В воздухе рабочей зоны выше ПДК	в 3-5 раз	в 3-15 раз
	-	в 3-10 раз
СО	в 2-4 раза	в 3-5 раз
Сварочный аэрозоль в целом	в 2-4 раза	в 1-10 раз

учных сотрудников, дежурных у щитов управления тепловых электростанций, авторы обнаруживали весьма сходные среднесуточные уровни экскреции 17-ОКС, хотя условия труда и трудовые нагрузки были иные, гораздо более благоприятные.

Известно, что адрено-кортикальная активность увеличивается при более или менее интенсивной мышечной и умственной

работе, а также при эмоциональном возбуждении, вызванном работой. Она дополнительно увеличивается, если работа выполняется в условиях шума, а также при внешнем охлаждении. Вместе с тем утомление может уменьшить адренокортикальную активность /1, 6, 7, 8, 10, 12, 13/. Такое же уменьшение отмечено под влиянием монотонности локального труда /5/.

Увеличение адренокортикальной активности наблюдается в большинстве случаев при более или менее интенсивных и кратковременных работах. Увеличение же продолжительности работы способствует уменьшению активности. Поэтому допустимо предполагать, что повседневная, выполняемая в течение рабочей смены трудовая деятельность производится без сколько-нибудь существенного увеличения среднесуточного уровня адренокортикальной активности. Увеличение ее может быть обнаружено только в ответ на необычные по интенсивности или по новизне воздействия. Надо считаться также с возможностью противоположных изменений функций коры надпочечников в течение суток, выравнивающих и компенсирующих рабочие изменения изменениями в часы отдыха и сна.

Поэтому специального внимания заслуживают колебания в экскреции I7-ОКС в течение суток. По литературным источникам, максимум экскреции приходится у человека на утренние часы /9/. В настоящих исследованиях максимум сдвигается на вечернее, послерабочее время, и при более неблагоприятных условиях труда и большей нагрузке на предприятии № 2 выражен более четко, чем на предприятии № 1. Иными словами, под влиянием трудовой деятельности происходит сдвиг по фазе волны суточного ритма экскреции. Нельзя исключить, что такой сдвиг является результатом не столько перестройки ритма, сколько следствием периодических возмущений в центральном регуляторном аппарате под влиянием воздействий, обусловленных режимом труда.

В дальнейших исследованиях предстоит выяснить, в какой мере окажется возможным судить о напряженности труда по изменениям волны суточного ритма экскреции I7-ОКС. Особенности волны суточного ритма других показателей состояния человека, как известно, представляют в этом отношении большой интерес /3/.

Выводы

I. У сварщиков, работавших в менее благоприятных условиях и с большей нагрузкой, среднесуточный уровень экскреции I7-ОКС был выше, чем у рабочих той же профессии, работавших

в более благоприятных условиях и при меньших нагрузках в труде. В обеих группах экскреция оставалась в пределах, приемлемых за физиологическую норму.

2. Максимальный уровень экскреции на протяжении суток приходился в обеих группах на вечерние, послерабочие часы. Вечерний подъем был выражен более резко при менее благоприятных условиях и большей трудовой нагрузке.

Литература

1. Виру А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности. - М.: Медицина, 1977, 176.
2. Разработка мероприятий по улучшению условий труда при автоматизированных и механизированных методах сварки. Отчет ВНИИОТ ВЦСПС в Ленинграде. Научн.рук. И.С. Алексеева. Шифр Т-12-76, № 699671. Л., 1978, 236.
3. Руттенбург С.О., Слоним А.Д. Циркадный ритм физиологических процессов и трудовая деятельность человека. Фрунзе, Илим, 1976, 188.
4. Селье Г. Очерки об адаптационном синдроме. - М.: Медгиз, 1960, 254.
5. Смирнов К.М. Суточный ритм выделения 17-ОКС при локальной и однообразной производственной работе. - Физиология человека. 1978, 4, I, 42-45.
6. Brown J.H.V. - Metabolism, 1955, 4, 295.
7. Bugard P. Les effets des bruits intenses et des ultrasons sur le système neuro-endocrinien. - Arch. Mal. prof. Med. Trav. S. S. 1958, 19, 21-28.
8. Harstela P., Vuorinen H. Fatigue at cutting work. - Commun. inst. forest. Fenniae. Helsinki, 1977, 93, 3, 1-22.
9. Halberg F. Chronobiology. - Ann. Rev. Physiol. 1969, 625-725.
10. Monod H. Elimination des corticoides urinaires dans le travail industriel / Monod H., Housset P., Saint Saens M. - Heurtematte J. Arch. Mal. prof. Med. Trav. A. A. 1961, 22, 217-225.
11. Reddy W.J. - Metabolism, 1954, 3, 489.
12. Suzuki I., A biochemical study on the effect of mental work / Suzuki I., Nishizaki R., Saito H.J. - Sci. Labour. 1963, 39, 214-327.

