



СЕКЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СО
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ

УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМ. П. ЛУМУМБЫ
ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ

Тезисы IV Всесоюзного симпозиума по
физиологическим проблемам адаптации
(Таллин 22—24 мая 1984 г.)

Тарту, 1984

СЕКЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ ИМ. П. ЛУМУМБЫ
ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АДАПТАЦИИ

**Тезисы IV Всесоюзного симпозиума по
физиологическим проблемам адаптации
(Таллин 22—24 мая 1984 г.)**

Тарту, 1984

Редакционная коллегия:

Профессор, д. м. н. Н. А. Агаджанян
профессор, д. б. н. А. А. Виру (отв. редактор)
доцент, к. м. н. Л. Э. Кару
к. м. н. Л. С. Уускюла

СОЦИАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ: АДАПТАЦИЯ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Н. А. Агаджанян (Москва)

Могущественный двадцатый век невиданными темпами бурно ворвался в историю человечества и принес с собой больше перемен, чем любое предшествовавшее ему столетие.

Поразительные достижения в области авиации и космонавтики, коммуникации и информации, связи и кибернетики изменили наши представления о времени и пространстве, о масштабах земных расстояний. Мир перестал уже казаться человеку необъятно огромным. Будто бы сжалась наша планета, слились меридианы и параллели, а другие небесные тела и все космическое пространство приблизились к Земле и стало доступно для освоения. Технический прогресс сократил расстояния, изменил пропорции жизни на планете. Приспосабливая и изменяя для своих потребностей внешнюю среду, человек тем самым активно приспособляет к ней и свою собственную природу.

Научно-техническая революция изменяет не только способы производства и структуру потребления, но также мышление и социальную практику. Средоточием всех жизненных явлений, происходящих на нашей планете, является Человек. И о каких бы глобальных проблемах сегодня мы ни говорили, прежде всего мы должны говорить о человеке. В человеке и только в человеке можно найти источник бесконечного познания. В этих условиях как бы сливаются границы между естественными, социальными и гуманитарными науками. Именно о нашем времени, когда устанавливаются перекрестные связи между основными областями человеческого знания, времени взаимного сближения, взаимообогащения наук, писал К. Маркс: «Впоследствии естествознание включит в себя науку о человеке в такой же мере, в какой наука о человеке включит в себя естествознание: это будет одна наука». Современного человека надо изучать во всей сложности его физического и духовного потенциала. Только грубое проникновение в суть его жизни может привести нас к желаемому обновлению. В нашу эпоху человек живет в среде, которая в значительной

мере создана им самим, но которая, вероятно, пока не оказывает существенного влияния на его организм, физический облик, цвет глаз и волос, группу крови и другие генетические признаки. Вместе с тем некоторые нарушения, возникающие в результате изменения экологической среды, могут создавать катастрофические условия, приводящие к полному разрушению многих сообществ.

Таким образом, на повестку дня выносятся фундаментальная задача — добиться сознательной гармонизации взаимодействия людей с физической средой их жизни, чтобы это взаимодействие совершалось «адекватно человеческой природе».

Становится все более очевидным, что теория адаптации занимает ключевые позиции в изучении процессов здоровья.

Забота о сохранении здоровой продолжительной жизни, а также все растущая необходимость длительного оседлого освоения территорий с экстремальными условиями существования ставят перед медико-биологической наукой новые фундаментальные теоретические и практические задачи. Возникают комплексные проблемы: адаптация и продолжительность жизни, адаптация и здоровье.

Несмотря на удивительные, кажущиеся фантастическими достижения современной цивилизации, человек все же не стал истинным властелином над своей собственной природой. Больше того, из года в год неуклонно растет удельный вес так называемых болезней цивилизации. Наибольшую опасность среди них представляют поражения сердечно-сосудистой системы, нервно-психические, аллергические и онкологические заболевания, то есть болезни, связанные с особенностями процессов напряжения и адаптации современного поколения людей. Бурный технический прогресс и появление сложных видов трудовой деятельности изменили привычный ритм жизни и предъявили серьезные требования к психической сфере человека. Эти явления особенно характерны для стран с высокоразвитой механизацией и автоматизацией производственных процессов, с непрерывно возрастающим потоком информации, обрушивающейся на человека, и другими факторами, способствующими бездеятельности мышц и растущему нервному напряжению. Теперь уже твердо установлено, что перенапряжение нервной системы, наряду с психическими расстройствами и гиподинамией способствуют поражению сердечно-сосудистой системы. Если еще в прошлом столетии заболевание сердечных сосудов было медицинским курьезом, то в настоящее время поражение сердца в высокоразвитых странах стало причиной более 50% всех случаев смерти. По данным Всемирной организации здравоохранения, только за 10 лет в 23 развитых странах мира смертность от ишемической болезни среди мужчин в возрасте 35—44 года возросла на 60%.

Одно из массовых пристрастий второй половины нашего века — «охота к перемене мест». Жажда путешествий и передвижений охватила сотни миллионов людей. Только в нашей стране ежегодно за пределами постоянного местожительства отдыхают 150 млн. человек.

Развитие народного хозяйства, освоение новых обширных территорий, внедрение новой технологии производства, процессы урбанизации и другие последствия научно-технического прогресса существенно изменили принципы взаимодействия человека с окружающей средой. Высокая миграционная подвижность населения масштабно проявляется сегодня в районах с суровыми климато-географическими условиями: в Сибири, на Крайнем Севере, Дальнем Востоке, в условиях пустынь и высокогорья, то есть на территориях, где зона освоения пространства человеком чрезвычайно расширяется. Непрерывные потоки людей, передвигающихся через географические пояса, сложное переплетение социальных, производственных и природных условий — все это не позволяет установиться сколько-нибудь стабильным отношениям человека с внешней средой. В результате этого поддерживается постоянное напряжение адаптационных регуляторных систем.

Если рассматривать миграцию с позиций ее экономического и социального значения, то становится очевидным, что это — естественное, необходимое и в своей основе полезное явление. Да, миграция населения ведет к ломке привычных социальных связей в непривычных условиях нового региона, нарушению жизненного стереотипа, но надо иметь также в виду, что миграция представляет собой лишь следствие более общих социальных закономерностей. Без миграционных процессов развитие человеческого общества было бы серьезно затруднено.

Чтобы направить научно-технический прогресс на службу человечеству, наряду с социальными факторами, необходимо глубокое знание биологических основ жизнедеятельности и физиологических механизмов адаптации человека. Это во многом поможет определить сущность структуры психики и поведения, специфики адаптации и экологии, физического и духовного развития, взаимосвязи человека и природы, природы и общества, а также пути и способы дальнейшего продления трудоспособности человека.

Человек особенно раскрывается в экстремальных условиях, в условиях, требующих предельного напряжения не только его физических резервов, но и максимальной внутренней концентрации духовной энергии. Сейчас наука располагает ценными данными о психофизиологии и экологии отдельных популяций, жизнь которых исторически протекала в тяжелых, нередко экстремальных климато-географических условиях: население высокогорных районов, индейцы, обитающие в Северной и Южной Америке,

малые народности Крайнего Севера и аборигены Австралии и т. д. В работах медико-биологов показано важное значение генетических механизмов, роль не только биологических, но и социально-демографических, этнографических факторов. Нет сомнения, что эти народности завоевали «право на жизнь» слишком дорогой ценой. Поэтому такого рода опыт, накопленный в процессе длительного исторического развития и адаптации, не может быть положен в основу современных проектов массового освоения территорий со сложными климато-географическими условиями. На основании социальных преобразований и эколого-физиологических закономерностей уже сейчас можно прогнозировать и говорить о благополучии — биологическом и интеллектуальном потенциале целой популяции, обитающей в различных климато-географических регионах мира.

Даже при идентичности биологической организации каждый организм в новой среде, наряду с общими реакциями, присущими всей популяции, проявляет еще и индивидуальные — адаптируется как за счет особого реагирования различных функциональных систем, так и (применительно к человеку) в силу своего социального положения.

В ходе бурного научно-технического и социального развития общества установление соотношения социального и биологического превратилось в одну из актуальнейших практических проблем, важнейшее средство целенаправленного воздействия на экономический и технический прогресс. Для жизнедеятельности человека как общественного существа биологическое имеет огромное значение. В процессе индивидуального развития каждый человек как бы воспроизводит общие черты своего происхождения. Именно на базе биологических предпосылок происходит сложный процесс формирования сознания, мышления, языка. Постепенно через интеллект и чувственно-эмоциональную сферу человека происходит преобразование биологической сущности в общественную — социальную. Целостность человека, следовательно, основана на диалектике взаимодействия и единства социального и биологического.

Итак, всё, связанное с организмом и его функционированием, есть биологическое, а социальное в человеке — это всё, связанное с его психической функцией, сознанием.

Становление сущности человека требует биологических предпосылок, но ее содержание и дальнейший прогресс определяются социальными закономерностями. Человека как человека, в конечном итоге, производит общество, хотя при этом человек не уничтожает в себе природное, биологическое. В трудовой деятельности людей проявляется преемственность и взаимосвязь между биологическим и социальным. Причем каждая личность несет на себе печать и своего народа и конкретной эпохи. В сложном механизме взаимоотношений современный человек является не

пассивным объектом воздействия природных и социальных сил, а активным творцом настоящего и будущего.

Адаптивные возможности часто проявляются лишь в конкретных условиях среды обитания. Причем свойство адаптации живой системы есть, по существу, мера индивидуального здоровья.

Хотя уже сейчас ясно, что экономические показатели не могут быть единственным критерием развития, однако для многих современных обществ характерно крайнее разнообразие моделей поведения, потребностей, запросов и других различных систем материальных и духовных ценностей. При всем разнообразии моделей есть одна характерная для многих особенность, заключающаяся в том, что человек и общество стремятся в своей деятельности по обновлению социальной практики, главным образом, максимально воспринять и эксплуатировать для своих целей прогресс, существенно не изменяя самого себя, свой внутренний мир, свои «человеческие качества» — нравственные, этические и эстетические ценности и культурные традиции. Такая диспропорция приковывает человека к своему прошлому, отрицательно сказывается на общем человеческом прогрессе и справедливом стремлении обеспечить на Земле «наилучшие возможности каждому».

Каково место человека на Земле и какова роль общества в системе природных отношений?

Дальнейший прогресс и само существование человечества во многом зависит от того, сумеет ли оно дать правильные ответы на эти вопросы.

С глубокой древности и до настоящего времени существуют две крайние точки зрения в оценке места и роли человека в окружающем мире. Одни чрезмерно преувеличивали, абсолютизировали зависимость человека, общества от окружающих внешних факторов: климатических, географических, геологических и т. д. Другие считали, что природа противостоит человеку как чуждая, враждебная ему сила. В различные эпохи классовые позиции ученых не всегда способствовали выработке подлинно научного взгляда на общество и особенности его взаимодействия с природой. Признанный авторитет школы «географического детерминизма», видный французский философ-просветитель восемнадцатого столетия Шарль Монтескье считал, что все различия в социальной, экономической и культурной жизни людей обусловлены различиями в климатических условиях. Климат, ландшафт местности, структура почвы, по его мнению, формируют характер нации, а от психологического склада зависят и принципы морали, и форма общественного устройства, и экономическая жизнь. Он писал: «Народы жарких климатов — робки, как старики; народы холодных климатов отважны, как юноши... В северном климате вы увидите людей, у которых мало пороков, немало добродетелей и много искренности и прямоты. По мере при-

близения к югу вы как бы удаляетесь от самой морали: там вместе с усилением страстей умножаются преступления, и каждый стремится превзойти других во всем, что может благоприятствовать этим страстям. В странах умеренного климата вы увидите народы, непостоянные в своем поведении и даже в своих пороках и добродетелях, так как недостаточно определенные свойства этого климата не в состоянии дать им устойчивость».

В далеком прошлом климат действительно оказывал серьезное влияние на цивилизацию. В наше время многое зависит от социального и общественного строя той или иной страны. Многочисленные факты показывают, что на нашей планете нет такого климата, в условиях которого современный человек, вооруженный знаниями и техникой, не мог бы физически существовать и духовно развиваться. Независимо от соответствующих климатических, географических, биологических и демографических условий, в конечном счете, решающей, определяющей основой исторического развития является способ производства материальной жизни общества, то есть способ производства необходимых для жизни благ.

При этом следует учесть, что социальный прогресс идет не за счет совершенствования тех или иных биологических органов, а на базе производства искусственных средств, которое общество ставит между собой и природой, все более обособляясь и ограждаясь от непосредственного влияния природных условий.

Есть еще одна область, где судьбы отдельных людей тесно связаны с судьбой человечества в целом. Речь идет об отношениях между человеком и природой. Решение этой задачи не может быть отделено от идеи глобальной этики окружающей среды, основанной на разумном использовании природных ресурсов в противовес поведению, основанному на беззастенчивой их эксплуатации и определяемому только сиюминутной выгодой. Экономическую эффективность, измеряемую в рублях дохода, нельзя принимать за единственный правильный критерий, как это делается в капиталистических странах.

Есть более важный критерий — здоровье и счастье человека, благополучие страны и всего народа. Этот критерий характеризует социальную эффективность и здоровье всего общества.

Еще древние греки говорили: «Высшее благо медицины — здоровье». Однако, увлекшись только лечением болезней, медики постепенно вытеснили из сферы своего внимания здорового человека. До последнего времени медицина строила свою деятельность, главным образом, на непрерывном расширении специализированных клиник, увеличении коечного фонда и числа медперсонала, безграничном увеличении лекарственных препаратов. И сегодня здоровье полностью отдано медицине, которая рассматривает человека только через призму болезни. Современную медицину не интересует здоровый организм. Медицина нацелена

на поиск у людей только болезней. Человек, попавший к врачу в клинику, диспансер, санаторий или профилакторий, уже больной. Стратегия медицины и сегодня в основном состоит в том, что врач всю свою сознательную жизнь специализируется, повышает квалификацию для того, чтобы найти у пациента ту или иную болезнь. Если с помощью обычных врачебных приемов не удается найти патологии, он делает новые анализы, функциональные пробы и другие диагностические процедуры. Если и в этом случае не удастся найти у пациента болезнь, то врач осрамленный, разочарованный и огорченный за время, потерянное на поиск болезни, заявляет: «Вам у меня делать нечего» и выписывает из медицинского учреждения «лжебольного», то есть здорового человека.

Да, современная медицина достигла значительных успехов в лечении и даже ликвидации некоторых болезней. Но традиционные способы восстановления здоровья в результате устранения болезней если и удаются, то приобретаются слишком дорогой ценой, требующей не только огромных затрат сил и средств, но и значительных издержек. А ведь можно и нужно пойти по другому пути, направить с самого начала силы и средства на достижение здоровья не через болезнь, а в результате «позитивной» деятельности человека и общества. Ведь здоровье — высшее благо, это капитал, данный нам не только природой, но и теми условиями, в которых мы живем. И поскольку это достояние не только отдельного человека, но и общества, оно требует бережного сохранения и приумножения. Иначе говоря, не только общество должно создавать благоприятные условия для самосовершенствования и процветания отдельного индивидуума, но и каждый человек обязан понимать свою ответственность перед обществом за сохранение личного здоровья и полноценной трудоспособности.

Большинство людей откладывает заботу о своем здоровье на потом, на случай болезни, когда уже нанесен организму непоправимый ущерб. Самый разумный человек не хочет понять, что в современном сложном мире умение быть здоровым во многом зависит и от его активного участия в сохранении здоровья, в организации рационального образа жизни.

Как это не парадоксально, но человеком в целом, когда он здоров, сейчас практически не занимается никакая наука. Точно так, как в современных лечебных учреждениях стремятся как можно скорее избавиться от здорового человека, со временем надо создать учреждения особого, нового типа — клиники здорового человека, куда не будет доступа людям, страдающим различными недугами. Специалистов в области здоровья для этих учреждений следует готовить не в медицинских институтах, где в основном изучаются патологические, болезненные процессы, а в учебных заведениях совершенно особого типа, где воспевается красота и гармония тела и духа, создается и формируется, главным образом, своеобразный культ здоровья.

Уже давно пора объектом физиологических исследований сделать здорового человека и не для того, чтобы искать у него различные болезни, а на предмет выяснения его резервных возможностей, индивидуальных наклонностей и адаптационных способностей.

Чтобы понять, что такое человек, что такое здоровье — необходимо создать науку о здоровье — физиологию здорового человека, разработать средства целенаправленного управления здоровьем и своевременной коррекции отклонений от нормы.

Здоровье — не только отсутствие болезней, но и способность организма к оптимальному выполнению своих профессиональных, социальных и биологических функций в постоянно меняющихся условиях среды обитания. Здоровье — одна из основных жизненных ценностей, важнейший эмоциональный, социальный, экономический фактор, значение которого в эпоху научно-технического прогресса возрастает. Именно темп современной жизни приводит к тому, что нервно-эмоциональное напряжение и повседневный психический стресс буквально съедает здоровье человека и сокращает его жизнь. Не зная, как справиться со стрессом, человек зачастую идет по пути наименьшего сопротивления, тянется к алкоголю, сигарете, наркотикам, а иногда и самолечению лекарственными препаратами. Чем дальше, тем хуже, пока не наступит настоящая болезнь. Нерациональный образ жизни приводит и к нерациональному способу восстановления и сохранения здоровья. А это накладно и для больного, и для производства, в котором он работает, и в целом для государства.

Совсем иная стратегия должна быть у специалистов по здоровью, которые будут воспитывать у людей навыки правильного повседневного образа жизни — труда, отдыха, питания, оптимального двигательного режима и пр... Наука о современном человеке, о его физическом и психическом здоровье должна стать фундаментом биологической науки. Эта наука должна возникнуть на стыке экологии, психологии, эргономики, генетики, антропологии, спортивной физиологии, геохимии, климатологии, искусствоведения и других наук. В своей совокупности они должны быть объединены под эгидой одной синтезирующей науки, основная цель которой — оптимизировать, улучшать и сохранять хорошее здоровье.

Институт здорового человека и другие службы здоровья получают в нашей стране широкое распространение. И это понятно, если учесть, что у социалистического общества нет большего богатства, чем здоровье своих граждан. Для решения этой актуальной задачи физиологическая наука должна перестроиться от общей и эволюционной к социальной физиологии.

Общая физиология, являясь одним из важнейших разделов биологических наук, изучает природу основных жизненных про-

цессов и общие закономерности реагирования организма и его структур на воздействие среды.

Сравнительная и эволюционная физиология изучает специфические особенности функций организмов различных видов и закономерности видового и индивидуального развития функций.

В основе науки о здоровом человеке станет социальная физиология, которая будет изучать закономерности взаимоотношения-взаимодействия современного человека с окружающей его природой и социальной средой, то есть закономерности сохранения полноценного здоровья и работоспособности при адаптации к новым природно-климатическим и производственным условиям.

Иными словами, социальная физиология — наука о правильном образе жизни человека в современных условиях.

Однако было бы неправильным причину роста многих болезней искать только в развитии технического прогресса и в характере социального строя, то есть во взаимоотношениях людей в процессе производства. При адаптации к различным экстремальным условиям, наряду с такими средствами сохранения и восстановления здоровья, как физическая культура, правильная организация режима труда и отдыха, большая роль принадлежит рациональному питанию.

Одним из самых общих и наиболее древних свойств всех живых существ является приспособление к использованию богатых энергией пищевых органических веществ, как исходного строительного материала для процессов биосинтеза. Способность бесперебойного использования необходимых химических веществ для передачи сигналов внутри организма и энергообмена является важнейшим фактором, обеспечивающим адаптацию организма и регуляцию функций гомеостаза в новой среде обитания. Человек потребляет с пищевыми продуктами в сутки примерно 1 кг плотных веществ, то есть около 25 т за 70 лет жизни. Пища представляет собой комплекс многих сотен тысяч веществ, каждое из которых обладает определенной биологической активностью и выполняет определенную функцию в организме.

Питание, наряду с обеспечением человека энергетическим и пластическим материалом, является экзогенным источником многих биологически активных субстратов или исходных веществ для их синтеза в организме. Среди них витамины, аминокислоты, исходные структуры для синтеза гормонов, медиаторов нервных процессов и др.

Адаптация к различным экстремальным условиям сопровождается повышением скорости и напряженности ряда обменных процессов, обеспечивающих адекватное приспособление к новой среде обитания. При этом на ранних стадиях адаптации наиболее ответственны процессы, обеспечивающие организм энергией и регуляцию физиологических функций. Для длительно сохраняющегося состояния адаптации важно адекватное питание, то есть

поступление в организм пищевых веществ в количествах, используемых в настоящий момент в процессах обмена для обеспечения адаптации. Наука о питании отстала от современных требований.

Принцип оценки пищи как топлива только по ее калорийности принес много вреда. Еще и поныне существуют весьма противоречивые сведения о рациональном питании. Сыроедение, вегетарианство, натуропатия, различные степени голодания и все другие крайности свидетельствуют об отсутствии строгих научных принципов питания, отвечающих современным требованиям жизни. До сего времени калорийность рационов питания остается основной характеристикой, а диетология адресована, главным образом, больным, а не здоровым людям. Сбалансированная пища должна обеспечить оптимальные для жизнедеятельности организма соотношения экзогенных и эндогенных биологически активных веществ. В этом залог здоровья. Со временем не будет резкого деления природных продуктов на пищевые и лекарственные. В принципе и в идеале, когда, наконец, сформируется наука о здоровье, пища станет лекарством, а лекарство — пищей. Для этого надо дать людям научно обоснованную формулу питания. При этом надо учитывать, что все люди биохимически индивидуальны и универсальная формула питания должна учитывать экопортрет человека и геохимические особенности конкретного региона, где обитает конкретный индивидуум, то есть речь идет о согласовании эндогенной экологии со специфическим спектром биологически активных веществ и физико-химических условий среды обитания.

Есть основания полагать, что «химические условия» могли получить генетическое закрепление.

Как подчеркивает академик Н. П. Дубинин с соавт. (1982), «каждый человек генетически уникален: анатомически, биохимически, физиологически, нейродинамически, по темпераменту и другим особенностям он неповторим. Его генетической копии нет на Земле сейчас, не было в прошлом и не будет в будущем. Даже однояйцевые близнецы различаются по наборам соматических мутаций». Однако, признавая важную роль биологических различий людей, следует иметь в виду, что весь мир духовной и материальной культуры человека — это то новое, чего не существовало на уровне биологического развития и что сыграло значительную роль в неограниченном социальном прогрессе. История человеческого общества — это история развития науки и техники, культуры и искусства, история совершенствования человеческого бытия, развития человеческой личности.

На характер формирования эндогенной физико-химической среды организма существенное влияние оказывала геохимическая и физико-химическая среда обитания.

Для построения сложных структур живого организма необходимы также вода, кислород воздуха, макро- и микроэлементы —

биологически активные вещества. В процессе адаптации происходит согласование, приравнивание функциональных систем и организма в целом к экзогенной геохимической среде обитания. В настоящее время на стыке геохимии, климатологии, географии и биологии сформировалось новое научное направление — геохимическая экология. Формирование адаптивных процессов во многом зависит от особенностей и характера миграции химических элементов через пищу, воду и атмосферу в каждом климато-географическом регионе. Биоклиматические и геохимические факторы среды влияют на организм и формируют своеобразный экологический портрет. Оптимизация процессов адаптации и высокий уровень функционирования организма происходит в том случае, когда эндогенная физико-химическая экология каждого индивидуума соответствует и согласуется с экзогенной геохимической экологией. Изучая физиологические механизмы адаптации различных популяций людей к условиям Севера, высокогорья, пустыни, необходимо знать геохимические характеристики не только указанных регионов, но и свойства тех местностей, откуда прибыли люди в новую среду обитания, то есть должна быть учтена их геохимическая экология.

Разрабатывая проблему физиологической адаптации к определенным природным условиям, важно не только разработать индивидуальные критерии отбора людей, но и иметь схему биогеохимического районирования места адаптации и района, откуда прибыл человек. Все это позволит установить экопортрет каждого человека и изыскать научно обоснованные средства целенаправленного управления процессом адаптации.

ИЗМЕНЕНИЯ БЕЛКОВОГО ОБМЕНА В ПРОЦЕССАХ АДАПТАЦИИ

А. А. Виру (Тарту)

Адаптационные процессы в организме в условиях интенсивной жизнедеятельности или изменений окружающей среды направлены на поддержание постоянства внутренней среды. Это достигается специфической гомеостатической регуляцией. Во многих случаях целостный приспособительный акт характеризуется также изменениями, не зависящими непосредственно от специфики действующего агента. Эти общие неспецифические адаптационные реакции, являющиеся важным условием эффективного осуществления специфических гомеостатических реакций, составляют механизм, который называется механизмом общей адаптации. Понятие «стресс», предложенное Селье, является удобным обобщением, обозначающим то состояние организма,

которое характеризуется развертыванием общего неспецифического механизма адаптации.

Общие неспецифические адаптационные реакции включаются по мере нарастания силы, продолжительности воздействия и интенсивности выполняемых актов жизнедеятельности. Они характеризуются мобилизацией энергетических и пластических ресурсов организма, а также активацией общих защитных сил организма.

Мобилизация пластического резерва организма выполняет несколько заданий. Она начинается с создания фонда свободных аминокислот и усиления процессов переаминирования аминокислот. Первостепенным путем использования мобилизованных и целенаправленно трансаминированных аминокислот является их применение в процессах адаптивного протеиносинтеза. Уже во время срочных адаптационных изменений эффективная мобилизация энергетических ресурсов требует дополнительного синтеза энзимных белков, катализирующих соответствующие процессы. В это же время наблюдается усиление и синтез ферментов, участвующих в самих процессах мобилизации пластического резерва. Через синтез регулирующего белка, угнетающего транспорт и утилизацию глюкозы в лимфоидной ткани, пускается в ход цепь событий, приводящих не только к мобилизации запасов аминокислот и нуклеиновых кислот, но и к увеличению иммунологической активности. Часть мобилизованных аминокислот может быть использована во время срочных адаптационных реакций в энергетических процессах. Показана возможность окисления нескольких аминокислот в скелетных мышцах. Освобождающаяся при дезаминизации этих аминокислот аминогруппа используется вместе с пируватом в синтезе аланина. Аланин выводится в кровоток и транспортируется в печень. Здесь он используется непосредственно или после трансаминирования в процессе адаптивного синтеза энзимных или других белков. Наряду с этим большая часть аланина дезаминируется и его безазотный остаток служит как субстрат для глюконеогенеза. Этим замыкается глюкозо-аланиновый цикл, имеющий важную роль как в процессах энергетического обеспечения адаптации, так и для транспорта аминокруппы из мышц в печень без опасности накопления аммиака в мышцах и плазме крови.

Разумеется, особо важная роль принадлежит использованию аминокислот в процессах синтеза тех белков, которые обеспечивают замену изможденных клеточных структур и увеличение «рабочей площади» для выполнения функций, наиболее активных в процессах срочной адаптации, т. е. в процессе развития долговременной адаптации. Эти процессы совершаются в большинстве случаев не во время срочных адаптационных реакций, а во время восстановления после их. Однако изменения, наступающие еще во время срочных адаптационных реакций составляют

важный первый этап процесса развития долговременной адаптации. Он заключается не только в накоплении необходимого «строительного материала» в виде свободных аминокислот и в целенаправленном переаминировании последних, а также в накоплении метаболических индукторов для соответствующих синтезов белков. Эти индукторы могут образовываться в процессах энергетического обеспечения функций, например в виде снижения уровня макроэргов и увеличения потенциала фосфорилирования (Меерсон, 1973). В то же время роль индуктора белкового синтеза могут выполнять ряд аминокислот (Fulks et al. 1975, Goldberg 1975), некоторые продукты распада белков (Рогозкин 1974, Ingwall, Wildenthal, 1976), определенные полиамины (Табор, Табор 1976) и пр. Вместе с ними важное значение принадлежит также накоплению вторичных мессенджеров и прочих тканевых регуляторов обменных процессов (цАМФ, простагландины, нейропептиды и др.). Результаты этого первого подготовительного этапа в развитии долговременной адаптации реализуются на втором основном этапе в виде синтеза необходимых белков.

Мобилизация пластического материала связана с тремя изменениями: 1) выход депонированных аминокислот из одних тканей с целью использования их в других тканях; 2) угнетение синтеза белков в некоторых тканях с целью использования «строительных материалов» этих синтезов в других целях, 3) деградация тканевых белков и тем самым увеличение тканевого фонда свободных аминокислот. В реализации этих процессов важная роль принадлежит гормональной регуляции и, в частности, действию глюкокортикоидов, индуцирующих синтез ферментов аминокислотного обмена. С помощью воздействия на синтез ферментов глюкокортикоиды участвуют также в управлении глюконеогенезом. Основными локусами действия глюкокортикоидов являются лимфоидная и мышечная ткань и печень. Особо важную роль в мобилизации пластического резерва организма занимает действие глюкокортикоидов на мышечную ткань. Запасы свободных аминокислот в мышцах составляют 50% от общего количества их в организме. При введении глюкокортикоидов, а также в стрессовых ситуациях угнетается синтез белка в мышцах и увеличивается выход аминокислот. Поскольку в покое синтез белка в мышцах составляет 53% от всего кругооборота белка в организме (Halliday, McKeram, 1975), его угнетение освобождает дополнительно большие количества аминокислот. Эти функции глюкокортикоиды выполняют во взаимоотношениях с воздействием других гормонов. Противоположное влияние могут оказывать, например, андрогены и инсулин. Показаны реципрокные влияния глюкокортикоидов и инсулина на интенсивность глюкото-аланинового цикла.

С влиянием глюкокортикоидов связана также деградация тканевых белков в мышечной, лимфоидной и соединительной тканях.

В мышечной ткани это влияние не связано с выходом лизосомальных ферментов, так как, под влиянием глюкокортикоидов мембрана лизосом, наоборот, стабилизируется. В данном случае деградация белков идет за счет повышения активности миофибриллярных щелочных протеаз (Mayer et al. 1975, 1975). Исследования нашей лаборатории показали, что этому влиянию глюкокортикоидов противодействуют мышечная деятельность и андрогены, хотя сама мышечная работа и увеличивает активность миофибриллярных протеаз. Очевидно, указанные противодействующие факторы предотвращают при стрессе вредное влияние глюкокортикоидов на мышечную ткань, наблюдаемое при их хроническом введении в лечебных целях. В последнем случае катаболическое действие глюкокортикоидов может дойти до распада митохондрий.

Лимитирование катаболического действия глюкокортикоидов на мышечную ткань важно и для предотвращения расстройств в сократительной функции. На усиление расщепления сократительных белков указывает опосредованность влияния глюкокортикоидов через протеазы, расположенные в миофибриллах. Эта возможность подтверждается повышенной экскрецией специфического метаболита сократительных белков — 3-метилгистидина. Усиление экскреции данного метаболита наблюдается и при напряженных физических нагрузках, однако, не является следствием влияния лишь глюкокортикоидов, т. к. данный феномен имеет место и у адреналэктомированных крыс.

Биологический смысл распада сократительных белков можно представить себе следующим образом. В первую очередь деградации подвергаются очевидно, белки с заканчивающимися периодами жизни и уже не способные обеспечить надежное выполнение сократительных функций. Следовательно, этот фонд аминокислот в данное время целесообразно использовать в других целях. Вместе с тем, усиленная деградация устаревших белков создает хорошие возможности к замене их новыми и, тем самым, к последующему повышению надежности сократительного аппарата.

В печени протеиносинтез в состоянии стресса не угнетается, а вместо катаболизма обнаруживается скорее усиление анаболизма. Печень, таким образом, является местом, где мобилизованный пластический резерв находит применение еще во время срочной адаптационной реакции. В этом процессе участвуют и глюкокортикоиды, действуя синергично с анаболизирующими факторами. Во время выполнения физических нагрузок в некоторых случаях наблюдается угнетение протеиносинтеза и в печени. Однако, если нагрузка доходит до пороговой интенсивности и длительности для усиления глюкокортикоидной функции, интенсивность включения меченых аминокислот в белки печени восстанавливается.

Усиленное использование аминокислот может привести к снижению содержания свободных аминокислот в печени. Это наблюдалось у крыс при плавании в течение 3 часов, сопровождаясь увеличением концентрации кортикостерона в плазме крови. У адреналэктомированных крыс во время этого же упражнения содержание свободных аминокислот не уменьшалось, однако наблюдалось и у них в случае введения им до плавания 125 мкг кортикостерона. На связь этих изменений с синтезом энзимных белков указывают данные об изменениях активности аланин-аминотрансферазы, одного из типичных ферментов, синтез которых индуцируется глюкокортикоидами. Плавание вызывало повышение активности этого фермента у интактных, но не у адреналэктомированных животных. Такое же изменение наблюдалось у последних, если до плавания им вводили кортикостерон.

Значение усиления протеиносинтеза глюкокортикоидами в процессе срочной адаптации выяснилось в экспериментах на адреналэктомированных крысах, где в качестве мерила эффективности адаптации использовали физическую работоспособность. Как известно, адреналэктомия обуславливает значительное снижение работоспособности. Заместительная терапия кортизолом в течение 3—5 дней приводит к частичному её восстановлению. Этого, однако, не наблюдалось, если вместе с глюкокортикоидами вводили актиномицин Д, блокирующий синтез РНК и, тем самым, синтез белка. Индикатором влияния глюкокортикоидов на синтез белка в этой серии опытов была активность триптофаноксидазы в ткани печени. Она увеличивалась под влиянием введения кортизола, но оставалась на низком уровне, если вместе с кортизолом вводили блокатор синтеза РНК. Работоспособность адреналэктомированных крыс не увеличивалась даже при одновременном с кортизолом введении прогестерона в дозе, в 100 раз превышающей дозу кортизола. Прогестерон способен конкурировать с глюкокортикоидами за их специфические цитоплазматические рецепторы и, тем самым, уменьшать их влияние на генетический аппарат клетки. Некоторые данные, однако, показывают, что такая конкуренция в печени отсутствует. Следовательно, влияние глюкокортикоидов на работоспособность должно быть опосредовано через синтез белков в других тканях, кроме печени.

У крыс во время длительного плавания (до 16—20 часов) наблюдаются хорошо согласующиеся изменения концентрации кортикостерона в плазме крови и активности К-АТФазы в микросомной фракции клеток миокарда и скелетных мышц (опыты П. К. Кырге) и триптофаноксидазы печени (опыты Т. А. Смирновой). Эти данные показывают, что для поддержания активности некоторых ферментов необходим их дополнительный синтез в течение длительной стрессовой ситуации, а также, что среди этих ферментов есть и такие, синтез которых индуцируется глю-

кортикоидами. В эту группу входит и Na,K-АТФаза, определяющая эффективность Na,K-насоса и, тем самым, не только работоспособность, но и общие возможности выполнения клеточных функций.

Таким образом, во время срочной адаптации к стрессорному действию имеются налицо два противоположных процесса: 1) угнетение протеиносинтеза и мобилизация пластического резерва, 2) использование мобилизованного пластического резерва в процессе усиленного адаптивного синтеза определенного набора белков. Эти два процесса распределяются специфически между разными тканями, а также в пределах некоторых тканей между разными белками. В отношении одних тканей и белков, как например, мышечная ткань, наблюдается строгая последовательность этих процессов. Во время срочной адаптации угнетается протеиносинтез, и мобилизуется пластический резерв, и лишь в период восстановления наступает усиление адаптивного синтеза белков. В отношении других белков необходим их усиленный синтез уже во время срочной адаптации. Это, в основном, белки печени, но вместе с тем возможно и определенное нарастание синтеза некоторых энзимных белков и в других тканях.

Усиление адаптивного синтеза белков во время восстановительного периода является путем перехода от срочной к долговременной адаптации. Специфика этих синтезов определяется накоплением метаболитов во время срочных адаптационных реакций, а интенсивность их зависит от усиливающего действия гормональных изменений, которые также обуславливаются процессами срочной адаптации. Через определенный отрезок времени усиленный протеиносинтез выключается, и вместо этого наступает расщепление интенсивно синтезированных белков. В связи с этим, долговременная адаптация развивается лишь при повторном действии одних и тех же стрессоров. При этом скорость её развития зависит от интенсивности воздействия и интервалов времени между отдельными воздействиями. Развитие долговременной адаптации наиболее эффективно в случае, если 1) интенсивность воздействия достаточна для обеспечения поддержания индуктивных воздействий на адаптивный протеиносинтез до фазы энергетической суперкомпенсации, гарантирующей наибольшие энергетические возможности для реализации процесса протеиносинтеза, 2) новое воздействие непосредственно следует за прекращением адаптивного синтеза белков.

ГОМЕОСТАТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯЦИЯ И АДАПТАЦИЯ В ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ

О. Г. Газенко, А. Д. Егоров (Москва)

К настоящему времени в мире выполнено 12 длительных (свыше месяца) космических полетов на орбитальных станциях, из них в СССР 9 (от 1 до 7 месяцев) полетов с 15 космонавтами на борту (три из них совершили полеты по два раза), в США — 3 полета (от 1 до 3 месяцев) с 9 космонавтами на борту (Biomedical Results from Skylab, 1977). Обобщение результатов медицинских исследований, выполненных в этих полетах, позволило разработать классификацию развивающихся состояний.

Состояния в начальной фазе пребывания в невесомости:

— симптомокомплекс расстройств, сходный с болезнью движения;

— острое перемещение жидкостей в краниальном направлении (ощущение прилива крови к голове, отечность тканей выше уровня сердца, уменьшение массы и объема голени и т. д.);

— изменение двигательной функции в виде несоответствия двигательного стереотипа, сложившегося на Земле, условиям работы в невесомости.

Описанные изменения на протяжении первой недели полета обычно сглаживаются или исчезают. Однако, перераспределение крови сохраняется, по-видимому, в той или иной степени на всем протяжении длительных полетов.

Состояния при длительном пребывании в невесомости:

— изменение уровня функционирования сердечно-сосудистой системы (перераспределение крови; изменение фазовой структуры сердечного цикла в виде укорочения изометрических фаз сокращения и расслабления; изменение центральной и регионарной гемодинамики; тенденция к снижению артериального давления, уменьшение венозного давления в дистальных и увеличение в проксимальных областях тела; развитие признаков физической и ортостатической детренированности, наиболее выраженных в послеполетном периоде).

При исследовании в динамике на протяжении первого месяца полета отчетливо прослеживаются:

— процесс формирования приспособительных реакций и переход на новый уровень функционирования сердечной деятельности и кровообращения в целом. В дальнейшем наблюдается относительная стабилизация показателей сердечно-сосудистой системы в покое и её реакций на воздействие функциональных проб.

— изменение двигательного аппарата (мышечные изменения: атония задней группы мышц голени, субатрофия или иногда атрофия ряда антигравитационных мышц, снижение силовых характеристик мышц голени; изменения сенсорных входов: снижение порогов виброчувствительности опорных зон стопы и сухожильного Т-рефлекса икроножной мышцы; изменения межконечностных взаимодействий и систем двигательного регулирования);

— изменения водно-солевого обмена и его регуляции. В полете наблюдались: в начальном периоде общая потеря жидкости, увеличение экскреции с мочёй солей и АДГ. В дальнейшем стабилизация выделяемой мочи на предполетном уровне; увеличение суточной экскреции с мочёй калия, натрия, альдостерона и тенденция к уменьшению секреции АДГ; повышение концентрации в плазме крови ангиотензина и значительное колебание альдостерона. После полета имели место: задержка жидкости в организме и уменьшение её внеклеточного объема; уменьшение экскреции с мочей натрия и увеличение экскреции калия, кальция и, в ряде случаев, магния; уменьшение в плазме крови содержания калия и увеличение в сыворотке крови ионизированной фракции кальция; уменьшение содержания в организме обменяемого калия; рассогласование в системе ионорегуляции; изменение гормональной регуляции в виде увеличения экскреции с мочей альдостерона и АДГ.

— изменение кальциевого метаболизма (повышение уровня содержания в плазме крови кальция и фосфора и их экскреции с мочей во время и после полета; уменьшение минеральной насыщенности костной ткани; тенденция к повышению содержания в плазме крови паратгормона в полете и отсутствие его изменения после полета);

— изменение гормональнорегуляторной функции надпочечников и сопряженных с ними гормональных систем. Во время полета эти изменения проявляются: в плазме крови уменьшением содержания АКТГ и тенденцией к увеличению концентрации кортизола; несущественными колебаниями экскреции с мочей адреналина и норадреналина; уменьшением или отсутствием изменения экскреции с мочей суммарных 17-гидроксикортикостероидов при одновременном увеличении экскреции кортизола и суммарных 17-кетостероидов. После полета выявлены: активация симпатoadреналовой системы (с преобладанием в первые дни гормонального, а позднее медиаторного звена) и глюкокортикоидной функции надпочечников при отсутствии изменений содержания в плазме крови АКТГ, ТТГ и СТГ; некоторое увеличение концентрации в крови ц-ГМФ и в меньшей мере ц-АМФ, и достоверное снижение активности простагландинов при одновременной активации калликреин-кининовой системы;

— анемический синдром в виде уменьшения объема плазмы

крови, массы эритроцитов и гемоглобина, числа эритроцитов в периферической крови и уровня эритропоэтинов;

— изменение иммунологической реактивности организма (аутомикрофлора: дисбактериологические сдвиги, повышение устойчивости к некоторым антибиотикам, появление признаков патогенности; недостаточность реакции клеточного иммунитета: уменьшение содержания в крови Т-лимфоцитов, снижение активности Т-хелперов и натуральных киллеров при неизменной супрессорной активности; сенсбилизация к аллергенам различной природы).

Следует заметить, что выраженность сдвигов, возникающих под влиянием космических полетов, не имела четкой зависимости от его длительности, а в определенной степени определялась объемом и режимами использования профилактических средств.

Одной из наиболее существенных проблем космической медицины является оценка степени приспособления организма человека к условиям длительного космического полета. Достижение желательного уровня адаптации должно сопровождаться не только отсутствием неприятных субъективных ощущений, но и стабилизацией физиологических функций организма. Процесс адаптации имеет обычно как неспецифические, так и специфические черты вследствие неоднозначности факторов, воздействующих на космонавтов в полете и индивидуальных особенностей их реакций.

Роль различных факторов полета в изменении физиологических функций организма неоднозначна. Незначительная доза ионизирующей радиации, состав атмосферы, близкий к земной, большой объем современных станций, исключая гипокинезию, невилируют влияние этих факторов. Гиподинамия, сопутствующая полету, в определенной степени компенсируется физическими тренировками и физической работой. Нервно-эмоциональное напряжение, вовлекающее организм в реакцию на различных уровнях и нервной и гуморальной регуляции, оказывает, по-видимому, существенное влияние на организм космонавтов лишь на ответственных этапах полета (выведение на орбиту, стыковка, работа вне космического корабля, спуск и т. д.).

Невесомость является, по-видимому, наиболее существенной причиной возникающих в космических полетах физиологических сдвигов, что подтверждается наземными модельными исследованиями.

Непосредственное действие невесомости связано со снятием деформации и механического напряжения структур тела, что приводит к снижению функциональной нагрузки на ряд систем организма. Опосредованные эффекты невесомости связаны с необычными условиями рабочей деятельности, отдыха и быта, а также со снижением позно-тонической активности, что приводит к изменению координации движений и способов передвижения и

создает необычные условия для выполнения различных работ, приема пищи и воды.

Теоретический анализ позволяет предполагать уменьшение в невесомости афферентной импульсации от механорецепторов, что может быть обусловлено следующими причинами: уменьшением напряжения полых гладкомышечных органов, деформации их тканей и паренхимы и уменьшением напряжения связок, фиксирующих внутренние органы, вследствие отсутствия их веса и веса их содержимого; уменьшение напряжения позно-тонической мускулатуры и мышечных усилий при перемещении тела или его отдельных частей в связи с отсутствием необходимости преодоления силы земного притяжения; уменьшением адекватной нагрузки на костно-суставной аппарат.