13. Минчева Л., Далева М., Хаджиолова И. Промени в екскрецията на някои стероидни хормони и катехоламини в урината на механизатори в селското стопанство през време на работа. - Ергономия, 1981, 3, I, 23-26. (София).

IN THE EXCRETION CHANGES OF 17-OXS IN THE
WELDERS DUE TO THEIR WORK-LOAD

K. Smirnov, J. Aleksejeva, A. Viru, T. Smirnova

S u m m a r y

The diurnal medium level of excretion of 17-OXS was higher in the welders who worked with a greater work-load and under more difficult working conditions than that in the welders working under better conditions and with a smaller load. At the same time, in both groups the level of excretion remained within the limits of physiological norm.

Содержание

Н.Н. Яковлев. Изменения концентрации гормонов в крови при мышечной деятельности	3
Г.Н. Кассиль. Оптимальные ориентиры некоторых гуморально-гормональных показателей у спортсменов разного профиля и различной квалификации.....	19
Ю.Г. Синажк. Анализ взаимоотношений стероидных гормонов у спортсменов в восстановительный период....	28
М.И. Митюшов, Л.П. Кухарева, А.А. Филаретов. Реакция гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы на иммобилизацию	37
M.I. Mitjushov, L.P. Kuhareva, A.A. Filaretov. The reaction of hypothalamo-pituitary-adrenocortical system on immobilization. Summary	42
М.И. Калинин. Состояние аденилатциклазной системы скелетных мышц при тренировке физическими нагрузками	43
M.I. Kalinsky. Adenylate cyclase system state in skeletal muscles under training with physical load. Summary	49
Г.Л. Шрейберг. Функциональное состояние гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы у высококвалифицированных стрелков (пулевая стрельба) при тренировках и соревнованиях	50
G.L. Schreiber. Hypothalamus-hypophysis-adrenal cortex system condition of highly skilled shooters during trainings and competitions. Summary	58
П.З. Гудзь, В.А. Климук, К.З. Цуканова. Морфо-функциональное состояние некоторых структур гипоталамо-гипофизарной области при гиперкинезии в условиях обычного и пониженного атмосферного давления	59
Н.В. Свечникова, В.И. Беккер, Ю.Т. Похолончук, Г.Б. Свечников. Ритмические колебания некоторых жизненных функций женского организма и их связь с циклической деятельностью гонад	68
Ю.В. Луконин, С.Б. Тихвинский, Л.М. Скородок, А.С. Петров. Влияние физических нагрузок на сомато-половое развитие, функциональную активность аденогипофиза и гонад мальчиков пре- и пубертатного возраста	74