Дефицит импульсации от механорецепторов в невесомости приводит, по-видимому, к уменьшению активности дорзального отдела гипоталамуса и ретикулярной формации и к ослаблению её восходящего и нисходящего активирующих влияний, что обуславливает с одной стороны, снижение тормозящего влияния коры головного мозга на подкорковые образования, а с другой — способствует улучшению прохождения афферентной импульсации по проводящим путям, изменяет регуляцию рецепторного аппарата и числа его активных единиц. Эти механизмы, вероятно, поддерживают необходимый уровень возбуждения в центральной нервной системе в условиях невесомости.

Следует иметь ввиду, что нервно-эмоциональное напряжение, которое может иметь место на различных этапах космического полета, оказывает на высшие отделы центральной нервной системы и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы активирующее влияние. Конечная реакция одновременного воздействия невесомости и эмоционального стресса будет зависеть как от длительности воздействия названных факторов, так и от индивидуальных особенностей человека.

Механизм изменения афферентной импульсации от вестибулярного аппарата в условиях невесомости, по-видимому, чрезвычайно сложен. Гипотеза функциональной деафферентации лабиринта не согласуется с экспериментальными данными об эффективности лишь тангенциально направленного по отношению к макуле раздражителя. Отсюда следует, что поскольку утрикулус расположен в горизонтальной плоскости, импульсация с него во время нахождения на Земле при сохранении вертикального положения головы будет такой же, как и при любом положении головы в невесомости. Гипотеза Е. М. Юганова, рассматривающая кратковременную невесомость как своеобразный минус-раздражитель для рецепторов отолитового аппарата, хорошо согласуется с общими физиологическими представлениями о реакции вестибулярного аппарата на ступенчатое выключение раздражителя, когда вследствие воздействия по первой

производной усиливается импульсация с рецепторного аппарата. Однако, в связи с кратковременностью этого эффекта (несколько десятков секунд) минус-раздражитель в длительном космическом полете не может рассматриваться как причина космической формы болезни движения. В наиболее общей форме причиной развития болезни движения может явиться нарушение в условиях несовместимости функциональной системности в работе анализаторов, осуществляющих пространственную ориентировку, что проявляется развитием сенсорных конфликтов. Определенную роль могут иметь гемодинамические сдвиги в виде перемещения крови в верхнюю половину тела с затруднением оттока от головного мозга, что может привести к повышению внутричерепного давления и раздражению вестибулярных ядер.

Перераспределение жидких сред организма с относительным увеличением их объема в верхней половине тела связано с отсутствием в невесомости гидростатического давления жидких сред, в частности крови, что приводит также к изменению равновесия Старлинга в сторону увеличения перехода тканей жидкости в капилляры, т. е. в плазму крови. Перемещение крови и тканевой жидкости в краниальном направлении приводит к увеличению венозного возврата, центрального объема крови, растяжению центральных вен, предсердий и сердечно-легочной области и возникновению ряда рефлекторных реакций с этих областей, приводящих к изменению показателей сердечно-сосудистой системы и водно-солевого обмена.

Снижение познотонической деятельности и нагрузки на антигравитационную мускулатуру, а также постоянный дефицит мышечной деятельности в длительных полетах уменьшают, по-видимому, активность периферического мышечного сердца (Н. И. Аринчин и Т. Д. Недвецкая, 1974) и «мышечных помп» и увеличивают роль систолической работы центрального сердца и его присасывающей функции (активной диастолы) в гемодинамике. Все это, по-видимому, создает определенную нагрузку на сердце, что проявляется перестройкой фазовой структуры сердечного цикла в виде укорочения фаз изометрического сокращения и расслабления и удлинения (преимущественно на 1-ом месяце полета) периода изгнания и фазы быстрого наполнения.

Увеличение кровенаполнения краниальных отделов организма, вероятно, обуславливает включение рефлекторных механизмов с рецепторов центральных вен, предсердий и сердечно-легочной области вследствие их растяжения увеличенным объемом крови, что может привести к частичной компенсации выраженности сдвигов. При исследовании в космических полетах эти компенсаторные реакции проявлялись постепенным развитием тенденции к снижению артериального давления и периферического сопротивления, нормализацией ударного объема крови и тенденцией к нормализации фазовой структуры сердечного цикла. Стабилизация

ция нового функционального уровня кровообращения достигалась, по-видимому, за счет включения компенсаторных механизмов с каротидного синуса, которые, как известно, сохраняются на протяжении всего времени воздействия и превалируют над компенсаторными реакциями со стороны других механорецепторов сердечно-сосудистой системы.

Изменение реакций кровообращения при проведении функциональных проб в полете связано, по-видимому, с исходным гемодинамическим статусом в невесомости (уменьшение общего объема циркулирующей крови и предполагаемое увеличение центрального объема крови; повышение растяжимости и возможное образование зон свободной растяжимости вен в области голени; снижение сосудистого тонуса и детренированность механизмов венозного возврата), а так же с большим, чем на Земле, уменьшением центрального объема крови при воздействии ОДНТ и ДФН, что рефлекторно увеличивает роль адренергических влияний в регуляции гемодинамики. В послеполетном периоде выявлены изменения гормональной регуляции сосудистого тонуса (увеличение в крови концентрации циклических нуклеотидов, преимущественно ц-ГМФ; достоверное снижение в +1-е сутки активности прессорной и на +7-е сутки депрессорной групп простагландинов; активация калликреин-кининовой системы).

Важную роль играют также рефлексы, направленные на удаление кажущегося избытка жидкости из организма, возникающего вследствие перемещения крови в краниальном направлении. Механизм этих рефлекторных реакций, как это следует из исследований школы Гауэра, состоит в торможении рефлекса антидиуретического гормона. Исследования, проведенные во время полетов по программе «Скайлэб», выявили снижение экскреции антидиуретического гормона с мочей. Однако, экскреция альдостерона с мочей была повышена, несмотря на увеличенную экскрецию натрия и калия и на повышение осмолярности мочи. По-видимому, следствием описанных рефлекторных реакций является выявленное сразу после завершения полетов снижение объема циркулирующей крови, а также развитие дегидратации тканей, что сопровождается в большинстве случаев потерей массы тела. При этом равновесие межтканевой жидкости и плазмы крови устанавливается на новом уровне, что сопровождается уменьшением циркулирующей крови, объема плазмы и тканевой жидкости. Новый уровень функционирования сердечно-сосудистой системы и водно-солевого обмена является, по-видимому, относительно стабильным. В поддержании водно-солевого баланса в послеполетном периоде важная роль принадлежит адаптивным изменениям ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, проявляющимся увеличением экскреции с мочей альдостерона и снижением концентрации в крови альдостерона и ренина.

Изложенные теоретические соображения о снижении в неве-

сомости активности дорзального отдела гипоталамуса, вероятно, обуславливают также снижение активности гипоталамо-гипофизарной системы.

Выявленное в космических полетах уменьшение в плазме крови АКТГ, изменение или отсутствие существенных изменений экскреции с мочей суммарных 17-ОКС и катехоламинов говорит об отсутствии четко выраженного стресс-синдрома в обычных условиях орбитального полета. Об этом свидетельствуют также выполненные учеными СССР и ЧССР эксперименты на крысах после их пребывания в течение 20 дней на борту биоспутников «Космос-782, 936 и 1129». Было показано, что концентрация норадреналина в гипоталамусе у крыс, подвергавшихся декапитации сразу или через 26 дней после приземления сравнима с результатами, полученными на Земле в контрольной группе животных и в группе с модельными синхронными экспериментами. Вместе с тем, концентрация катехоламинов в некоторых отдельных ядрах гипоталамуса уменьшалась. Эти данные также указывают, что состояние невесомости не воздействует на организм как длительный стрессогенный стимул. Вместе с тем, анализ и сопоставление результатов исследований в полетах и после их завершения позволяет прийти к заключению, что переход к невесомости и пребывание в этих условиях в течение 6-ти месяцев достигается, по-видимому, меньшим напряжением физиологических систем, чем при последующем приспособлении к обычным земным условиям. Более того, комплекс раздражителей, свойственных земной гравитации, для человека, находившегося ранее в длительном космическом полете, может рассматриваться как своеобразный стрессор.

Гематологические изменения в длительных космических полетах вероятно обусловлены торможением эритропоэза вследствие: уменьшения объема плазмы крови; непосредственного влияния невесомости и снижения физической активности; уменьшения активности дорзального отдела гипоталамуса, стимулирующего гемопоэз.

Описанные изменения и механизмы их развития в космическом полете являются функцией времени и отражают процесс приспособления организма к невесомости, который обеспечивается саморегуляцией и направлен на сохранение гомеостаза жизненноважных констант. В соответствии с общей биологической концепцией академика П. К. Анохина включение механизма саморегуляции осуществляется в результате отклонения от константного уровня какого-либо жизненного показателя, что является сигналом к его восстановлению. При этом конечный приспособительный эффект может быть достигнут в большей мере, если помимо саморегуляции за счет внутренних связей в функциональную систему будут включены внешние факторы, в частности используемые в космических полетах профилактические средства.

Основываясь на принципах саморегуляции, разработана схема периодизации процесса приспособления организма человека к невесомости, включающая ряд периодов и фаз. При этом выделяется период адаптации, включающий фазу первичных адаптивных реакций, основную фазу адаптации и фазу завершения адаптивных реакций, а также период относительной стабилизации реакций адаптации.

Фаза первичных адаптивных реакций (продолжительность до суток) характеризуется отклонением конечных приспособительных эффектов от константного уровня и возникновения первичных реакций на невесомость (перераспределение жидкостей организма, изменение афферентной импульсации с механорецепторов, нарушение функциональной системности в работе анализаторов, снятие весовой нагрузки на опорно-двигательный аппарат). При этом обычно возникают пространственные иллюзии, чувство прилива крови к голове, в ряде случаев симптомы болезни движения, нарушение координации движения и ряд других изменений.

Основная фаза адаптации (длительность около недели) характеризуется первоначальной перестройкой функций организма и его регуляторных систем с включением компенсаторно-приспособительных реакций. В этой фазе сохраняются возникшие ранее реакции организма в виде ощущения прилива крови и тяжести в голове, отечности мягких тканей выше уровня сердца, симптомокомплекса болезни движения. При объективном обследовании выявляется увеличение систолического объема и сердечного выброса, увеличение венозного давления и пульсового кровенаполнения сосудов головы, изменение фазовой структуры сердечного цикла и ряд других изменений.

Перестройка функции регуляторных систем заключается, по-видимому: в изменении корково-подкорковых соотношений; в снижении активности гипоталамо-гипофизарной системы; в выявленном во время полетов увеличении экскреции калия и натрия, что, вероятно, может привести к некоторой потере жидкости и солей организмом, уменьшению объема плазмы и общего объема циркулирующей крови, эритроцитарной массы и массы тела. Уменьшение нагрузки на опорно-двигательный аппарат и мышечную систему является, по-видимому, пусковым механизмом, вызывающим изменения метаболизма костной ткани с повышением выхода кальция в кровь и выделения его организмом.

Одновременно с возникновением сдвигов происходит, по-видимому, включение приспособительных механизмов, препятствующих дальнейшему их прогрессированию, и в определенной степени сглаживающих эти сдвиги. Уменьшение или нивелирование предполагаемого в невесомости дефицита возбуждения в ЦНС обеспечивается, по-видимому, изменением механизма саморегуляции и циклических взаимодействий корково-подкорковых

структур. Важную роль в этом процессе играет активная операторская деятельность, мотивация космонавтов и увеличение информационной нагрузки на зрительный и слуховой анализаторы.

Вестибулярные и двигательные нарушения компенсируются путем выработки новой функциональной системности работы анализаторов и нового стереотипа движений.

Увеличение центрального объема крови, приводящее к растяжению сердечно-легочной области, обуславливает, по-видимому, включение рефлекторных механизмов, противодействующих развитию сдвигов со стороны сердечно-сосудистой системы и водно-солевого обмена, возникающих вследствие перемещения жидкостей в организме в краниальном направлении.

Фаза завершения основных адаптивных реакций (длительность 4—6 недель) характеризуется дальнейшим развитием приспособительных реакций и восстановлением (частичным или полным) конечных приспособительных эффектов ряда функций организма.

Период относительной стабилизации реакций адаптации проявляется установлением нового уровня функционирования основных систем организма и завершением формирования гомеостазиса, который при отсутствии чрезмерных возмущающих воздействий, возможно будет сохраняться на протяжении длительного времени.

Следует заметить, что проблема длительности отдельных фаз и периодов адаптации ещё не решена до настоящего времени и требует проведения дальнейших исследований.

КОНСТИТУЦИЯ, АДАПТАЦИЯ, ЗДОРОВЬЕ **(сегодня и завтра)**

В. П. Казначеев (Новосибирск)

Научно-технический прогресс как сложное, комплексное явление — важнейшая характерная черта развития современного мира. Требования материального производства порождают необходимость вовлечения в сферу производства все новых природных ресурсов. Это влечет освоение прежде малообитаемых географических зон и территорий с экстремальными условиями. К этим территориям относятся регионы Крайнего Севера, Антарктики, пустыни и др.

Человеческая деятельность в этих регионах требует обеспечения людскими ресурсами. Эти требования порождают мощные миграционные потоки, которые во многих отношениях отличаются от древних миграций человеческих популяций в регионы с

экстремальными условиями. К особенностям современных миграций относятся: 1) неизмеримо большая численность, сравнительно с малыми мигрирующими группами древних людей; 2) периодический характер миграций, с выездами в другие регионы и повторными возвратами и т. д.

Появление больших «пульсирующих» популяций ставит сложные актуальные задачи перед комплексом современных медико-биологических наук. В частности, возникают явления, которые ломают традиционные сложившиеся представления о здоровье человека, требуют перехода к концепциям популяционного здоровья и т. д.

Сложность современных исследовательских задач по оценкам здоровья популяций на Севере обусловлена необходимостью принимать во внимание целую совокупность биологических и социальных факторов, действующих на человека на уровне формирующейся семьи, в период беременности, на ранних стадиях онтогенетического развития.

Значительный интерес представляет вскрытая нами дифференциация конституциональных типов внутри «молодых» популяций, обитающих в районах с экстремальными условиями. Эти конституциональные типы выявляются по различным феногенетическим характеристикам в неадекватных условиях среды.

Первый конституциональный тип обозначается нами как «спринтер». Организм «спринтера» способен осуществлять мощные физиологические реакции с высокой степенью надежности в ответ на значительные, но кратковременные колебания факторов внешней среды. Но высокий уровень надежности физиологических реакций может поддерживаться лишь относительно короткий срок. Феногенетические свойства «спринтеров» мало приспособлены к выдерживанию длительных и менее интенсивных нагрузок.

Второй конституциональный тип обозначается нами как «стайер». Феногенетически «стайер» менее приспособлен к переносимости мощных кратковременных нагрузок. Однако после относительно кратковременной перестройки его организм способен выдерживать продолжительные равномерные воздействия факторов внешней среды в неадекватных условиях. Наряду с этими крайними конституциональными типами существует некоторое число промежуточных вариантов. Они получили общее название «миксты».

В многолетних исследованиях, проводимых в Институте клинической и экспериментальной медицины СО АМН СССР, указанные выше конституциональные типы выделялись на молодых контингентах мужчин и женщин, проживающих в г. Новосибирске, на территории строительства БАМ, по результатам комплексных исследований характера совершаемой ими внешней физической работы широко распространенными методами (эрго-

графия по Массо, кистевая динамометрия, определение общей аэробной работоспособности по тесту PWC₁₇₀) и модифицированными нами методом измерения выносливости кисти к статистическому усилию, созданному впервые В. В. Розенблатом. Средний возраст обследуемых был 30,5 лет. Выделенные нами конституциональные типы людей сравнивались друг с другом по многим антропометрическим (рост, вес, окружность груди, толщина жировой складки и т. д.), функциональным (электрокардиографическим, спирографическим, оксигеметрическим, коагулографическим и т. д.), гематологическим (Hb, формула крови, количество эритроцитов и лейкоцитов и т. д.), биохимическим (общие липиды, сахар крови, перекисное окисление липидов, антиокислительная активность и т. д.) и клиническим показателям.

Определенные различия «спринтеров» и «стайеров» обнаруживаются по целому ряду конституциональных показателей. К ним относятся: разница в весе тела (общем), окружности груди, по величине артериального давления, жизненной емкости легких.

Таблица I

Сравнительные антропометрические размеры и гемодинамические показатели конституциональных типов «спринтер» и «стайер» (мужчины 20—30 лет)

	«Спринтеры»	«Стайеры»
Общий вес тела (кг)	66,43 ± 1,57 P < 0,001	71,33 ± 1,86
Окружность груди (см)	91,93 ± 0,85 P < 0,05	94,31 ± 1,33
Жизненная емкость легких (в % к должной величине)	88,4 ± 1,7 P < 0,05	93,08 ± 2,83
АД систолическое мм. рт. ст	116,38 ± 1,37 P < 0,05	122,0 ± 2,66
АД диастолическое мм. рт. ст	69,14 ± 2,28 P < 0,05	70,8 ± 2,66
Минутная вентиляция легких (МВЛ) в % к должн. велич.	90,0 ± 16,72 P < 0,05	61,2 ± 11,4
Начало свертываемости крови (мин)	3,3 ± 0,31 P < 0,05	6,7 ± 2,2
Величина гематокрита (мм)	48,7 ± 0,34 P < 0,05	49,7 ± 0,34
Относит. % лимфоцитов (%)	33,04 ± 2,08 P < 0,05	31,44 ± 2,19
Относит. % моноцитов (%)	2,0 ± 0,58 P < 0,001	5,3 ± 0,89

Организмы этих людей отличаются друг от друга также количественным соотношением форменных элементов крови, ее свертываемости, ряду функциональных показателей кардио-респираторной системы, биохимическим, психоэмоциональным и гистоморфологическим показателям (таблица 1).

По данным клинических исследований заболевания этих конституциональных типов также имеют существенные отличия. Например, заболевания сердечно-сосудистой системы чаще встречаются у «спринтеров». Более того, одни и те же соматические заболевания, возникающие у «спринтеров» и «стайеров», имеют отличную динамику течения, требуя разных подходов в их лечении и профилактике.

Материалы длительных наблюдений на северных популяциях показывают, что конституциональный тип «спринтер» является менее устойчивым, менее приживаемым элементом. Феногенетические свойства «спринтеров» оказываются более выигрышными только в течение 2—3 лет пребывания на Севере, после чего наблюдается довольно заметная обратная миграция этого типа людей в другие регионы страны. Феногенетические свойства «стайеров» менее выигрышны в период акклиматизации (срок до 1 года). По истечении указанного срока состояние их здоровья значительно улучшается. Данные наших статистических исследований показывают следующую динамику изменения численного состава «спринтеров» и «стайеров» в северных популяциях.

В г. Новосибирске среди обследуемой нами группы людей выявлялось 22% «спринтеров», 12% «стайеров», 66% «микстов». В первый год жизни на территории строительства БАМ (Западный участок) их количество менялось, составляя: 32% «спринтеров», 26% «стайеров» и 43% «микстов». В конце второго года на БАМе соотношение между выделенными типами людей отчетливо изменилось в пользу «стайеров», соответственно составив: 17,60% «спринтеров», 53% «стайеров» и 29,4% «микстов». По представленным и известным в литературе данным основное «ядро» популяций, постоянно живущих в условиях Севера составляют «стайеры» или близкие к ним по своим функциональным характеристикам люди. Однако определенная часть «спринтеров» остается в составе человеческих популяций на Крайнем Севере. Этот полиморфизм должен учитываться и при оценке распределения конституциональных типов на протяжении последующих поколений. Браки между «стайерами» в соответствии с законами популяционной генетики, дают некоторое число «спринтеров».

В практическом отношении использование данных о конституциональных типах «спринтеров» и «стайеров» является важным для прогнозирования вероятных форм адаптивного напряжения, утомления и, наконец, заболеваний. Эти данные тоже могут быть использованы для создания дифференцированных систем жизнеобеспечения, учитывающих различия комплексов

феногенетических свойств и «спринтеров», и «стайеров». Понятие о данных конституциональных типах позволяет давать научно-обоснованные рекомендации по отбору лиц, выезжающих на Север, обеспечивать оптимальные сроки пребывания в регионах с экстремальными условиями и создавать наиболее эффективные режимы трудовой деятельности.

Таким образом, медико-биологические знания о конституциональных типах «спринтеров» и «стайеров» способствуют осуществлению широкой совокупности мероприятий по регуляции и улучшению систем жизнеобеспечения человеческих популяций в северных регионах. Цель этих мероприятий, в конечном счете, состоит в осуществлении одной из важнейших задач развитого социалистического общества — сохранении и улучшении здоровья нынешнего и будущих поколений.

МЕХАНИЗМ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ К ОСНОВНЫМ ФАКТОРАМ И СТРЕССОРНЫМ СИТУАЦИЯМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ф. З. Меерсон, Г. Т. Сухих, Л. С. Каткова (Москва)

В итоге исследований последних 20 лет выдвинута теория адаптации организма к условиям окружающей среды, сущность которой состоит в том, что нарушение гомеостаза, вызванное фактором среды, через высшие уровни регуляции активирует системы, ответственные за адаптацию. В результате возникают две цепи явлений: во-первых, мобилизация функциональной системы, специфически ответственной за адаптацию к данному конкретному фактору, например к физической нагрузке, холоду, недостатку кислорода, и, во-вторых, возникающая при действии любого сильного раздражителя стандартная активизация стресс-реализующей системы.

В дальнейшем в клетках функциональной системы, специфически ответственной за адаптацию, увеличенная физиологическая функция активирует генетический аппарат: возникает активация синтеза нуклеиновых кислот и белков, образующих ключевые структуры клеток, лимитирующих их функцию. В итоге избирательного роста этих ключевых структур формируется так называемый системный структурный след, который приводит к увеличению функциональной мощности систем, ответственных за адаптацию, и делает возможным превращение первоначальной — срочной, но ненадежной адаптации в устойчивую долговременную. Показано, что формирование системного структурного следа и устойчивой адаптации осуществляется при потенцирующем участии стресс-реакции, которая играет особо важную роль

именно на этапе перехода срочной адаптации в долговременную. После того, как структурный системный след полностью сформировался и стал основой, например, тренированности к физической нагрузке, временной связи или возросшей резистентности к гипоксии, устойчивая адаптация устраняет нарушения гомеостаза, и как следствие исчезает ставшая излишней стресс-реакция.

Существенно, что стресс-реакция не только предшествует устойчивой адаптации, но играет важную роль в ее формировании. В связи с этим следует иметь в виду, что создатель учения о стрессе Г. Селье с удивительной прозорливостью обозначил это звено механизма адаптации как «общий адаптационный синдром», но далеко не в полной мере раскрыл, в чем именно состоит адаптационное значение данной реакции. Дальнейшие работы в этом направлении показали, что при определенных условиях стресс-реакция повышает резистентность организма к ионизирующей радиации, увеличивает реакции иммуногенеза, способствует выработке и сохранению оборонительных условных рефлексов и т. д.

В настоящее время можно выделить по меньшей мере пять эффектов, через которые реализуется роль стресс-реакции в формировании адаптации на уровне органов и клеток и, в частности, в адаптации сердца к возросшим требованиям организма.

1. Мобилизация энергетических и структурных ресурсов организма, выражающаяся увеличением концентрации в крови глюкозы, жирных кислот, аминокислот, нуклеотидов, а также гипервентиляцией, т. е. увеличением доступности субстратов окисления, исходных продуктов биосинтеза и кислорода для тех органов, где они необходимы.

2. Направленная передача мобилизованных ресурсов из неактивных систем в функциональную систему, осуществляющую адаптационную реакцию, т. е. в ту систему, где формируется системный структурный след. Это перераспределение обеспечивается хорошо известным явлением, а именно, сужением во время стрессорных реакций сосудов неактивных нервных центров, мышечных групп и внутренних органов и одновременным расширением сосудов тех органов, которые входят в функциональную систему, ответственную за адаптацию.

3. «Стрессорные гормоны» — катехоламины и глюкокортикоиды прямо и опосредованно влияют на активность липаз, фосфолипаз, интенсивность перекисного окисления липидов, т. е. на основные процессы, ответственные за обновление липидного бислоя мембран. Этот липотропный эффект стресса в принципе может детерминировать сравнительно быстрые адаптационные изменения активности основных липидзависимых мембранных белков, т. е. жизненно важных ферментов, рецепторов и каналов ионного транспорта, локализованных в клеточных мембранах.

4. Катехоламины через адренорецепторы активируют аденил-

циклизацию систему клеточных мембран и увеличивают вхождение в клетки главного естественного активатора физиологических функций — Ca^{2+} , который соединяется с кальмодулином и активирует этот универсальный регуляторный белок. Активированный кальмодулин через систему клеточных протеинкиназ активирует функцию клеток, например сокращение миофибрилл, энергообеспечение, например гликолиз и ресинтез гликогена, процессы ионного транспорта, ответственные за ритмический характер функционирования клеток, например кальциевый насос и процесс расслабления в кардиомиоцитах и т. д.

5. При одноразовом, ограниченном во времени стрессорном воздействии вслед за хорошо изученной катаболической фазой реализуется, как установлено, противоположная — анаболическая фаза, которая проявляется генерализованной активацией синтеза белков. Эта активация может потенцировать формирование системного структурного следа и долговременной адаптации.

Этот эффект, разумеется, не исчерпывает арсенал средств, с помощью которых стресс-реакция играет роль в формировании адаптации, но достаточно определенно характеризует стресс, как эволюционно сложившееся звено адаптационных реакций организма.

В плане нашего изложения важно, что при чрезмерно длительном действии сильных раздражителей среды или возникновении сложных, так называемых «безвыходных» ситуаций, формирование функциональной системы, ответственной за адаптацию, и, соответственно, системного структурного следа, может не реализовываться. В этих условиях нарушения гомеостаза, вызывающие стресс-реакцию, сохраняются, стресс-реакция становится чрезмерно интенсивной и длительной и из общего звена адаптации к различным факторам среды может превращаться в общее звено патогенеза основных неинфекционных заболеваний, а именно, коронарной болезни, гипертонии, диабета, бластоматозного роста и т. д.

Существенно, что превращение стресса из звена адаптации в звено повреждения осуществляется, главным образом, путем чрезмерного увеличения перечисленных выше адаптивных эффектов стресса.

Действительно, большая мобилизация структурных и энергетических ресурсов организма при отсутствии доминирующей функциональной системы, где эти ресурсы могут быть использованы, приводит к утрате этих ресурсов и истощению, типичному для затянувшейся стресс-реакции. Чрезмерно длительное и значительное сужение артерий, первоначально возникшее ради перераспределения крови, перерастает в контрактурный спазм, который может стать основой таких различных на первый взгляд повреждений, как стрессорные язвы желудка, некроз миокарда или нарушение мозгового кровообращения. Обусловленная

избытком катехоламинов активация липаз, фосфолипаз, перекисного окисления липидов, достигая чрезмерного уровня, приводит уже не к интенсификации обновления и физиологически выгодным изменениям состава липидного бислоя мембраны, а к его повреждению, и как следствие, к нарушению функционирования липид-зависимых ферментов, рецепторов и каналов ионной проницаемости. Далее, активация гликолиза, которая может повысить резистентность органов и тканей к гипоксии при действиях высоких концентраций катехоламинов, может приводить к уменьшению резерва гликогена и снижению резистентности органов к гипоксии. Иными словами, при затянувшемся во времени стрессе адаптивные сдвиги превращаются в повреждения на основе перехода количества в качество.

Очевидно, что предупреждение повреждающего действия стресса и возникающих под его влиянием заболеваний путем постепенной адаптации к стрессорным ситуациям или с помощью определенных химических факторов составляет одну из важных проблем современной биологии и медицины.

Явление адаптации к опасным, по существу своему стрессорным ситуациям окружающей действительности, из которых нет выхода или не следует выходить, характерно для жизни животных и человека.

Исследования последнего десятилетия показали, что многократное выполнение опасной работы у людей, а также повторная иммобилизация или эмоционально-болевое воздействие у животных закономерно сопровождается уменьшением степени активации адренэргической и гипофизоадреналовой систем, характерной для стресса, — уменьшением выхода в кровь катехоламинов и глюкокортикоидов. Как следствие уменьшается ответ исполнительных органов, обычно участвующих в стрессорных реакциях, прекращается развитие в этих органах стрессорных повреждений.

Однако вопрос о том, можно ли с помощью такого рода предварительной адаптации предупредить стрессорные повреждения, которые закономерно возникают при длительном стрессе, до последнего времени оставался открытым.

В соответствии с этим нами было проведено исследование, слагающееся из двух этапов. На первом этапе определяли дозу, т. е. длительность стрессорного воздействия, необходимую для выраженного адаптационного эффекта и в то же время не вызывающую существенных повреждений. На втором этапе изучали возможность предупреждения повреждений, вызывавшихся длительным стрессом, с помощью предварительной адаптации к коротким неповреждающим стрессорным воздействиям. На обоих этапах исследования в качестве мишеней стрессорного воздействия были выбраны слизистая оболочка желудка, сердечная мышца и система иммунокомпетентных клеток, играющая важ-

ную роль в противоопухолевом иммунитете, а именно так называемые нормальные киллеры.

На первом этапе экспериментов выяснилось, что однократное стрессорное воздействие на крыс-самцов линии Вистар, создававшееся путем их фиксации в положении на спине, или эмоционально-болевое воздействие, создававшееся по известному методу Десидерато, при длительности в 1 час не вызывает развития язвенных поражений желудка. Одновременно наблюдается увеличение силы и скорости сокращения и особенно скорости расслабления изолированного сердца животных, перенесших короткий стресс, а также значительное увеличение резистентности этих сердец к гипоксии. Отмечалось также выраженное увеличение активности нормальных киллеров.

При длительном, шестичасовом, воздействии оба вида стресса закономерно вызвали повреждения слизистой желудка. Это повреждение выражалось развитием язв со средней длиной 8—12 мм. Одновременно в миокарде развивался описанный выше комплекс стрессорных повреждений. Кроме того наблюдалась значительная депрессия активности нормальных киллеров, уровень которой был снижен в 2—3 раза по сравнению с контролем.

Второй этап исследования состоял в том, что проводилась постепенная адаптация животных к стрессорным воздействиям путем фиксации животных в первый день на 15 мин., во второй день на 30 мин., в третий на 45 и последующие 10 дней на час. Защитный эффект такого рода адаптации применительно к желудку и сердцу оценивали, как и на первом этапе эксперимента у крыс линии Вистар, а применительно к системе нормальных киллеров данный эффект изучали также у мышей линии СВА.

Выяснилось, что у предварительно адаптированных животных средняя длина язв после длительного стрессорного воздействия составляет 4—7 мм, т. е. уменьшена примерно в 2 раза по сравнению с неадаптированным контролем. Предварительная адаптация существенно ограничила также стрессорную депрессию сократительной функции миокарда и активности нормальных киллеров.

Для оценки сократительной функции миокарда регистрировали сокращения изолированных предсердий, при этом предсердие спонтанно сокращалось 40—50 минут, затем его растягивали ступенчато с помощью нагрузок в 100 мг до длины $l_{\text{макс}}$, при которой оно развивало максимальное напряжение ($T_{\text{разв.}}$). О растяжимости предсердия судили по увеличению его длины в ответ на стандартную нагрузку в 100 мг и обозначали это приращение длины Δl . О сократительной функции предсердия судили по максимальному значению развиваемого напряжения в изометрическом режиме сокращения.

Данные, представленные в таблице 1, показывают значительное снижение растяжимости миокарда и депрессию развиваемого

Влияние предварительной адаптации организма к повторным стрессорным воздействиям на нарушения сократительной функции, вызванные длительным стрессом

Исучаемые параметры Серия	Нагрузка мг	Изменение длины Δl мм	Развиваемое напряжение T_p мг
Контроль I п=9	200	4,1 \pm 0,20	151,4 \pm 12,0
	400	5,7 \pm 0,25	251,9 \pm 22,50
	600	6,6 \pm 0,20	317,1 \pm 32,40
	800	7,0 \pm 0,20	335,0 \pm 35,0
Стресс II п=8 P I—II	200	2,79 \pm 0,26***	40,0 \pm 6,83***
	400	4,29 \pm 0,38*	85,0 \pm 15,0***
	600	5,05 \pm 0,23*	135,0 \pm 18,21***
	800	5,17 \pm 0,23*	123,3 \pm 8,8***
Адаптация III п=11 P I—III	200	3,33 \pm 0,21*	82,8 \pm 9,41**
	400	4,83 \pm 0,28*	174,5 \pm 12,91**
	600	5,67 \pm 0,33*	223,0 \pm 41,48
	800	6,30 \pm 0,33	256,0 \pm 47,39
Адаптация + стресс IV п=11 P III—IV	200	3,64 \pm 0,12	80,0 \pm 6,17
	400	5,08 \pm 0,21	177,1 \pm 16,57
	600	5,94 \pm 0,25	277,1 \pm 19,61
	800	6,37 \pm 0,24	257,5 \pm 21,75

Примечание: п — число животных в серии
* — $P < 0,05$
** — $P < 0,01$
*** — $P < 0,001$

напряжения в 2—2,5 раза после шестичасового иммобилизационного стресса. Главный вывод, который можно сделать из данных таблицы 1, состоит в том, что адаптация к стрессорным воздействиям сама по себе вызвала умеренное снижение параметров сократительной функции и полностью предупредила депрессию растяжимости и развиваемого напряжения, обычно вызываемую длительным стрессом. Активность нормальных киллеров определяли по критерию высвобождения ^{51}Cr из меченных клеток-мишеней, которыми служили клетки перевиваемых *in vitro* Т-клеток лимфомы линии YAC-1. Эффекторами нормальных киллеров при этом были клетки селезенки мышей линии СВА.

Из данных таблицы 2 видно, что после тяжелого 6-часового иммобилизационного стресса в эффекторных клетках наблюдается снижение активности нормальных киллеров в 2—3 раза

**Предупреждение депрессии активности нормальных киллеров
при стрессе с помощью предварительной адаптации к коротким
стрессорным воздействиям**

Группы животных	Количество эффекторных клеток на одну клетку-мишень			Достоверность различий
	100 : 1	50 : 1	26 : 1	
Контроль 1	20,0±1,9	17,1±1,5	9,3±1,1	
Стресс 2	9,2±1,1	5,3±0,6***	3,5±0,4	P ₁₋₂
Адаптация 3	18,4±1,7	16,1±1,4	8,8±0,8	P ₁₋₃
Адаптация + стресс 4	14,5±1,5	12,9±1,2**	8,1±0,9	P ₂₋₄

Примечание. Достоверность различий активности нормальных киллеров в сравниваемых группах проводили при соотношении эффекторы-мишень, равному 50 : 1

На одну точку брали не менее 10 мышей.

*** — P<0,001

** — P<0,05

по сравнению с контролем. Вместе с тем, у животных, прошедших предварительную адаптацию, которая сама по себе практически не изменила активности нормальных киллеров, интенсивный 6-ти часовой иммобилизационный стресс не вызывал ее достоверного снижения.

В целом полученные данные свидетельствуют, что предварительная адаптация к коротким стрессорным воздействиям предупреждает типичный для стресса комплекс повреждений организма, а именно: развитие язв слизистой желудка, депрессию сократительной функции сердца, депрессию активности нормальных киллеров.

Оценивая вероятный механизм этого явления, следует иметь в виду две возможности. Первая состоит в том, что при стрессорных воздействиях доказана активация тормозных механизмов головного мозга — ГАМК-эргической тормозной системы, системы энкефалинов и других. При повторных стрессорных воздействиях и, соответственно, при повторных активациях данных систем, их функциональные возможности могут возрастать. Это может в свою очередь приводить к уменьшению стрессорной

реакции и таким образом предупреждать выход в кровь АКТГ, стрессорных гормонов и тем самым — стрессорные повреждения.

Вторая возможность заключается в том, что действие избытка катехоламинов при стрессе закономерно сопровождается активацией клеточных регуляторных механизмов, ограничивающих адренэргический эффект, а именно, системы простагландинов, системы, ответственной за продукцию аденозина, антиоксидантных систем.

Постепенное увеличение активности этих систем при повторных стрессорных воздействиях небольшой длительности могло быть причиной снижения адренореактивности, доказанного в наших экспериментах на сердце, и, по-видимому, играющего роль в ограничении повреждающего действия катехоламинов при длительном стрессе.

Сравнительный экспериментальный анализ роли центральных и клеточных механизмов, обеспечивающих повышение резистентности организма в процессе адаптации к стрессорным воздействиям, представляется весьма перспективным.

Существенно, что представления об адаптации к повторным стрессорным воздействиям и антистрессорных системах организма уже в настоящее время позволяют использовать метаболиты таких систем и их синтетические аналоги с целью предупреждения стрессорных повреждений организма. На основе такого принципа подражания антистрессорным системам в нашей лаборатории была показана возможность предупреждения стрессорных повреждений желудка, сердечной мышцы и системы иммунитета с помощью центральных тормозных метаболитов типа ГАМК и пептида дельта-сна, с помощью α - и β -блокаторов, а также с помощью природных и синтетических антиоксидантов.

Развитие этого направления исследований создает перспективу нового подхода к профилактике неинфекционных заболеваний организма, в патогенезе которых важную роль играет стресс.

ОРГАННОЕ КРОВООБРАЩЕНИЕ ПРИ ГИПОКСИИ И ГИПЕРТЕРМИИ

Б. И. Ткаченко, Д. П. Дворецкий, С. А. Поленов (Ленинград)

Гипоксия, а также высокая и низкая температура окружающей среды, являются теми факторами, которые могут оказывать экстремальное воздействие на организм человека и животных в условиях их естественного обитания и, следовательно, вызывать резкие изменения функций отдельных систем или организма в целом. Поскольку интенсивно проводится освоение новых районов, характеризующихся именно этими климатическими усло-

виями, огромные контингенты людей живут и трудятся в условиях высокогорья, аридных зон или холодного арктического климата, что требует выяснения адаптационных возможностей к ним человека, а также способствующих им факторов.

В условиях измененного кислородного и температурного режима окружающей среды сердечно-сосудистой системе принадлежит особая роль, поскольку она обеспечивает доставку кислорода органам и тканям, а также выполняет эффективную роль в терморегуляции. Это требует быстрого и тонкого реагирования системы кровообращения на изменённые условия, что направлено на поддержание гомеостаза в организме и сохранения его жизнедеятельности. Однако изучение изменений в сердечно-сосудистой системе при гипоксии и гипертермии касалось в основном системных сдвигов гемодинамики, таких как уровень общего артериального давления, частота сердечных сокращений, сердечный выброс и др. Эти данные не давали представлений о перестройке органного кровообращения при экстремальных воздействиях, особенно изменениях резистивной, емкостной и обменной функций сосудов, что стало возможным для изучения лишь в последние годы. И хотя такого рода исследования пока возможны только или преимущественно на животных, именно они могут дать количественную характеристику изменений сопротивления, ёмкости и транскапиллярного обмена жидкости в отдельных органах при действии экстремальных факторов, вскрыть механизмы, лежащие в основе этих изменений.

Представляемые данные, полученные в опытах на животных, касаются именно этих вопросов.

Влияние хронической гипоксии на резистивную, емкостную и обменную функцию сосудов тонкого кишечника и кожно-мышечных областей у кошек исследовались на высокогорной станции перевала Анзоб (3370 м над уровнем моря) Гиссарского хребта, где острые опыты проводились после 3—5, 14—16 и 29—31 дней адаптации животных. Контрольные серии опытов выполнены в Душанбе (830 м). Изучали изменения сопротивления и емкости сосудистого русла, а также коэффициент капиллярной фильтрации. Адренергическую стимуляцию сосудов с целью оценки их реактивности осуществляли внутриартериальным введением норадреналина, адреналина и новодринина.

В высокогорных опытах по сравнению с контролем обнаружено резкое увеличение констрикторных реакций артериальных сосудов тонкого кишечника на норадреналин, уменьшение дилаторных реакций на новодрин и извращение реакций на адреналин, который вызывал дилатацию артериальных сосудов в контроле и выраженную вазоконстрикцию в горах. Наиболее резкие изменения реактивности артериальных сосудов кишечника отмечены после 3—5 и 14—16 дней адаптации, к 30 дню наблюдалась тенденция к ее восстановлению. Фармакологический анализ с

применением адреноблокаторов позволил заключить, что отмеченные изменения сосудистой реактивности в горах обусловлены увеличением чувствительности альфа- и частично уменьшением — бета-адренорецепторов.

Принципиально сходные данные были получены и в опытах на сосудах кожно-мышечной области таза и задних конечностей, где также было обнаружено достоверное увеличение в высокогорье констрикторных реакций артериальных сосудов на адреналин и норадреналин и уменьшение дилататорных реакций на новодрин. Отличием этих опытов являлось отсутствие изменений реактивности артериальных сосудов в горах при применении низких доз (0,5 мкг) адреналина и норадреналина.

Аналогичные данные были получены нами ранее на кожно-мышечной области и тонком кишечнике в другом географическом районе — на Тянь-Шане (перевал Туя-Ашу, 3200 м).

Увеличение констрикторных реакций органических артериальных сосудов в горах связано, очевидно, именно с процессом высокогорной адаптации, поскольку острая гипоксическая гипоксия, как показывают многочисленные литературные данные, сопровождается ослаблением вазоконстрикторного действия катехоламинов, а также стимуляции симпатических нервов. Хотя тонкие механизмы, вызывающие увеличение реактивности сосудистых альфа-рецепторов в высокогорье пока не известны, можно полагать, что биологический смысл этого феномена заключается в более экономном функционировании нейро-эндокринной регуляции артериальных сосудов, когда одна и та же степень вазоконструкции может быть достигнута при значительно меньшей интенсивности стимула.

Конструкторные реакции венозных сосудов кожно-мышечной области на адреналин и норадреналин в высокогорье достоверно возрастали после 3—5 и 29—31 дня адаптации при применении высоких доз катехоламинов (10 мкг), и существенно не изменялись в ответ на низкие дозы (0,5 мкг). В тонком кишечнике констрикторные реакции вен на адреналин были увеличены на всех сроках высокогорной адаптации. Норадреналин мог вызывать в тонком кишечнике как увеличение, так и уменьшение венозного оттока во всех сериях опытов, однако, важно, что и те и другие реакции были более выраженными в высокогорье, чем в контроле, и они, как правило, устранялись альфа-блокадой. Следовательно, увеличение реактивности сосудистых альфа-адренорецепторов в высокогорье касается не только артериальных, но и венозных сосудов исследованных областей.

Коэффициент капиллярной фильтрации в кишечнике увеличивается в высокогорье на 70% уже после 3—5 дней адаптации, остается таким же высоким после 14—16 дней адаптации и несколько снижается к 30-му дню. Можно предположить, что увеличение этого параметра обусловлено скорее раскрытием нефунк-

ционировавших ранее капилляров, чем образованием новых. Физиологический смысл этого феномена заключается в улучшении транскапиллярного обмена и оксигенации тканей за счет уменьшения межкапиллярного расстояния, увеличения общей площади обменной капиллярной поверхности.

Эксперименты с гипоксической гипоксией, вызываемой вдыханием газовых смесей, содержащих 14% O_2 (что примерно соответствует гипоксии на высоте 3300 м), выявили увеличение коэффициента капиллярной фильтрации как в скелетных мышцах, так и в тонком кишечнике в 2—3 раза. Дыхание смесью с 8% O_2 приводило к дальнейшему увеличению этого параметра в обеих сосудистых областях.