U.V.Lukonin, S.B.Tichvinsky, L.M.Skorodok, A.S.Petrov. The influence of physical training on the somato- sexual development on functional activity of ade- nogypophysis and sexual glands of boys at pre- and pubertal age. S u m m a r y	84
T.H. Хрусталева, В.Я. Русин, С.С. Полтырев. Секретор- ная активность желудочных и кишечных желез при адаптации собак к мышечным нагрузкам в условиях дефицита гормонов щитовидной и надпочечных желез.	85
T.N.Khrustalyova, V.J.Rosin, S.S.Poltyrev. Secretion activity of gastric and intestinal glands during adaptation of dogs to muscle work with thyroid and suprarenal glands hormones deficite. S u m m a r y	90
E.B. Науменко, Н.Н. Дыгало. Действие гидрокортизона в период эмбриогенеза на двигательную актив- ность взрослых крыс	91
E.V. Naumenko, N.N. Dygalo. Effect of hydrocortisone administration during embryogenesis on the adult rat ambulation. S u m m a r y	98
M.C. Кахана, Н.Н. Баранов. Роль адренергических, серотонинергических и холинергических структур гипоталамуса при мышечной деятельности	99
H.K. Попова, Л.А. Корякина. Гинетические аспекты реакции гипофизарно-надпочечниковой системы мышей на ограничение подвижности	106
N.K. Popova, L.A. Koryakina. On genetical aspects con- cerning the pituitary-adrenal response to rest- riktion in mice. S u m m a r y	113
O.I. Имелик, А.А. Виру. Сравнительное исследование изменений содержания гормонов коры надпочеч- ников в крови и моче при физической нагрузке	114
O.I. Imelik, A.A. Viru. Comparative investigation of changes in the content of suprarenal cortex hor- mones in bloodserum and urine. at physical exer- cise. S u m m a r y	120
B.C. Чайковский, В.И. Морозов, В.А. Рогозкин. Метод радиоиммуноопределения анаболических стероидов - современное состояние	121
V. Tchaikovsky, V. Morozov, V. Rogozkin. Radioimmuno- assay of anabolic steroids - present situation and perspective. S u m m a r y	131

В.П. Зубанов, М.П. Мошкин, Н.А. Ромашов. Зависимость суточной периодики аэробных возможностей организма от глюкокортикоидного ритма	133
V. Zubanov, M. Moshkin, N. Romashov. Connection between the diurnal dynamics of aerobic capacity and the rhythm of glucocorticoids. S u м м а р у	139
И.В. Дардымов, Г.Н. Бездетко, В.С. Посохов. О двухфазном действии элеутерококка на эндокринные механизмы при мышечной работе и стрессе	140
I. Dardymov, G. Bezdetko, V. Poschov. Two phases of the eleuterococcus effect on the internal-secretory mechanisms during physical work and in a state of stress. S u м м а р у	144
Л.А. Шитов, Е.М. Шитова. Влияние статической нагрузки на тиреостропную функцию гипофиза и тиреоидную функцию щитовидной железы у собак	145
L.A. Shitov, E.M. Shitova. Effect of static loading on the thyroid stimulating hormone functions of hypophysis and the function of thyroid gland in dogs. S u м м а р у	147
Г.С. Пухова, И.С. Морозов, Е.Р. Иванов. Влияние активации симпато-адреналовой системы на результативность пулевой стрельбы в условиях соревнований	148
G.S. Puhova, I.S. Morozov, E.R. Ivanov. Influence of sympathetic-adrenal system activation on results of shooting during competitions. S u м м а р у ...	151
Л.Ф. Бережков, М.С. Осипова. Функциональное состояние симпато-адреналовой системы, натрий-калий секреторной функции слюнных желез и уровень гликолитических процессов у юных спортсменов различной специализации и тренированности	152
L. Berezkov, M. Ossipova. The level of the sympate-adrenal system of the secretory function of Na, K of salivary glands and of glycolytic processes on the young sportsmen of different athletic performance. S u м м а р у	157
К.М. Смирнов, И.С. Алексеева, А.А. Виру, Т.А. Смирнова. Изменения экскреции 17-ОКС под влиянием трудовой деятельности сварщиков	
K. Smirnov, J. Aleksejeva, A. Viru, T. Smirnova. In the exertion changes of 17-OKS in the welders due to their work-load. S u м м а р у	163

Ученые записки Тартуского государственного университета.

Выпуск 606.

РЕГУЛЯЦИЯ ЭНДОКРИННЫХ ФУНКЦИЙ И ОБМЕНА
Веществ при мышечной деятельности.

Эндокринные механизмы регуляции приспособления
организма к мышечной деятельности XI.

На русском языке.

Резюме на английском языке.

Тартуский государственный университет,
ЗССР, 202400, г.Тарту, ул.Длинноли, 18.

Ответственный редактор Т. Матоин.

Корректоры С. Барсуков, И. Пауска.

Подписано к печати 14.04.1982.

МВ 05430.

Формат 60x90/16.

Бумага писчая.

Машинопись. Ротапринт.

Учетно-издательских листов 9,89.

Печатных листов 10,5.

Тираж 500.

Заказ № 390.

Цена 1 руб. 50 коп.

Типография ТГУ, ЗССР, 202400, г.Тарту, ул.Пяксона, 14.