Сопrotивление сосудов денервированного кишечника и скелетных мышц при дыхании смесью с 14% O_2 существенно не изменялось, а при дыхании смесью с 8% O_2 снижалось на 2—6%. Сосудистая емкость в скелетных мышцах при этом существенно не изменялась, а в кишечнике — уменьшалась при дыхании смесью с 14% O_2 и в еще большей мере при дыхании смесью с 8% O_2 , что свидетельствует о сокращении в этом случае венозных сосудов. Полученные данные позволяют считать, что: а) дыхание гипоксической смесью с 14% O_2 является, очевидно, субпороговой гипоксией в отношении влияния на тонус артериальных сосудов, б) чувствительность венозных сосудов к гипоксии выше, чем артериальных, а в пределах артериального русла более высока у прекапиллярных сфинктеров, в) чувствительность венозных сосудов к гипоксии существенно различается в разных сосудистых бассейнах, г) имеются значительные различия в эффекте высокогорной и острой гипоксической гипоксии на органное кровообращение.

Внешние тепловые нагрузки приводят, как известно, к значительному увеличению кровотока в местах теплорассеивания (главным образом, в коже и в слизистых верхних дыхательных путей). Поддержание в этих условиях циркуляторного гомеостаза обеспечивается как за счет усиления деятельности сердца, так и вазомоторных реакций внутренних органов и скелетных мышц. В ряде работ постулируется положение о том, что дилатация сосудов кожных покровов и слизистых респираторного тракта сопряжена с конструкцией сосудов спланхической области. Тем не менее, сведения о характере и интенсивности регионарных сосудистых ответов на перегревание организма весьма противоречивы и фрагментарны.

Нами исследованы реакции артериальных и венозных сосудов кожи, скелетных мышц и тонкого кишечника у наркотизированных кошек при гипертермии.

Оказалось, что в этих условиях имеет место выраженное снижение кровотока в тонком кишечнике и скелетных мышцах, прирост сосудистого сопротивления в указанных регионах соста-

вил соответственно $23,0 \pm 7,3\%$ и $27,3 \pm 9,7\%$. Динамика изменений кровотока в кишечнике и скелетных мышцах оказалась различной: в первом случае его уменьшение происходило в первые 10—15 минут нагревания животного, тогда как во втором случае — лишь на 40—50 минутах нагревания.

Кровоток в коже задних конечностей увеличился в процессе гипертермического воздействия примерно в 5 раз, причем реакция возникла через 5—7 минут от начала тепловой экспозиции животного.

Формирование при гипертермии тела реципрокных сосудистых реакций в кожных покровах, с одной стороны, и в чревной области и скелетных мышцах, с другой, касается не только артериальных, но и венозных сосудов указанных регионов. Об этом свидетельствуют результаты измерения растяжимости вен в исследуемых органах: в тонком кишечнике и (в меньшей степени) в скелетных мышцах указанный параметр уменьшался, а в коже — увеличивался.

С целью расшифровки механизмов вазомоторных реакций при повышении температуры окружающей среды проведены опыты с исключением влияний на сосуды кишечника сопутствующих гипертермии изменений гуморального фона, для чего перегревали реципиента при постоянной нормальной температуре тела донора. Эти опыты показали участие в сосудистых реакциях на гипертермию нейрогенного компонента, реализующегося через изменения симпатической активности в соответствующих вазомоторных нервах. В опытах с перегреванием донора при поддержании нормальной температуры тела у реципиента определяли роль гуморального звена в рассматриваемых сосудистых ответах. Оказалось, что сосудистые реакции в этих условиях возникают лишь при значительном повышении температуры тела донора (выше $39,6$ — 40°C), и следовательно, решающая роль в генезе регионарных сдвигов гемодинамики на начальных этапах действия высокой внешней температуры на организм принадлежит нервным механизмам.

Повышение температуры притекающей в исследуемый регион крови с 36 до 42°C вызвало снижение сосудистого сопротивления в коже, но увеличение — в кишечнике и скелетных мышцах. На характер сосудистых ответов при данном воздействии не сказывались ни денервация органов, ни избирательная блокада α и β -адренорецепторов. Исчезновение указанных реакций на фоне вызванной папаверином дилатации сосудов свидетельствует о миогенной природе сдвигов сопротивления кровотоку при местном нагревании исследуемой ткани. Оказалось также, что повышение температуры крови, помимо непосредственного влияния на гладкие мышцы сосудов, изменяет их адренореактивность. Так, величина констрикторной реакции сосудов кожи к экзогенному

норадреналину была при температуре крови 42°C значительно ниже, чем при 37°C.

Таким образом, формирование регионарных сосудистых реакций при действии на организм высокой температуры окружающей среды происходит с участием нервных, гуморальных и локальных механизмов, обуславливающих качественную и количественную дифференциацию сдвигов кровотока в различных областях системы кровообращения. Реципрокные отношения в структуре сосудистых ответов кожи и внутренних органов соответствуют, очевидно, запросам регуляции температуры тела и поддержанию циркуляторного гомеостаза. В реализацию компенсаторно-адаптивных сдвигов системы кровообращения при пребывании организма в гипертермических условиях внешней среды включаются как артериальный, так и венозный отделы этой системы.

СТРУКТУРНЫЕ ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д. С. Саркисов (Москва)

Основным условием существования организма К. Бернар (1878) считал постоянство его внутренней среды. Под этим он понимал «такое совершенство организма, чтобы внешние перемены в каждое мгновение компенсировались и уравнивались». Развивая это положение, В. Кеннон предложил обозначать способность организма поддерживать постоянство своей внутренней среды термином «гомеостаз».

Одной из главных задач дальнейшей разработки учения о гомеостазе является уточнение того, насколько «прочны» механизмы, лежащие в его основе, как долго они могут выдерживать высокие нагрузки при сильных и длительных патогенных воздействиях. Речь, следовательно, идет о потенциальных возможностях системы гомеостаза в обеспечении нормальной жизнедеятельности организма при неблагоприятных условиях среды. Нередко этот аспект учения о гомеостазе обозначают как проблема «надежности биологических систем» (Мак-Каллок, 1964; А. К. Астафьев, 1967). Необходимость интенсивной разработки этой проблемы диктуется, прежде всего, тем, что она теснейшим образом связана и в значительной мере определяет решение таких важных проблем клинической медицины, как проблема «незаболеваемости», компенсации нарушенных функций, выздоровления и др.

Понятие о «надежности биологических систем» имеет различные аспекты: физиологический и патофизиологический, био-

химический, иммунологический, генетический, морфологический. Наименее изученным является последний. В его задачу входит ответить на вопрос о том, как материально обеспечиваются многочисленные механизмы гомеостаза и на какой структурной основе покоится известная «прочность», «выносливость», «надежность» этих механизмов. Отвечая на этот вопрос, следует, прежде всего, обратиться к **закономерностям структурного обеспечения изменений интенсивности той или иной функции организма на ее основной «производственной базе», т. е. в клетке.** Эти закономерности раскрываются при знакомстве со следующими принципами работы и взаимодействия внутриклеточных органелл, установленными с помощью наиболее современного метода структурно-функционального анализа — электронно-микроскопической радиоавтографии (Д. С. Саркисов и др., 1980).

Первый из этих принципов заключается в том, что в состоянии относительного функционального покоя из общего числа одноименных ультраструктур активно функционирует (интенсивность биосинтеза) лишь какая-то их часть. По мере изменения функциональных требований к клетке соответствующим образом изменяется и число активно функционирующих ультраструктур из числа имеющихся в норме: при повышении функциональной нагрузки в активную работу включаются все больше ультраструктур, при ее снижении — число ультраструктур, отличающихся высоким уровнем биосинтеза, падает. Этот принцип четко прослеживается как в отношении отдельных органелл клетки, так и внутри каждой органеллы между ее мельчайшими субструктурами.

Второй принцип состоит в том, что при более или менее длительной функциональной нагрузке, когда оказывается недостаточным включение в активную работу даже всех ультраструктур, которыми в норме располагает клетка, происходит **увеличение их числа, т. е. гиперплазия**, количественно соответствующая уровню возросшей функциональной нагрузки. Возникающая при этом **гипертрофия клетки** представляет собой финальное выражение цепи гиперпластических процессов, последовательно охватывающих все внутриклеточные структурные уровни, начиная с молекулярного: ускоренный синтез новых молекул энзимов, увеличение числа субъединиц клеточных органелл, нарастание числа последних (митохондрий, эндоплазматического ретикулаума, ядрышкового аппарата) и в целом — увеличение объема ядра и цитоплазмы.

Важным условием адекватного структурного обеспечения приспособительных колебаний активности биологических процессов является **временная синхронизация между действием раздражителя, требующим изменения функциональной активности, и моментом реализации последней.** Другими словами, чем более сближены во времени действие фактора внешней среды и ответ

на него организма, тем точнее и эффективнее приспособительная реакция последнего: материальные ресурсы органа, вполне достаточные потенциально, но не реализованные вовремя, т. е. в максимально короткие сроки после начала действия патогенного фактора, не могут предотвратить разрушительного влияния последнего. В этом раскрывается перед нами **третий принцип** взаимодействия внутриклеточных органелл, имеющий отношение к проблеме приспособительных реакций организма: колебания функциональной активности органов материально обеспечиваются не просто изменениями числа активно функционирующих структур, но такими, которые происходят в строгом временном соответствии с изменениями частоты и силы действия раздражителя.

Следует, вместе с тем, подчеркнуть, что способность организма к адаптивной перестройке интенсивности биологических процессов не безгранична: существуют некоторые минимальные, более уже «несжимаемые» сроки развертывания этой перестройки и, в частности гиперплазии ультраструктур и расширения материальной базы клетки, раньше которых они ни при каких условиях произойти не могут. Радиоавтографические исследования показывают, что репликация ДНК, т. е. появление новых ее матриц происходит не ранее, чем через 24—30 часов после начала действия патогенного фактора и как бы ни увеличивалась доза последнего или частота его воздействия, этот срок остается неизменным. Указывают, что повышение активности ферментных систем после введения индукторов наблюдается только спустя 5—6 часов (Л. А. Тиунов). Следовательно, существует некоторый латентный период между моментом действия раздражителя и временем мобилизации организмом материальных ресурсов для его нейтрализации, в течение которого могут возникнуть серьезные, а, может быть, и необратимые повреждения органов и тканей. Однако, как правило, этого не происходит вследствие того, что пока репликация ДНК обеспечит появление новых клеток или полиплоидию (гипертрофию) существующих, т. е. развертывание новых «производственных мощностей», клетка использует те материальные ресурсы, которые у нее имеются в наличии к моменту действия раздражителя. Это, в частности, выражается в резкой интенсификации синтеза РНК за счет включения в активную работу структур, до этого активно не участвовавших в синтезе, причем происходит это немедленно, практически одновременно с началом действия раздражителя. По своему значению для сохранения жизни поврежденной клетки усиление синтеза РНК можно рассматривать как **экстренную меру**, а усиление синтеза ДНК — как **радикальную, долгосрочную**.

Электронно-радиоавтографические исследования показали, что отмеченные выше механизмы поддержания внутриклеточного

гомеостаза, в целом, обеспечивают исключительно высокую стабильность работы клетки в меняющихся условиях среды. Стало ясно, что клетки различных органов обладают несравненно большей выносливостью и более широкими потенциальными возможностями сопротивления действию патогенных факторов, чем это принято считать. Так, в частности, оказалось, что клетки, находящиеся в состоянии даже выраженной жировой, вакуольной и др. видов дистрофии могут сохранять еще достаточно высокую биосинтетическую активность. Такая повышенная устойчивость клеток к патогенным воздействиям обуславливается, как отмечено выше, резкой интенсификацией регенераторных и гиперпластических процессов в их ультраструктурах.

Надежность биологических систем резко возрастает благодаря тому, что та или иная функция организма, тот или иной показатель его физиологического состояния очень часто обеспечивается работой не какого-либо одного, а нескольких разных видов клеток. Так, например, в регуляции уровня артериального давления принимают участие клетки мозгового (адреналин) и коркового (кортикостероиды) вещества надпочечников, почек (ренин), половых желез, энтерохромаффинных клеток слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта (серотонин), гломусных клеток артерио-венозных анастомозов и, наверное, еще ряд других. Многие виды клеток работают как синергисты-дублеры в системе гемостаза, иммунитета, секреторной деятельности желудочно-кишечного тракта и др.

Своеобразным выражением принципа дублирования в структурном обеспечении функций организма является выполнение одной клеткой нескольких функций. По мере углубления наших представлений о тонких механизмах работы клеток выясняется, что все большее их число относится к полифункциональным. Если еще совсем недавно мы руководствовались правилом «одна клетка — одна функция», то теперь, чем дальше, тем во все большей степени этот тезис превращается в исключение, а правилом становится положение — «одна клетка — несколько функций». Так, например, известно, что фибробласты продуцируют не только коллаген, но и мукополисахариды (гликозаминогликаны), электронно-микроскопические исследования показали наличие так называемых миофибробластов, функционирующих, в зависимости от обстоятельств, преимущественно в направлении или мио- или фибриллогенеза, клетки гладких мышц обладают не только сократительной функцией, но участвуют также в выработке волокнистых структур и меланина, тучные клетки продуцируют несколько совершенно различных биологически активных веществ, практически все клетки организма, помимо своей специфической функции, выполняют еще и неспецифическую, т. е. одинаковую для всех них и заключающуюся в выработке таких

важных веществ общерегуляторного назначения, как простагландины, кейлоны и др.

По-видимому, в процессе эволюции и все большей структурнофункциональной дифференцировки органов и тканей, происходило не только четкое разграничение функций между отдельными видами клеток, но, одновременно, и как бы противоположный процесс, а именно, вовлечение в ту или иную функцию разных видов клеток. В итоге такого не одностороннего, а сложного развития и получилось, что значительное число клеток организма, а может быть и все они, оказались нацеленными на выполнение не той или иной, а той и иной функции. Чаще при этом речь идет о преимущественной специализации клетки в отношении какой-либо одной, главной для нее функции и менее заметном участии ее в других. Исходя из этих главных функций, мы традиционно и делим все клетки организма на печеночные, почечные, миокардиальные и т. д. Однако сейчас, в связи с развитием новейших, очень точных методов исследования, стала все отчетливее вырисовываться эта «вторая жизнь» клеток, затушевываемая выступающей на первый план их основной деятельностью, причем, особенно четко это проступает в условиях патологии, когда требуется компенсировать избирательное нарушение той или иной функции организма.

Можно полагать, что биологический «смысл» полифункциональности клеток и дублирования ими сходных функций состоит в том, что при этом существенно повышается **компактность, потенциальные возможности и «надежность»** (прочность) всей системы в целом.

Важным фактором структурного обеспечения надежности биологических систем является **принцип антагонистической регуляции функций**. Сущность этого принципа заключается в том, что жизнедеятельность той или иной ткани (клетки) находится под постоянным двойным контролем ослабляющих и усиливающих ее работу влияний, соотношение которых и определяет уровень функциональной активности этой ткани в каждый данный момент.

Представления о материальной основе антагонистической регуляции функции и ее источниках еще недавно ограничивались, в основном, ссылками на симпатическую и парасимпатическую нервную систему и некоторые железы внутренней секреции и, в целом, анатомические пути этой регуляции от соответствующих центров нервной системы до эффекторов (клеток) выглядели довольно неопределенно, особенно, в конечных своих отделах. Сегодня, в связи с успехами современной морфологии — гистохимии, электронной, люминисцентной микроскопии, электронной автордиографии и др. открылись перспективы дальнейшего углубления морфологического анализа антагонистической регуляции функций организма и теперь эта проблема постепенно

утрачивает свой традиционный физиологический аспект, приобретая все более ясные структурно-функциональные очертания. Весьма ценные данные об антагонистической регуляции функций получены в современных биохимических и токсикологических исследованиях, свидетельствующих об огромной роли, которую играют в обмене веществ противоположно действующие индукторы и ингибиторы (Л. А. Тиунов, 1981).

Использование комплекса современных методов морфологического исследования позволило установить функциональное значение ряда клеточных элементов организма, существование которых дотоле не было известно, или таких, о которых знали только по их формально морфологическим описаниям, в то время как роль этих клеток в общей работе организма оставалась загадочной. К таким клеточным элементам относятся тучные, плазматические, энтерохромаффинные клетки, своеобразные, ранее неизвестные клетки многих желез внутренней секреции, слизистой оболочки различных отделов желудочно-кишечного тракта, интерстициальной ткани почек и др. Оказалось, что все эти клетки, вместе с известными ранее, представляют собой важное структурное звено сложной системы антагонистической регуляции функций.

Таким образом, свойство организма, которое принято обозначать как «надежность биологических систем», покоится на прочном структурном основании. Конкретные выражения этого свойства могут быть разнообразны: оно может выражаться в стойкой невосприимчивости к инфекционным агентам (иммунитет), в способности нейтрализовать действие даже сильных ядов, в исключительной выносливости организма по отношению к физическим нагрузкам, колебаниям кислорода во вдыхаемом воздухе, сильным перепадам окружающей температуры и т. д. Во всех этих случаях включают в действие разные системы организма, усиливают свою работу разные ткани и клеточные элементы, продуцируются различные биологически активные вещества. Но при почти бесконечном разнообразии этих ответов организма на действие факторов окружающей среды, все они строятся на единой, стандартной, неспецифической и, в принципе, очень простой материальной основе, а именно, на **варьировании числа активно функционирующих структур из наличного их запаса и на увеличении их массы (гиперплазии)**, если почему-либо этого запаса уже не хватает. Даже в тех случаях, когда речь идет о глубокой качественной перестройке работы биологической системы, как это бывает, например, при детоксикации ядов, дело, в конечном счете, сводится к **увеличению числа** тех молекулярных соединений, которые нейтрализуют данное токсическое вещество, т. е. адаптивная биохимическая перестройка системы тоже основывается на гиперплазии реагирующих структур.

Весьма характерно, что принцип варьирования числа актив-

но функционирующих структур из наличного их запаса, пополнение этого запаса в случае гибели части структур (регенерация), а также увеличение, если нужно, общего их числа (гиперплазия) является универсальным, т. е. справедливым для всех уровней организма: **молекулярного** (индукция адаптивных ферментов, репликация хромосомного аппарата), **органоидного** (гиперплазия органелл клеток и их субъединиц), **клеточного** (размножение клеток), **тканевого и органного** (пропорциональное увеличение числа всех компонентов данной ткани или органа).

Таким образом, современные исследования все более склоняют нас к тому мнению, что прочность системы гомеостаза, особенно, при длящихся десятилетиями хронических болезнях человека материально обеспечиваются за счет исключительно развитой способности организма быстро, в огромных размерах и, нередко, десятки лет **воспроизводить новые структуры** и включать их в активную деятельность. Этот механизм сохранения гомеостаза и стабильной работы систем даже в длительно существующих экстремальных условиях является главенствующим, перекрывающим по своей значимости все другие «мероприятия» организма по структурному обеспечению его функций. Характерно, что как и многие другие механизмы структурного обеспечения компенсаторно-приспособительных реакций этот механизм, который может быть обозначен как «репликационный», а по-старому — «гиперпластический» является универсальным, т. е. охватывающим всю иерархию структур организма, начиная с хромосомного аппарата и кончая клеточным и тканевым уровням.

Подводя итог сказанному, подчеркнем в качестве главного вывода следующее: надежность биологических систем никогда не бывает явлением «чисто функциональным», она всегда, на всех уровнях организации покоится на прочном структурном основании в виде трех стержневых процессов — **непрерывного самообновления** структур, их **гиперплазии** и способности к стремительной **приспособительной перестройке**. Чрезвычайно характерным является и то, что ни один из этих механизмов структурного обеспечения надежности биологических систем не является свойственным какому-либо одному уровню организации — все они универсальны, т. е. одинаково четко прослеживаются на молекулярном, ультраструктурном, клеточном, тканевом, системном уровнях.

РОЛЬ ЛИЗОСОМ В АДАПТАЦИИ И ДЕЗАДАПТАЦИИ СЕРДЦА К ПОВЫШЕННОЙ НАГРУЗКЕ

В. А. Фролов (Москва)

С момента открытия de Duve лизосом прошло тридцать пять лет и за этот период наука пополнилась множеством факторов, характеризующих роль этих органелл в физиологии и патологии. Установлено, что лизосомы участвуют в процессе оплодотворения яйцеклетки, внутриутробном развитии организма, обуславливают секрецию ряда гормонов, определяют характер течения внутриклеточного пищеварения и, наконец, являются одним из механизмов посмертного аутолиза тканей, представляя собой таким образом и «повивальную бабку» и «могильщика» человеческого организма. Выявлена роль лизосом и в течении ряда патологических процессов, таких как воспаление, где они, по образному выражению Grimpe, являются «стартовыми площадками» этой реакции; таких как шок, острая атрофия печени и т. д.

Вместе с тем, в достаточной степени роль лизосом в физиологических и патологических процессах точно не детерминирована и пока за ними довольно прочно закрепилась репутация «органелл-мусорщиков», очищающих клетку от некоторых продуктов ее метаболизма, и «органелл — киллеров», предназначенных для уничтожения поврежденных внутриклеточных образований и даже самих клеток.

Особенно скудны сведения о роли лизосом миокарда. До сих пор в большинстве работ, прямо или косвенно касающихся этой проблемы, отмечается, что роль лизосом миокарда либо недостаточно выяснена, либо она сводится к «очистке» сердечных миоцитов от балластных веществ.

Лишь в последние годы были получены данные, указывающие на специфическую роль лизосом при инфаркте миокарда: предполагается, что повреждение лизосомных мембран в ишемизированном миокарде приводит к избыточному выходу лизосомальных ферментов в цитоплазму, что составляет основу расширения зоны инфаркта.

Однако, анализ литературных данных, касающихся лизосом сердца, вызывает весьма серьезное сомнение в том, чтобы эта органелла несла в миокарде столь ограниченные функции и не играла бы никакой существенной роли в физиологических процессах, протекающих в сердечной мышце. С другой стороны, представлялось весьма интересным и важным изучить механизмы включения лизосом и в динамику патологического процесса.

На протяжении ряда лет нами были получены данные, которые дали основание полагать, что физиологическая роль лизосом миокарда значительно шире, чем это представляется в настоящее время.

Изучая сезонные колебания ряда показателей сократительной функции сердца, некоторых характеристик его липидного метаболизма, а также состояния ультраструктуры сердечных миоцитов, мы обнаружили, что между многими из этих показателей существует сильная достоверная корреляционная связь, причем наибольшим количеством таких связей обладают лизосомы. Установив эту закономерность, мы применили факторный анализ в целях выявления групп признаков, обладающих наиболее сильными корреляционными связями друг с другом. С помощью этого метода нами было получено восемь групп-факторов, из которых наиболее интересными и важными на наш взгляд явились две группы, одна из которых объединяла показатели сократительной функции обоих желудочков сердца, активность двух липолитических ферментов в миокарде, интенсивность деления митохондрий и количество лизосом, а вторая — концентрацию в крови свободных жирных кислот, количество митохондрий миокарда, степень их набухания и количество лизосом.

Таким образом нами были установлены тесные связи лизосом миокарда с показателями, характеризующими сократительную функцию нормального сердца, липидный метаболизм миокарда и состояние его митохондриального аппарата.

Предположение о том, как реализуются эти связи, какое они находят конкретное физиологическое выражение, было высказано нами в связи с анализом электронограмм интактного миокарда.

При изучении динамики ультраструктуры сердечного миоцита нормального сердца по сезонам мы установили, что в миокарде, находящемся в состоянии повышенной функциональной активности (а эта повышенная функциональная активность наблюдается в период с поздней осени до ранней весны) отмечается большое количество митохондрий, которые мы квалифицировали как делящиеся. О том, что эти митохондрии делятся, а не сливаются, говорит факт точного пространственного совпадения крист прилежащих друг к другу органелл. Если бы в данном случае имело место слияние митохондрий, вряд ли бы противолежащие кристы могли бы быть столь строго ориентированными относительно друг друга в пространстве. Одновременно в миокарде отмечалось большое количество полностью или почти полностью разрушенных митохондрий, а также мелкие митохондрии с четкой наружной мембраной и небольшим количеством целых, нефрагментированных крист. В миокарде в этот период также отмечалось усиление белково-синтетических процессов, о чем свидетельствовало большое количество гранулярного саркоплазматического ретикулума, имеющего вид кольцевых или спиральных образований.

В период повышенной функциональной активности миокарда в состоянии его ультраструктуры наблюдалась также следующая

особенность. В сердечных миоцитах отмечалось значительное увеличение количества лизосом, причем лизосомы контактировали с митохондриями, и в местах этого контакта отмечалось локальное разрушение митохондриальных мембран.

Сопоставляя этот факт с усилением интенсивности деления митохондрий и данными, свидетельствующими о возможности усиления синтеза митохондрий из гиалоплазмы, мы высказали предположение о том, что в этих процессах роль «пускового толчка» могут играть лизосомы. Разрушая локально митохондриальные мембраны, они могут стимулировать деление митохондрий. Разрушая митохондрии, лизосомы тем самым способствуют появлению в цитозоле обломков митохондриальных мембран, выходу митохондриальной ДНК в гиалоплазму, что в условиях интенсификации процессов белкового синтеза может дать толчок синтезу митохондрий «de novo».

Таким образом, полученные нами данные дают основание полагать, что лизосомы играют весьма существенную роль в процессах внутриклеточной регенерации, являясь одним из ее «моторов». В данной связи следует сказать несколько слов и о роли липидного метаболизма в этом процессе. Приведенные выше корреляционные связи показывают, что количество лизосом в миокарде тесно связано с активностью некоторых липолитических ферментов, а также с уровнем свободных жирных кислот в крови, а, следовательно, и в миокарде, поскольку свободные жирные кислоты предпочтительно используются сердечной мышцей в качестве энергетического материала (Ballard et al., 1960; Scott et al., 1961, van der Vusse et al., 1982). Известно (Acosta, Wenzel, 1974), что в сердце свободные жирные кислоты повышают проницаемость лизосомных мембран. В миокарде, находящемся в состоянии повышенной функциональной активности, происходит разрушение усиленно функционирующих митохондрий, вследствие чего в сердечных миоцитах могут накапливаться в большом количестве кислые липиды, образовавшиеся из фосфолипидов митохондриальных мембран. Кроме того, нами было показано (В. А. Фролов с соавт., 1977, 1978, 1979, 1980), что при любой перегрузке миокарда (физиологической или патологической) первой реакцией является усиление липолиза в организме и увеличение в крови содержания свободных жирных кислот, усиленно адсорбируемых миокардом из циркулирующей крови.

Таким образом, перегрузка сердечной мышцы приводит к накоплению в сердечных миоцитах кислых липидов, что вызывает определенную лабильзацию лизосомных мембран; это в свою очередь даёт толчок усилению процессов внутриклеточной регенерации, что в конечном итоге дает сердцу возможность поддерживать его контрактильную активность на уровне, требуемом от миокарда в связи с новыми условиями функционирования. Д. С. Саркисовым (1968) было показано, что внутриклеточная

регенерация миокарда является единственным способом либо восполнить функцию утраченной, поврежденной ткани, либо справиться с возросшей на сердце нагрузкой. Исходя из этой концепции, мы можем трактовать лизосомный механизм «включения» процесса внутриклеточной регенерации, как один из важнейших адаптационных механизмов сердечной мышцы.

Резюмируя изложенное, можно сказать, что функция лизосом интактного миокарда далеко выходит за пределы очистки клетки от балластных веществ или же уничтожения клетки при ее старении. При этом следует заметить, что данная особенность присуща не только интактному сердцу, но и патологически измененному миокарду, на который вследствие его повреждения значительно возросла гемодинамическая нагрузка.

Однако, в условиях развития миокардиальной патологии лизосомы могут сыграть и иную роль, усугубив степень повреждения сердечного миоцита. Я позволю себе продемонстрировать эту сторону влияния лизосом на миокард на примере такого патологического процесса, как анафилактический шок.

Морские свинки сенсибилизировались нативной лошадиной сывороткой. Через 21 день после последней сенсибилизирующей инъекции им вводилась разрешающая доза антигена. У животных развивался анафилактический шок; через 15 минут после появления первых симптомов анафилаксии животные забивались и производилось электронномикроскопическое исследование миокарда. При этом в миокарде отмечались явления выраженного вне- и внутриклеточного отека, в сердечных миоцитах наблюдалось большое количество лизосом с полностью разрушенной мембраной, выходом гранул фермента в цитоплазму и с явлениями грубой деструкции миокардиальной клетки в прилежащих к данной лизосоме областях.

Второй группе животных мы вводили разрешающую дозу антигена через 2,5 месяца после последней сенсибилизирующей инъекции. У таких животных анафилактическая реакция, как правило, не развивалась. Исследование сердец животных с длительной сенсибилизацией показало наличие слабо выраженных явлений внеклеточного отека и резкое уменьшение количества лизосом в сердечных миоцитах.

При этом следует отметить, что сохранившиеся лизосомы у таких животных имели, как правило, четкую мембрану, в то время как у морских свинок через 21 день после последней сенсибилизации даже до введения разрешающей дозы антигена отмечалось разрыхление лизосомных мембран.

Части животных с длительным периодом сенсибилизации в течение недели перед введением разрешающей дозы антигена подкожно вводились малые (или физиологические) дозы витаминов А и Е (витамин А — 500 ед/кг; витамин Е — 0,5 мг/кг). Такие дозы, согласно литературным данным (Weissman, Thomas,

1963; Fukusawa et al., 1971), лабилизируют лизосомные мембраны. И действительно, у этих животных, наряду с увеличением количества лизосом в миокарде, отмечалось разрыхление мембран. При введении данным животным разрешающей дозы антигена у них возникал выраженный анафилактический шок. Таким образом, у животных с длительным периодом сенсибилизации после введения витаминов А и Е происходила активация лизосомного аппарата и одновременно восстанавливалась способность к воспроизведению анафилаксии.

Суммируя все приведенные выше данные, мы высказываем следующее предположение. При сенсибилизации животных антигеном последний, попадая в организм, проникает внутрь клеток и контактирует с лизосомами, поскольку в их функции входит и разрушение проникшего в клетку чужеродного материала. Контакт антигена с лизосомами вызывает повышение проницаемости их мембран, а при повторном введении антигена этот контакт и повреждение лизосомных мембран усиливается, что приводит к «штурмовому» выходу ферментов в гиалоплазму, аутолизу и гибели клетки.

Через два с половиной месяца после введения сенсибилизирующей дозы антигена напряженность процесса сенсибилизации спадает, а количество лизосом в клетках уменьшается, по-видимому, в связи с длительным перенапряжением лизосомного аппарата. Каротин и альфа-токоферол, стимулируя лизосомный аппарат и повышая проницаемость лизосомных мембран, тем самым восстанавливают способность организма отвечать анафилаксией на введение разрешающей дозы антигена.

Естественно, что при анализе данного материала возник вопрос: а как будет влиять на течение анафилактического шока стабилизация лизосомных мембран? В качестве фактора, стабилизирующего лизосомные мембраны, мы применили салициллат натрия (Ignarro, 1971, 1972), который вводился сенсибилизированному животному по 100 мг/кг ежедневно в течение недели с 14-го по 21-й день сенсибилизации. На 21 день животным внутривенно вводилась разрешающая доза антигена. Результаты эксперимента показали, что у животных, которым вводился салициллат натрия, анафилактический шок протекал менее бурно, нежели у контрольных морских свинок, летальность от шока была значительно меньше, а морфологическое исследование установило, что степень разрушения лизосомных мембран у животных с салициллатом натрия также была значительно меньше.

Корреляционный анализ показал, что между показателем летальности от анафилактического шока и степенью сохранности лизосомной мембраны (которая оценивалась нами по отношению сохранной части мембраны лизосомы к её периметру), существует обратная сильная достоверная связь (коэффициент корреляции равен — 0,8).

В следующем разделе эксперимента, в целях выяснения роли лизосом в регуляции адаптивных возможностей интактной зоны сердечной мышцы при её инфаркте, мы моделировали у животных острую очаговую ишемию миокарда на фоне предварительного семидневного введения малых доз витаминов А и Е.

Во все сроки процесса при введении животным с острой очаговой ишемией миокарда доз каротина и альфа-токоферола, лабилизирующих лизосомные мембраны, отмечалось достоверное снижение сократительной функции сердца по сравнению с группой кроликов, не получавших лабильзаторов лизосомных мембран. Электронномикроскопическое исследование интактной зоны сердца показало, что у животных, которым на фоне острой очаговой ишемии миокарда вводились малые дозы витаминов А и Е, отмечалось резкое разрыхление лизосомных мембран в неишемизированной части сердечной мышцы и значительно более глубокое, чем без введения витаминов, повреждение её ультраструктуры. По-видимому, лабилизация лизосомных мембран в данном случае, так же как и при анафилактическом шоке, приводит к повреждению сердечного миоцита и падению контрактильной способности сердца.

Все изложенное позволило нам предложить следующую, пока еще в ряде звеньев гипотетическую, схему участия лизосом сердечных миоцитов в перестройке функционирования миокарда при воздействии на него патогенного агента.

Патогенный агент, воздействующий на миокард, приводит к усилению липолиза, как в миокарде, так и в организме в целом, и, следовательно, к повышению содержания в крови свободных жирных кислот. Последние активно адсорбируются миокардом из крови, вследствие чего концентрация СЖК в миокарде повышается. Увеличение содержания в миокарде кислых липидов приводит к повышению проницаемости лизосомных мембран двумя путями: во-первых, через «встраивание» СЖК в мембраны лизосом, а, во-вторых, через гипоксию, возникающую в миокарде при накоплении в нем избытка жирных кислот, требующих для своего окисления большого количества кислорода. Это приводит к «штормовому» выходу лизосомных ферментов в цитоплазму, повреждению миокардиальной клетки, нарушению ее функции и гибели.

С другой стороны, умеренное повышение проницаемости лизосомных мембран может дать толчок процессам внутриклеточной регенерации и повышению уровня биоэнергетики клетки, к чему также может привести и использование избытка СЖК в качестве дополнительного энергетического материала.

Таким образом, роль лизосом в физиологии и патологии сердечного миоцита в значительной мере определяется степенью проницаемости их мембран. Следовательно, регулируя степень повышения проницаемости лизосомных мембран, а также кон-

центрацию СЖК в миокарде, мы, по-видимому, сможем в определенной степени управлять этим механизмом и «переводить» реакции, развивающиеся в клетке, с «рельсов» повреждения на «рельсы» внутриклеточной регенерации. О принципиальной возможности вмешательства в этот процесс говорят наши опыты с применением лабильзаторов и стабилизаторов лизосомных мембран.

Такова в общих чертах предлагаемая нами концепция. Мы четко представляем, что в ряде своих звеньев она в достаточной степени гипотетична и требует дальнейших доказательств. Однако, нам кажется, что полученные нами данные дают право по крайней мере на два вывода:

1. Функция лизосом миокарда выходит далеко за пределы задач «органелл-мусорщиков» и «органелл-киллеров» и является одной из центральных в процессах внутриклеточной регенерации, а, следовательно, в адаптации сердца к повышенной нагрузке.

2. Принципиально возможно, воздействуя на проницаемость лизосомных мембран, управлять участием лизосом в развитии адаптационно-приспособительных процессов в клетке.

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБУЧЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ.

**Г. Н. Сердюковская, Л. М. Сухарева, Н. Г. Самоitolкина,
Е. И. Шубочкина (Москва)**

В последнее десятилетие одной из форм массового обучения молодежи является обучение профессии в учебных заведениях профтехобразования. В одних типах этих учебных заведений подростки получают профессию и завершают среднее образование (средние ПТУ), в других — после окончания средней общеобразовательной школы приобретают профессию современного квалифицированного рабочего со всем комплексом теоретических знаний и практических навыков по специальности. Обучение подростков в учебных заведениях профтехобразования сопровождается ломкой сложившегося динамического стереотипа, возрастанием удельного веса профессионального обучения, первым контактом с производственными факторами, с новыми учебными дисциплинами и т. д. Все это предъявляет повышенные требования к организму учащихся и вызывает необходимость перестройки функционирования ведущих физиологических систем, иными словами адаптации к новым условиям обучения.

Результаты массовых исследований, проведенных за период 1973—1983 г. г. с целью изучения функционального состояния и

состояния здоровья учащихся средних профессионально-технических и технических училищ разного профиля, показали, что у большинства учащихся происходила адаптация к профессиональному обучению, что выразилось в положительной динамике изучаемых физиологических показателей и показателей состояния здоровья за время обучения.

Вместе с тем, дифференцированный подход к оценке полученных материалов в зависимости от профиля изучаемой профессии позволил установить, что процесс приспособления учащихся к профессиональному обучению протекает с разной степенью выраженности адаптационных сдвигов, зависящих от комплекса факторов, среди которых важная роль принадлежит режиму и условиям обучения, полу и возрасту, характеру изучаемой профессии с учетом уровня основного производственного фактора, типу учебного заведения и т. д.

Полученные материалы явились основанием для разработки методических рекомендаций по совершенствованию условий обучения и воспитания учащихся профессионально-технических училищ. Эти рекомендации содержат общие методические требования к организации учебного процесса в училищах данного типа, гигиенические требования по содержанию учебно-производственных помещений, медицинскому обеспечению учащихся, а также дополнительные требования, учитывающие специфику конкретных профессий.

Объединение в одном методическом документе широкого круга вопросов, касающихся как медицинских, так и педагогических аспектов подготовки рабочих кадров, послужило научной основой для внесения изменений в учебные планы и программы, в организацию условий и медицинского обслуживания, являющихся основополагающими документами для всех профессионально-технических учебных заведений.

Учитывая, что значимость разработанных рекомендаций определяется их эффективностью. Институтом гигиены детей и подростков Минздрава СССР была проведена работа по оценке эффективности данных рекомендаций, показавшая, что четкое соблюдение мероприятий в соответствии с изложенными требованиями способствовало повышению функциональных возможностей организма, сохранению и укреплению здоровья учащихся, независимо от профиля изучаемой профессии.

ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ И АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА

Н. Р. Деряпа (Новосибирск)

Среди современных проблем экологии человека, обусловленных интенсивным освоением всех регионов Земли и выходом человечества в космос, специального внимания заслуживает проблема «общество-физические факторы среды». Последние включают географические условия жизнедеятельности человеческой популяции: космогелиогеофизические, климатопогодные, ландшафтные (М. И. Будыко, 1980, В. А. Анерин, 1982, и др.). В условиях НТР возросла угроза антропогенного загрязнения среды, деградации биосферы, экологического кризиса (Е. К. Федоров, 1977). Искусственные электромагнитные поля (ЭМП) становятся одним из экологических факторов (А. М. Сердюк, 1977). Рассмотрим основные аспекты затронутой проблемы с позиций адаптации.

Методология. Благодаря пионерским исследованиям В. И. Вернадского (1926, 1944) по солнечно-земным связям разработано и успешно развивается его учение о биосфере как «планетном явлении космического характера» и переходе её в ноосферу. Заслугой А. Л. Чижевского (1930, 1973) является обоснование роли космических факторов в жизни биосферы на примере эпидемических заболеваний человека, создание гелиобиологии. К. Э. Циолковский (1962), писал: «Будем стараться иметь космический взгляд на вещи». Эти выдающиеся естествоиспытатели и их последователи заложили основы концепции космогелиоцентризма в естествознании, биологии, медицине, которая идет на смену ещё распространенному в науке геоцентризму и антропоцентризму. Существенный импульс для внедрения идеологии космогелиоцентризма дали достижения космонавтики.

Для углубленного понимания природы и механизмов солнечно-биосферных связей важное методологическое значение имеют: системный междисциплинарный подход, учет неоднородности биосферы и эволюции магнитного поля Земли, концепция электромагнитного гомеостазирования в биосистемах, типы индивидуальных реакций на ЭМП и др. (В. П. Казначеев, 1982).

Принципиально важными представляются междисциплинарные научные программы по изучению магнитно- и метеотропных реакций здорового и больного человека, разработанные Сибирским отделением АМН СССР. Это программа «Солнце-климат-человек» или «Медицинская климатология» (В. П. Казначеев и соавт., 1977). Её реализация наиболее целесообразна на основе методологии глобального синхронного эксперимента (Глобэкс), то есть путем синхронных наблюдений магнитно- и метеотропных реакций по всей территории Земли унифицированными методами

на однородных контингентах. Программа исследований в период активного Солнца — Глобэкс-80 — создана учеными СО АМН СССР (Н. Р. Деряпа и соавт., 1978). В её реализации участвовало около 30 учреждений СССР. Результаты исследований обрабатываются и частично обобщены («Проблемы солнечно-биосферных связей», Новосибирск, 1982). Методологические аспекты требуют дальнейшего развития.

Вопросы классификации. Солнечно-биосферные связи изучаются в рамках биометеорологии (V. Faust, 1978), биоклиматологии, биогеофизики (Э. Лаутербах, 1980). Реакция человека на физические факторы среды — предмет медицинской климатологии (В. Г. Бокша, Б. В. Богуцкий, 1980). С нашей точки зрения, последняя включает: климатофизиологию, климатопатологию, климатопрофилактику и климатотерапию, медицинское гелиометеопрогнозирование. Указанные науки — междисциплинарные и предполагают сотрудничество биологов, медиков, геофизиков, климатологов, метеорологов и других специалистов, что требует выработки общего «языка» по солнечно-земным и солнечно-биосферным связям.

Магнито- и метеочувствительность — эволюционно закрепленное свойство любой биосистемы. Обладая биотропностью, космогелиогеофизические и метеорологические факторы вызывают магнито- и метеотропные реакции. Предложено понятие «метеотропные заболевания», в развитии которых ведущее место отводится космическим факторам (Д. Ассман, 1966, А. П. Авцын, 1972). Различают энергетический и информационный типы взаимодействий ЭМП с биосистемами (Г. Ф. Плеханов, 1967, А. С. Прессман, 1968). Существует прямое и не прямое, быстрое и отсроченное действие ЭМП.

Механизмы метеотропных реакций. Мы считаем более точным называть их «гелиометеотропные реакции» (Т. И. Андропова, Н. Р. Деряпа, А. П. Соломатин, 1982). Ведущее значение в развитии указанных реакций имеет феномен адаптации (приспособления) биосистем к постоянно изменяющимся физическим факторам среды. Адаптация имеет эволюционно закрепленные механизмы и носит в принципе защитно-компенсаторный характер. Эти механизмы пока изучены недостаточно.

Г. М. Данишевский (1955, 1968) выдвинул концепцию дизадаптационных метеоневрозов, которая во многом объясняет северную метеопатологию, но не может быть признана универсальной.

Климатические факторы, воздействуя на термо- и барорецепторы, систему анализаторов, вызывают сложные адаптивные терморегуляционные рефлексy (М. Е. Маршак, 1960). Электромагнитные импульсы, возникающие при колебаниях атмосферного электричества, раздражают кожные рецепторы и вызывают изменения активности головного мозга, вегетативных

центров (С. М. Чубинский, 1965, Ф. Г. Портнов, 1972). Аэроионы, раздражая интерорецепторы легких, обуславливают развитие рефлекторных реакций в виде усиления легочного газообмена и др. (Л. В. Васильев, 1953). В целом действие климатических факторов на биосистемы осуществляется через формирование ответных адаптивных реакций на уровне центральной и вегетативной нервной системы, закрепление сигнально условнорефлекторного влияния на организм метеорологического комплекса (Г. М. Данишевский, 1968, Н. М. Воронин, 1981). Важное значение имеют гуморальные механизмы с изменением секреции гормонов и других биологически активных веществ (В. Г. Бокша, Б. В. Богудкий, 1980).

Чрезвычайно сложны механизмы действия ГМП. В. М. Аристархов и соавт. (1978) магнитобиологические эффекты сводят к пяти группам явлений: 1) существование свободных радикалов в биосредах, 2) изменения скорости или механизма диффузии (в частности, через клеточную мембрану), 3) полупроводниковые эффекты в молекулах ДНК и белков в МП, 4) изменение ротационной поляризации молекул с активным центром, 5) изменение валентных углов связи в парамагнитных молекулах. Важна также роль воды (Л. Д. Кисловский, 1971, В. М. Классеп, 1973 и др.), коллоидных систем организма (Дж. Пиккарда, 1967). Согласно концепции о «синдроме полярного напряжения» (В. П. Казначеев, 1975, 1980), ГМП на Крайнем Севере вызывает в биомембранах клеток нарушения липидного обмена и свободнорадикального окисления. Указанные процессы через последующие включения нейрогуморальных механизмов регуляции могут приводить к различным клиническим вариантам адаптационных «срывов» гелиометеотропного характера, особенно в начальный (до 3 лет) период проживания в полярных регионах Земли. В условиях высоких широт установлена ведущая роль ГМП и космических излучений в развитии начальных этапов гелиометеотропных реакций, хотя для познания тонких механизмов требуются дальнейшие исследования.

С нашей точки зрения, перспективным направлением является изучение роли биологически активных точек (БАМ) в формировании адаптивных реакций организма на физические факторы среды, прежде всего флюктуаций ГМП. Использование магнитофоров показало возможность воздействия на магнитореактивность систем кровообращения здоровых лиц (Н. Р. Деряпа и соавт., 1982).

Таким образом, несмотря на имеющиеся достижения, проблема «человек — физические факторы среды» нуждается в дальнейшей разработке. Важное значение для целей профилактики и коррекции гелиометеотропных реакций имеет раскрытие их адаптационных механизмов.

ХРОНОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ К СЕВЕРНЫМ РЕГИОНАМ

В. А. Матюхин (Новосибирск)

Проблема перемещений в наши дни приобретает большую актуальность. Ежегодно Аэрофлот СССР перевозит более 100 млн. пассажиров, нередко на очень большие расстояния. Эти перемещения небезразличны для организма.

Биоритмология перемещений человека — новое направление физиологии, развитие которого predeterminedено техническим прогрессом и созданием новых скоростных транспортных средств.

Трансмеридиональные перелеты и переезды, сопровождающиеся радикальной перестройкой структуры внешних датчиков времени, вызывают сложные изменения физиологических ритмов организма в пункте назначения, а по возвращении — в пункте постоянного базирования.

В проблеме хронофизиологических адаптаций северные регионы имеют особую, уникальную специфику. Рассмотрим это на примере особенностей фотопериодизма на разных широтах.

В табл. 1 представлены рассчитанные нами некоторые показатели фотопериодизма на широтах около 40° с. ш., 55° с. ш. и 66° с. ш. Эти широты примерно соответствуют гг. Фрунзе, Новосибирску и Норильску.

Анализ этих данных показывает принципиальные различия изучаемой структуры светового дня на различных широтах в одно и то же время года. Оно проявляется в том, что на юге страны (40° с. ш.) месячный дрейф утреннего восхода и вечернего захода в течение года сравнительно невелик (всего 28 мин.), в средних широтах (55° с. ш.) — эта величина удваивается (52 мин.), а на севере (66° с. ш.) — почти утраивается (80 мин.). Эти материалы, а также величины продолжительности минимального светового дня на этих широтах (9 ч. 20 мин. — юг, 7 ч. — ср. широта и 3 ч. — север) показывают возможное разное влияние структуры светового дня на формирование биоритмов человека и животных. В связи с этим мы выдвинули гипотезу о том, что наиболее четко циркадные (околосуточные) ритмы будут проявляться у «южных» организмов. В средних широтах эта четкость ритмов может проявляться меньше, а на севере — вообще может быть характерен «развитый» тип суточных биоритмов.

Различия фотопериодизма на различных широтах СССР.

Показатели фотопериодизма	Ш и р о т ы		
	южные (40° с. ш.)	средние (55° с. ш.)	северные (66° с. ш.)
Минимальный световой день	9 ч. 20 мин.	7 ч.	3 ч.
Прирост светового дня за полгода	2 ч. 50 мин. × 2	5 ч. 13 мин. × 2	9 ч. 30 мин. × 2
Сдвиг момента восхода солнца за месяц	28 мин.	52 мин.	80 мин.

Безусловно, нельзя забывать о мощной роли социальных датчиков в формировании циркадных ритмов человека. Эта роль с увеличением широты нахождения (проживания) человека должна возрастать, так как структура световых суток на Крайнем Севере необычна (полярная ночь, полярный день и др.), и в этих ситуациях нагрузка на биоритмологический статус человека очень велика.

Таким образом, на наш взгляд, правомочно выделение южного, северного и промежуточного типов циркадных биоритмов человека и животных. Можно также говорить о «скользящей» динамической акрофазе и минифазе физиологических показателей для разных широт северного полушария.

Есть мнение, что усредненную величину «зоны блуждания» фазы следует включить в число показателей биоритмологической нормы.

Исходя из этих положений, можно прогнозировать изменения структуры биоритмов при трансмеридиональных и широтных перемещениях. Более того, есть все основания полагать, что при полетах по меридиану на Крайний Север могут развиваться суточные десинхронозы.

Проблема климатических контрастов при дальних перелетах требует специальной разработки. Особую остроту это требование приобретает в связи с полетами по меридиану (полет «из сезона в сезон»). Мы позволили себе предложить термин «сезонная десинхронизация» как состояние продолжающейся и еще не завершившейся акклиматизации к условиям нового района при перемещении по меридиану. Показано, что адаптация при перелетах содержит два компонента: синхронизацию суточного ритма физиологических функций с внешними датчиками времени по новому месту и приспособление к новым климатическим усло-

виям. Первый процесс захватывает преимущественно структуру (амплитуду и фазу) суточной кривой, а второй — и уровень физиологических ритмов. Естественно, что эти процессы протекают одновременно, но с разными скоростями.

Нами разработана специальная карта хроноантропологического районирования, учитывающая не только меридиональную специфику временных поясов страны, но и особенности структур фотопериодизма на разных широтах в различные периоды года.

Кроме того, следует подчеркнуть, что районирование страны по значениям абсолютных величин климатических факторов должно быть дополнено районированием по величине их контраста, описанием различных территорий «с точки зрения» человека, адаптированного к определенному природноклиматическому комплексу. Дифференциальные карты могут быть составлены на основные территории, перемещение куда особенно интенсивно (районы нового промышленного освоения, рекреационные зоны и т. д.). Без ясного представления о динамике и территориальной структуре климатических градиентов затруднительно решение таких задач, как прогноз и профилактика дизадаптационных нарушений, вызванных перемещениями, выбор рационального режима климатолечения, закаливания, организация спортивных соревнований.

ПРОБЛЕМА АДАПТАЦИИ ЧЕЛОВЕКА КАК МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНОВА ПЕРВИЧНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

Л. Л. Каплун, Д. В. Демин, С. Н. Филиппова (Новосибирск)

Социальная эффективность советского здравоохранения измеряется уровнем профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на сохранение здоровья трудящихся.

Комплекс мер, объединенных понятием «массовая первичная профилактика» включает широкий спектр сопряженных медико-социальных воздействий на популяцию для предупреждения процессов перехода различных форм функционального напряжения организма человека в донологические, преморбидные и патологические состояния.

Первым этапом массовой первичной профилактики является организация системы выявления факторов, групп территорий и периодов «риска» с целью разработки форм и методов, направленных на снижение уровня риска возникновения предпатологических состояний и различных заболеваний.

Современные темпы и тенденции развития экспресс-методов

массового донозологического контроля не позволяют рассчитывать на появление в ближайшие 5—10 лет технических средств для сплошного оперативного индивидуального обследования сколько-нибудь крупных групп населения. Указанное обстоятельство делает актуальной разработку принципов и методов выборочного выявления различных половозрастных и профессиональных групп, предназначенных для определения «напряженных» или «утомленных» контингентов путем использования официальной статистики, а также различных методов и средств оценки состояния здоровья.

Одним из источников информации, необходимой для определения потенциальных «групп риска», могут служить медико-демографические данные о рождаемости, смертности, заболеваемости (в том числе с временной утратой трудоспособности), брачности, разводимости, миграционных процессах в территориальном, профессиональном, половозрастном и других аспектах. При соответствующей интерпретации указанные параметры могут быть использованы в качестве индикаторов для прогнозирования, диагностики и управления здоровьем на популяционном уровне. Важнейшим критерием для выделения контингентов, подлежащих донозологическому контролю представляется уровень адаптированности популяции, связанный с изменением комплекса экологических (природных и социально-производственных) факторов и сопряженный с ним показатель «проточности», т. е. перманентного обновления популяции, определяемый миграционными процессами. По имеющимся данным, уровень адаптивной напряженности контингентов населения, особенно на территориях нового промышленного освоения, зависит от степени контраста между новыми и старыми климато-географическими условиями, сезонности, временных сроков (фаз) адаптации. Контингенты, у которых экологические условия жизни существенно изменились, образуют в течение 2—3 и более лет потенциальную «группу риска», на которую должны быть ориентированы мероприятия первичной профилактики.

На следующем этапе комплекс профилактических мер включает выявление степени индивидуальной адаптации и дизадаптации, а также переходных и пограничных состояний с помощью набора критериев, определяемых традиционными и новыми методами диагностики. Представляется оптимальным использовать в качестве индикаторов показатели важнейших гомеостатических и регуляторных систем организма (сердечно-сосудистой, нейро-

эндокринной, иммунной и др.). Разработка на этой основе теоретических концепций и систем автоматизированного скрининга больших контингентов населения позволит проводить дифференцированные мероприятия по коррекции различных форм напряжения и дизадаптации, возникающих при изменении условий среды.

Конкретные лечебно-профилактические мероприятия целесообразно планировать с учетом имеющихся данных о том, что при напряжении и начальной фазе истощения регуляторных механизмов изменения функций организма носят неспецифический характер. Поэтому наряду с химиотерапевтическими средствами следует использовать и в дальнейшем разрабатывать нелекарственные и нетрадиционные (ЛФК, массаж, физиобальнеопроцедуры, рационализация питания, адаптогены, травотерапия и др.) методы для коррекции напряжения и мобилизации «резервов здоровья» организма.

НАДЕЖНОСТЬ БИОСИСТЕМЫ ПРИ АДАПТАЦИИ

В. Ю. Куликов, Г. И. Грозовский (Днепропетровск)

Рассматривается авторегуляторный механизм, основанный на биохимических реакциях. В стационарных условиях компоненты биохимических реакций колеблются вблизи стационарных значений. Показано, что эти флуктуации подчиняются нормальному закону распределения.

Отклонения концентраций от стационарных значений можно описать системой n — линейных уравнений типа

$$\bar{y} = \bar{c} \cdot \bar{y} + \bar{\eta}(t) \quad (1)$$

где \bar{y} — вектор

\bar{c} — матрица коэффициентов, значений концентраций;

$\bar{\eta}(t)$ — случайная адаптивная функция.

Анализ характеристики случайных отклонений — спектральной плотности флуктуаций $S(f)$ — показал, что в стационарных условиях

$$S(f) = \sum_{i=1}^n \frac{/\eta(f)/^2}{(i_i - f)^2 + \alpha^2} \quad (2)$$

интенсивность флуктуаций определяется колебаниями на собственных частотах i_i и параметром релаксации колебаний α . Анализ $S(f)$, полученной для колебаний продукта перекисного окисления мембран эритроцитов — малонового диальдегида (МДА), при рассмотрении авторегуляторной системы: свободнорадикальное окисление — ингибиторы, показал, что набор собственных

частот f_i и параметр α зависят от состояния биосистемы (Красноярск, Норильск, Диксон, Кривой Рог).

Опыты *in vitro* на суспензии эритроцитов показали, что адаптивность авторегуляторной системы к внешним воздействиям достоверно коррелирует с интенсивностью флуктуаций параметров биосистемы до воздействия.

Теоретическое рассмотрение модели авторегуляторной системы (1) показывает, что вероятность перехода параметров $\bar{Y}(\epsilon)$ к $\bar{Y}(t)$ определяется выражением:

$$P(y, f / y, \tau) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n / R}} \exp\left\{-\frac{1}{2} (\bar{y} - \bar{m})' \bar{K}^{-1} (\bar{y} - \bar{m})\right\} \quad (3)$$

где: — вектор математического ожидания параметров,

$$\bar{m} = \text{mol} \bar{c}^{(t-\tau)} \quad (3a)$$

$$\bar{K} = \bar{D} + l \bar{c}^{(t-\tau)} (\bar{K}_0 - \bar{D}) l' \bar{c}'^{(t-\tau)} \quad (3b)$$

— матрица корреляционных моментов фазовых координат $\{Y_i\}$, D — матрица корреляционных моментов $\{Y_i\}$, установившихся после перехода.

Выражение (3) подтверждает зависимость вероятности перехода авторегуляторной системы от флуктуаций и корреляционных взаимодействий параметров. Анализ выражений (3a), (3b) дает возможность оценки критерия устойчивости авторегуляторной системы, а также установить зависимость средних значений параметров и корреляций от времени при внешних воздействиях на биосистемы.

Клинические исследования эритроцитов крови людей после травмы, а также исследования эритроцитов лабораторных крыс после травмы и в процессе адаптации к атмосфере металлургического производства подтвердили закономерность «раскачивания» авторегуляторной системы: свободнорадикальное окисление — ингибиторы в процессе адаптации к внешним воздействиям.

Полученные закономерности поведения авторегуляторной системы в процессе адаптации позволяют произвести оценку надежности авторегуляторного механизма, возможности срыва адаптации. Закономерности корреляционных взаимодействий между параметрами одного авторегуляторного механизма и других механизмов биосистемы позволяют провести своевременную коррекцию биосистемы в процессе адаптации.

РЕТИКУЛО-ЭНДОТЕЛИАЛЬНАЯ СИСТЕМА (РЭС) И АДАПТИВНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Д. Н. Маянский, Н. П. Воронина (Новосибирск)

Резистентность организма, как мера эффективности его адаптации к экстремальным ситуациям во многом определяется функционированием системы мононуклеарных фагоцитов (СМФ) — основного клеточного компартмента РЭС. Традиционно считают, что рост или снижение резистентности организма к стрессорам у животных связаны с изменением способности СМФ поглощать и обезвреживать эндотоксины аутомикрофлоры. Кроме того, от функций фиксированных макрофагов зависит реактивность микрососудов к вазоконстрикторам и вазодилататорам. В связи с чем состояние СМФ определяет эффективность микроциркуляции, от которой зависит судьба организма при разных вариантах циркуляторного шока. Далее, макрофаги-резиденты служат источником многих факторов, изменяющих реактивность специализированных органных структур к гормонам. Вклад макрофагов в модуляцию резистентности к стрессорам связан и с тем, что эти клетки участвуют в метаболизации пептидных и стероидных гормонов, причем интенсивность этого процесса зависит от функциональной активности макрофагов. Иными словами СМФ — это важнейшее звено, через которое опосредуется действие адаптивных гормонов, прежде всего глюкокортикоидов. Есть основание допустить, что от исходного функционального состояния СМФ во многом зависит эффективность гормонов в процессах адаптации.

Нами показано, что:

1) Под влиянием гидрокортизона в дозе 125 мг/кг очищение крови от инертного коллоида снижалось более чем в двое сразу после гормональной нагрузки. Этот эффект сохраняется несколько суток, а полное восстановление клиринговой функции РЭС происходило только через неделю. 2) При ежедневном введении гидрокортизона в течение 3 недель РЭС приобретает способность «ускользать» из-под влияния эндокринных «перекосов». 3) Сразу после тяжелой физической нагрузки наблюдается резкая депрессия поглотительных функций РЭС, прежде всего клеток Купфера печени. В дальнейшем происходит компенсаторное поступление в печень свежих порций макрофагов, благодаря чему ее поглотительные возможности постепенно восстанавливаются. 4) Через 2 ч после холодовой экспозиции крыс при температуре -10°C скорость очищения крови от инертных частиц снижалась почти вдвое, опять же за счет депрессии поглотительных функций клеток Купфера. В последующем скорость очищения крови возрастала и через неделю непрерывной холодовой адаптации она возвращалась к исходным величинам. 5) После предварительной

стимуляции РЭС зимозаном толерантность крыс к тяжелой физической нагрузке резко возрастала, а также отменялась депрессия поглотительных функций РЭС.

Принимая во внимание первостепенную роль СМФ в формировании резистентности и поддержании гомеостаза в экстремальных ситуациях назрела острая необходимость интенсифицировать исследования по проблеме «РЭС, стресс и адаптация».

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И ОСОБЕННОСТИ ЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ПРИ АДАПТАЦИИ КРЫС К ХОЛОДУ

Н. Г. Колосова, Ю. П. Шорин, В. Г. Селятицкая,
О. В. Папафилова (Новосибирск)

При исследовании длительного воздействия на животных мышечных нагрузок и умеренно низких температур была выявлена общая закономерность: повышение содержания продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в тканях наблюдается только на начальном этапе. При достижении стабильного уровня приспособленности к холоду и тренировкам содержание продуктов ПОЛ нормализуется или даже становится ниже исходного уровня. С результатами опытов на животных согласуются данные об адаптивной стабилизации процессов ПОЛ у людей при адаптации их на Крайнем Севере (Колосова и др., 1980, Колосова, 1981). При этом антиокислительная активность липидов (АОА) может и снижаться. Пытаясь выяснить, каким образом в этих условиях поддерживается стационарный уровень процессов ПОЛ, мы обратили внимание на тот факт, что формирование адаптивной реакции организма на то или иное воздействие зависит не только и не столько от динамики изменений АОА липидов, сколько от характера взаимоотношений в системе: АОА липидов, содержание продуктов ПОЛ, характер гормональной регуляции. Это положение можно проиллюстрировать данными об адаптивных перестройках при действии холода на крыс линии Вистар и беспородных. При длительном содержании в условиях умеренного холода (5—7 недель при 4°C) устойчивость к низким температурам у крыс линии Вистар возрастала в большей степени, чем у беспородных (по времени выживания при —30°). Вместе с тем на всем протяжении опыта исходно более высокая АОА липидов печени и бурого жира линейных животных по сравнению с контрольным уровнем снижалась. Содержание продуктов ПОЛ при этом (исследовали диеновые конъюгаты и малоновый диальдегид) существенно не отличалось от контрольного. У беспородных крыс выработка адаптивной реакции сопровождалась

значительным увеличением АОА липидов печени и бурого жира и снижением более высокого, чем у крыс линии Вистар, уровня продуктов ПОЛ. Этим типам сдвигов в окислительном равновесии липидов соответствовали столь же характерные изменения в гормональной регуляции. В переходном периоде у крыс Вистар выявились более высокие значения кортикостероидов в плазме и «адреналовый» тип секреции катехоламинов (отношение адреналин: норадреналин в тканях равно 4). У беспородных крыс уровень кортикостерона уже на первой неделе возвращался к исходному, а соотношение катехоламинов в тканях сдвигалось в сторону норадреналина.

Приведенные данные, а также выявленная в специальных опытах тесная зависимость ПОЛ от экзогенных стероидов, позволяют заключить, что повышенная секреция адаптивных гормонов и активация ПОЛ представляют собой единую систему адаптивного преобразования структуры и функции реагирующих клеток и органов. Характер и глубина этих дестабилизирующих влияний во многом определяют выработку приспособительной реакции. Антиоксиданты, ингибируя ПОЛ, могут, по-видимому, в определенных условиях препятствовать формированию адекватной адаптации. В то же время очевидно, что при чрезвычайных по силе воздействиях они способствуют сохранению структурной целостности клетки.

К ВОПРОСУ О МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ЭКСПЕДИЦИОННО-ВАХТОВЫХ РЕЖИМОВ ТРУДА В УСЛОВИЯХ ЗАПОЛЯРЬЯ

**Г. Д. Губин, Н. А. Агаджанян, В. Л. Хрущев,
А. М. Дуров (Москва, Тюмень)**

Для разработки рекомендаций по сохранению и прогнозированию здоровья человека в процессе адаптации видное место занимает хронобиологический подход. При исследовании процессов адаптации в настоящее время широко используется изучение суточной динамики натрия и калия слюны, коэффициента натрий/калий и температуры тела. В целом указанный комплекс параметров позволяет оценить перестройку энергоинформационных связей в организме в процессе его адаптации к среде, а концентрация натрия в слюне может рассматриваться как чувствительный индикатор симпато-адреналовой системы.

Данные параметры были использованы для оценки функционального состояния организма в условиях заполярья Тюменской области. Нами обследованы работники геологической экспедиции, выполняющей поисково-разведочное бурение в арктической

зоне заполярья Тюменского севера. Мужчины молодого и зрелого возраста, обследованные в зимний период года, выполняют работы на базе экспедиции с обычным режимом труда и отдыха, т. е. в дневную смену. Все обследуемые выполняют вахту из г. Тюмени.

Обработанные результаты представлены своих таблицах

Дни вахты	Натрий слюны			Калий слюны		
	Мезор (M+m)	Акрофаза	Амплитуда	Мезор (M+m)	Акрофаза	Амплитуда
1	14,1±0,7	0442	2,63	21,7±0,8	0648	0,53
15	13,4±0,6	0520	2,65	21,8±0,8	1336	0,79
30	13,4±1,0	0448	3,17	21,0±1,3	1345	0,93
60	15,0±1,3	0418	5,30	22,9±1,2	1606	0,12

Исследовалась суточная ритмика натрия и калия слюны методом пламенной фотометрии (в 3, 7, 11, 15, 19 и 23 часа) и температуры тела (в 7 и 19 часов). Результаты были обработаны по программе «Косинор». Обследование проводилось в 1-ый, 15-ый, 30-ый и 60-ый дни вахты.

Дни вахты	Температура тела		Разность
	Утро (M±m)	Вечер (M±m)	
1	36,3±0,04	36,5±0,04	0,24
15	36,2±0,05	36,7±0,05	0,46
30	36,3±0,05	36,6±0,04	0,30
60	36,2±0,09	36,6±0,08	0,44

Из представленных данных видно, что у обследованных лиц с 1-го по 60-ый дни вахты выявляется суточный ритм экскреции натрия в слюну, ритм калия — не выявляется. Не обнаружено достоверных изменений между мезорами, акрофазами, амплитудами экскреции натрия в слюну с 1-го по 60-ый дни вахты и этими же показателями у лиц контрольной группы в г. Тюмени (А. М. Дуров, 1983).

По данным Р. М. Баевского (1976) температура тела в 7 и 19 часов составляет соответственно 35,9° и 36,6° при разнице в 0,7°. По нашим данным эта разница значительно меньше за счет достоверного повышения утренних значений температуры, что, видимо, говорит о некотором напряжении процессов адаптации.

Таким образом, по изученным показателям не выявлено существенных отклонений до 60-го дня вахты от контрольной группы в Тюмени и имеющихся данных по функциональному состоянию сердечно-сосудистой и нервной систем у этой же группы лиц. Это свидетельствует, что режим в дневную смену в течение 2-месячной вахты в Заполярье является вполне приемлемым, т. к. не вызывает значительных изменений функционального состояния организма.

НОВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ВЛИЯНИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ НА ПОСТУРАЛЬНУЮ ФУНКЦИЮ

Ю. В. Лупандин (Петрозаводск)

Функция двигательной системы при воздействии на организм экстремальных факторов окружающей среды, как известно, может быть подвержена существенным изменениям (Н. А. Агаджанян, 1981). Наиболее чувствительными в этом отношении являются механизмы, обеспечивающие поддержание активной позы. В этой связи экспериментальное изучение изменений постуральной функции организма в процессе его адаптации к экстремальным факторам среды является актуальной задачей физиологии.

В соответствии с концепцией о существовании врожденных стереотипных программ как основы двигательных актов млекопитающих и человека нами выдвинута гипотеза, заключающаяся в том, что формирование в процессе обучения активной позы как целостного акта организма осуществляется на базе врожденного программного принципа функционирования мотонейронного пула.

В частности установлено, что терморегуляционная мышечная активность возникает на основе стереотипной интраспинальной программы мотонейронного пула, определяющей его постуральную функцию. Доказательством этому явилось совпадение основных характеристик работы мотонейронного пула во время холодового (Ю. В. Лупандин, 1980—1982) и физиологического постурального (В. С. Гурфинкель, 1965—1973) тремора.

Полученные данные позволяют рассматривать терморегуляционную активность мотонейронного пула в качестве модели для экспериментального изучения функции элементарного звена целостной позы и анализа возможной изменчивости стереотипной постуральной программы мотонейронного пула в процессе адап-

тации организма к экстремальным условиям окружающей среды.

Исследования, проведенные в нашей лаборатории, показали, что адаптация крысы к гипоксии повышает (Л. В. Сорокина, Л. П. Власова, 1983), а адаптация к низким температурам окружающей среды снижает (Л. В. Сорокина, 1983) среднюю частоту разряда двигательных единиц во время терморегуляционной мышечной активности, вызванной внешним охлаждением. При этом изменений других параметров, характеризующих постуральную программу мотонейронного пула, не обнаружено.

Таким образом выявлена разнонаправленность изменений частного режима постуральной программы мотонейронного пула крысы в результате адаптации к гипоксии и холоду. Исследования показали эффективность использования модели терморегуляционной активности мотонейронного пула для изучения влияния экстремальных факторов внешней среды на функцию элементарных стереотипных звеньев, составляющих в процессе обучения необходимую позу целостного организма.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ АДАПТАЦИИ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА К РАЗНЫМ ВИДАМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Н. В. Зимкин (Ленинград)

1. Двигательные акты человека в той или иной мере связаны с деятельностью не только мышц, но с функциями многих других физиологических систем организма. Эта деятельность характеризуется весьма высокой степенью разнообразия, что обуславливает исключительно большие различия в особенностях адаптации двигательного аппарата с неодинаковым участием и координацией как различных мышечных групп, так и вегетативных систем.

2. Адаптация к силовым напряжениям характеризуется тем, что без специальной тренировки центральная нервная система не может мобилизовать значительное количество двигательных единиц в соответствующих мышцах. Эксперименты показывают, что в недостаточно упражнявшихся мышцах при силовых напряжениях произвольно может быть мобилизовано не более 30—50% двигательных единиц. После же надлежащей тренировки центральная нервная система приобретает способность увеличивать степень мобилизации этих единиц и количество их может увеличиваться до 80—90% и даже больше. Существенно также, что без соответствующей тренировки при деятельности мышц-агонистов в известной мере сокращаются также их антагонисты, что может снижать развиваемую силу. Эта ненужная деятельность антагонистов исчезает только в результате адаптации при систематических упражнениях. Поскольку при мышечной деятельности, как правило, участвует большое число мышц, то в процессе адаптации в результате тренировки для проявления значительной мышечной силы имеет значение совершенствование межмышечной координации.

После длительной тренировки и развития адаптации морфологических, биохимических и физиологических компонентов двигательной деятельности сила мышц (без учета возрастных сдвигов) может увеличиваться до 2—4 раз.

3. Адаптация к скоростным действиям связана с ускорением

переработки поступающей в центральную нервную систему информации и использованием более быстро сокращающихся двигательных единиц. Чем сложнее раздражитель, тем длительнее переработка информации. Об этом свидетельствует значительное увеличение скрытого периода сложной двигательной реакции с выбором, по сравнению с простой реакцией. В результате адаптации в процессе тренировки скрытый период сокращается, причем больше при сложных раздражителях, требующих дифференцирования.

Темп движений в отдельных суставах связан с особенностями мобилизуемых двигательных единиц. Чем больше в мышцах вовлечено в деятельность двигательных единиц, в том числе медленных, тем больше становится длительность цикла «сокращение-расслабление». Вследствие этого при увеличении нагрузки темп движений снижается в несколько раз. Можно предполагать, что значительное увеличение темпа движений (до 2—3 раз) при тренировке с незначительными нагрузками обусловливается тем, что в деятельность при этом, в основном, вовлекаются только быстрые двигательные единицы. При больших же напряжениях, особенно с величиной нагрузки свыше 40—50% от максимальной силы соответствующих мышц, темп начинает резко снижаться. При адаптации в результате тренировки темп обычно увеличивается только на десятки процентов и лишь в редких случаях в 2—3 раза, например, у пианистов, машинисток и телеграфистов при движениях кисти с малыми напряжениями

При передвижениях всего тела, например, при беге, скорость перемещения обусловлена сочетанием темпа, силы и координации деятельности участвующих мышц. Адаптация, приводящая к развитию значительной скорости перемещения, обусловлена оптимальным соотношением мощности, темпа и координации деятельности мышц, включающихся в работу при движении. При этом чем продолжительнее работа, например, при беге, плавании и т. д., и длиннее дистанция, тем больше в процессе адаптации снижаются темп работы и сила, развиваемая мышцами, а следовательно, и скорость передвижения. Повышение скорости в результате правильного обучения и тренировок, возрастает обычно на десятки процентов. При этом имеется положительная связь с длиной дистанции — чем она больше, тем выше процент прироста скорости. Такая же связь имеется в отношении координационной трудности выполнения упражнения — с усложнением координации прирост скорости возрастает.

4. Адаптация с целью увеличения длительности выполнения двигательной деятельности, т. е. повышения выносливости, имеет совершенно различный характер при разной степени напряжения мышц и различном темпе движений. Чем больше длительность выполнения работы, тем меньше темп движений. Напряженные же вегетативные функции, относительно незначительное

даже при предельных силовых и темповых напряжениях продолжительностью до 20—30 секунд, резко увеличивается при аналогичной двигательной деятельности продолжительностью от 40—60 с. до 5—6 минут. При увеличении продолжительности двигательной деятельности, в связи с дальнейшим снижением темпа и мощности работы, степень напряжения ряда вегетативных функций — кровообращения, дыхания и др. уменьшается, причем тем больше, чем длительнее продолжительность работы.

Адаптация с целью повышения длительности поддержания статистических напряжений зависит от количества использованных в мышцах при работе двигательных единиц. Усилия с 80—90% напряжения мышц длятся только несколько секунд, так как быстрые двигательные единицы уже с первой секунды работы утомляются и начинают выключаться из деятельности. При уменьшении мощности этих усилий предельная длительность работы начинает увеличиваться. При этом в некоторых мышцах с преобладанием медленных двигательных единиц непрерывное статическое усилие при малых нагрузках, например, в 20% от максимальной силы, может продолжаться свыше 1 часа. Возможно, что в этом случае адаптация в результате обучения и тренировки обусловлена тем, что при статических усилиях сокращаются в основном более медленные малоутомляющиеся двигательные единицы. Кроме того, они могут функционировать поменно.

При максимальной мощности, т. е. работе с частой сменой циклов и со значительным силовым напряжением, выносливость невелика, так как из-за быстрого наступления утомления быстрых двигательных единиц деятельность с той же скоростью уже не может продолжаться долго и ограничивается 10—30 секундами. При работе с субмаксимальной мощностью, требующей почти предельно высокого напряжения мышечной деятельности, происходит мобилизация некоторых вегетативных функций, в частности сердечно-сосудистой системы, также почти до предела. Адаптация при этом осуществляется в основном за счет повышения функций кардиореспираторной системы. Адаптация к работе большой мощности также осуществляется в основном за счет мобилизации вегетативных функций, хотя и в меньшей степени, чем при работе большой мощности. Но, в известной мере, эта адаптация, по-видимому, обусловлена также организацией сменности в работе двигательных единиц, преимущественно медленного типа.

Адаптация при улучшении работы умеренной мощности связана с организацией как сменности в деятельности двигательных единиц, так и с улучшением функций ряда систем вегетативных органов. Длительность непрерывной такой работы может быть весьма большой, измеряемой многими часами, особенно в случаях, когда мощность невелика.

5. Адаптация к мышечной работе, требующей высоких степеней координации, в первую очередь связана с формированием все более совершенных сенсорных и оперантных временных связей. В одних случаях совершенствование координации происходит без специального улучшения силовых и скоростных возможностей, в других же необходимо параллельное улучшение некоторых двигательных качеств. Так совершенствование работы акробатов требует повышения силовых возможностей ряда мышц, деятельность пианиста, машинистки, телеграфиста и др. — улучшения скоростных качеств.

6. Адаптация к совершению адекватных ответных реакций при изменившейся обстановке связана с развитием экстраполяции. При двигательной деятельности экстраполяция представляет собой способность нервной системы на основе гено- и фенотипического опыта совершать соответствующие новым условиям двигательные реакции. Во многих случаях, например, при работе шофера, действиях в спортивных играх и т. д. экстраполяция должна совершаться при резком дефиците времени, т. е. за секунды и даже доли секунды. Это достигается только при совершенствовании экстраполяции в результате большого опыта. При стандартных движениях, особенно при длительных, экстраполяция выражается в чередовании участвующих в работе мышц и двигательных единиц в них.

7. Адаптация значительно облегчает и совершенствует мышечную деятельность путем развития автоматизма движений. Благодаря автоматизму в сознании находятся только основные задачи, стоящие перед человеком. При этом автоматизированно могут выполняться не только хорошо заученные двигательные акты, но и те, которые осуществляются путем экстраполяции. Это имеет особенно большое значение в условиях недостатка времени, когда в результате возникновения новой обстановки, возникает необходимость совершать необычные двигательные акты, соответствующие создавшейся ситуации.

ПОЛИПЕПТИДНЫЕ ГОРМОНЫ В АДАПТАЦИИ К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. В. Меньшиков, Т. Д. Большакова, Е. П. Гитель, В. В. Городецкий,
И. И. Егиазарян (Москва)

Роль гормонов в регуляции метаболических процессов при адаптации организма к изменяющимся условиям существования длительное время изучалось на примере симпато-адреналовой и гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой систем. Новые методические возможности в настоящее время позволили развернуть

широкие исследования и в сфере полипептидных гормонов, в том числе гормонов гипофиза, щитовидной, паращитовидной, поджелудочной желез, а также желудочно-кишечных гормонов. Являясь мощными регуляторами различных видов метаболизма, эти гормоны во взаимодействии между собой и с гормонами симпатно-адреналовой системы определяют метаболическую реакцию организма на различные виды нагрузки, в том числе и на физическую.

Исходя из общепринятого положения о сущности спортивной тренировки как об адаптации к напряженной мышечной деятельности представляется целесообразным оценить участие полипептидных гормонов в механизме регуляции метаболических процессов адаптации на разных этапах тренировочного процесса.

Современные принципы исследования действия гуморального регуляторного механизма предполагают:

- а) изучение концентрации гормона в крови или другой биологической жидкости;
- б) оценку состояния секреторных механизмов;
- в) оценку состояния механизмов метаболизма и выведения гормонов;
- г) оценку состояния соответствующего рецепторного аппарата;
- д) сопоставление перечисленных выше параметров с метаболическим эффектом.

Исходя из указанных принципов у нескольких групп спортсменов различной специализации, тренирующихся на выносливость, изучались следующие показатели:

- а) концентрация в крови полипептидных гормонов — инсулина, глюкагона, СТГ, пролактина, соматостатина, тиреотропного гормона, а также С-пептида (фрагмента проинсулина) радиоиммунологическим методом;
- б) экскреция с мочой адреналина и норадреналина методами флуориметрии;
- в) концентрация в крови глюкозы, НЭЖК, триглицеридов, лактата, фотометрическими методами.

В качестве модели адаптации были взяты спортсмены высокой квалификации в стадии пика спортивной формы (полная адаптация), в начале подготовительного периода (фаза общей адаптации), спортсмены с различными проявлениями дизадаптации (перенапряжение, после перенесенных заболеваний) а также группа здоровых лиц соответствующего возраста, не занимающихся спортом. Обследование проведено в процессе велоэргометрической нагрузки ступенеобразно повышающейся мощности до отказа от ее выполнения с начальным усилием 1 ватт/кг и повышением каждые 3 мин. на исходную величину.

Полученные результаты позволили прийти к следующим заключениям:

1. Определение концентраций полипептидных гормонов в крови спортсменов в покое недостаточно информативно для оценки степени адаптации к мышечной деятельности;

2. Физическая нагрузка до отказа вызывает увеличение концентрации в крови АКТГ, СТГ, пролактина, ТТГ, глюкогона и снижение концентрации инсулина и С-пептида.

3. В процессе тренировки наблюдается увеличение амплитуды изменения концентрации полипептидных гормонов в ответ на максимальную физическую нагрузку.

4. Не выявлено характерных типов реакций полипептидных гормонов на максимальную физическую нагрузку для отдельных групп спортсменов с различной спортивной специализацией.

5. Оценку роли отдельных полипептидных гормонов в механизмах адаптации необходимо проводить: а) с учетом всех звеньев метаболизма гормона. б) с учетом реакции всего гормонального ансамбля, участвующего в регуляции того или иного вида метаболизма. в) с учетом реакции метаболических показателей в качестве индикаторов чувствительности к гормону.

6. Необходимо дальнейшее изучение роли полипептидных гормонов в механизмах адаптации к мышечной деятельности с особым акцентом на изучение показателей рецепторного их взаимодействия с органами — мишенями.

ГЛЮКОКОРТИКОИДЫ В РЕГУЛЯЦИИ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ И ЗВЕНЬЯ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ИХ ДЕЙСТВИЕ.

П. К. Кырге (Тарту)

Значение глюкокортикоидов в адаптации организма к воздействию различных стрессоров, включая физические нагрузки, доказано многими исследователями, основополагающими из которых являются работы Селье. При выполнении физических нагрузок адреналэктомированные животные погибают вследствие циркуляторного коллапса, который развивается в связи с существенным ухудшением функции сердца, причем заместительное введение глюкокортикоидов, по сравнению с минералокортикоидами, более эффективно восстанавливает функцию миокарда и работоспособность. Однако, несмотря на эти хорошо установленные факты, интимные механизмы, посредством которых глюкокортикоиды регулируют работоспособность организма и, в частности, миокарда, остались, к сожалению, малоизученными. Согласно современным взглядам биологический эффект стероидных гормонов, в том числе и глюкокортикоидов, реализуется через следующую цепочку событий: стероид связывается с большим

средством со специфическим рецептором, стероид-рецепторный комплекс транслоцируется в ядро и связывается там на хроматине, где он стимулирует транскрипцию с последующим увеличением синтеза белка. Таким образом участие глюкокортикоидов в обеспечении адаптивных изменений в организме определяется не только уровнем этих гормонов в крови, но и функционированием всей цепочки, которая ведет к проявлению биологического эффекта гормона.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния физических нагрузок на функционирование отдельных звеньев механизма действия глюкокортикоидов в сердце. Опыты были проведены на крысах-самцах линии Вистар. Адреналэктомированных животных содержали на 1% растворе NaCl. В качестве физической нагрузки служило плавание при температуре воды 32—34 °C. ³H-триамцинолон-ацетонид (Амершам, спец. акт. 25 Ки/ммол) в дозе 50 мкКи/100 г, дексаметазон в дозе 20 мкг/100 г и циклогексимид в дозе 100 мкг/100 г вводили внутривентриально. Вся препаративная работа была проведена при температуре 4—6 °C.

Резюмируя данные, полученные в экспериментах *in vitro*, а также *in vivo* можно сказать, что звеном, лимитирующим в большой мере реализацию действия гормона при истощающих нагрузках, является зависимость от АТФ транслокация глюкокортикоид-рецепторных комплексов из цитоплазмы в ядро. Так через 1 час после внутривентриального введения ³H-триамцинолон-ацетонида уровень этого радиолиганда в плазме крови у контрольных крыс существенно не отличается от уровня у истощенных плаванием животных. Несущественные различия между двумя группами наблюдаются также в содержании общего и связанного с белком гормона в цитоплазме. Однако, количество аккумулированных в ядрах миокарда гормон-рецепторных комплексов было существенно ниже у истощенных плаванием животных, что согласуется с нашими предыдущими результатами. Такие же различия в аккумуляции ядрами глюкокортикоид-рецепторных комплексов наблюдаются и в скелетных мышцах белого и красного цвета. В печени, наоборот, число аккумулированных в ядрах комплексов было выше у истощенных животных. Эти различия уточняются данными, полученными при центрифугировании выделенного из ядер сердца хроматина в градиенте сахарозы (5—6%). Центрифугирование при высокой ионной силе среды (0,4 М KCl) выявило в градиенте два пика поглощения света при 260 нм и радиоактивности. Первый пик, который образует в градиенте более тяжелую полосу, является, по-видимому, хроматином, с которым довольно прочно связано определенное количество гормон-рецепторных комплексов, а второй пик возможно представляет собой ядерный стероид-рецепторный комплекс. При центрифугировании экстрагированного из ядер миокарда истощенных животных хро-

матина выявляются те же пики, однако связывание комплексов хроматином существенно ниже.

Понижение способности ядер аккумулировать глюкокортикоид-рецепторные комплексы может быть связано с нарушением деятельности механизмов ресинтеза АТР и понижением вслед за этим уровня свободного АТР в миоплазме в состоянии истощения. Опытами *in vitro* нами было показано, что определенный уровень АТР имеет существенное значение для активации цитозольных стероид-рецепторных комплексов и следовательно для транслокации комплексов в ядро. Активирующее действие АТР на цитозольные глюкокортикоид-рецепторные комплексы было выявлено использованием различных методов определения изменений молекулярных свойств рецептора, вызванных активацией. Так, инкубация триамцинолон-ацетонид-рецепторных комплексов при 25 °С или при 4 °С с миллимолярными концентрациями АТР вызывает увеличение коэффициента распределения глюкокортикоид-рецепторного комплекса в водной двухфазной системе декстран-полиэтиленгликоль, а также увеличение поглощения комплексов ядрами. При этом действие АТР было более выражено по сравнению с действием температуры или разбавления цитозоля. Активирующее действие АТР, которое полностью ингибируется миллимолярными концентрациями молибдата натрия, подтверждается также результатами хроматографии глюкокортикоид-рецепторных комплексов на ДЭАЭ-целлюлозе. В совокупности полученные результаты свидетельствуют о том, что транслокация комплексов зависит от возможностей клеток поддерживать уровень АТР, который, по-видимому, необходим для активации комплекса. Это регуляторное звено может иметь лимитирующее значение в тех экстремальных ситуациях, когда уровень глюкокортикоидов в крови не является пониженным, однако механизмы ресинтеза АТР, вследствие чрезмерной симпатической стимуляции или по другим причинам, не в состоянии поддерживать нужный для активации стероид-рецепторных комплексов уровень свободного АТР в миоплазме.

Изучение общей направленности синтеза белка в мышечных тканях не позволяет прийти к выводу о том, что глюкокортикоиды индицируют синтез белка в мышцах, в частности в миокарде. Однако вполне возможно, что глюкокортикоиды стимулируют синтез некоторых специфических белков, доля которых незначительна в общем круговороте белка и поэтому действие гормона на их синтез не проявляется при изучении включения аминокислот в общий белок.

Нами было показано, что действие глюкокортикоидов на синтез гликогена в печени и миокарде в послерабочем периоде, чем и обеспечивается развитие важных адаптивных изменений при регулярном действии на организм стрессора, реализуется через синтез регуляторных белков. Так опытами на адреналэкто-

мированных крысах, с заместительным введением дексаметазона и без него, показано, что глюкокортикоиды влияют на скорость синтеза гликогена в посленагрузочном периоде, причем введение циклогексимида блокировало действие гормона на синтез гликогена.

МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРОБЛЕМА ПЕРЕКРЕСТНОЙ АДАПТАЦИИ

Н. Н. Яковлев (Ленинград)

Адаптация к повышенной мышечной деятельности захватывает все функциональные системы организма и включает не только адаптацию метаболическую, биохимические и структурные изменения мышечной системы, но и функциональное совершенствование нервных механизмов, адаптацию кардиореспираторную и пр.. В настоящем докладе мы коснемся лишь метаболической, биохимической адаптации и, главным образом, применительно к мышечной системе. Эта сторона адаптации складывается из: 1) повышения энергетического потенциала организма и возможностей его использования и восстановления, 2) адаптивного синтеза структурных и ферментатических белков, а также мембранных фосфолипидов, 3) изменений в системе регуляции метаболизма и расширения ее диапазона. Механизмы этих процессов достаточно сложны и многообразны, а характер адаптационных изменений не одинаков при применении различных физических нагрузок (принцип специфичности адаптации).

Наиболее прост механизм повышения энергетического потенциала организма, происходящего согласно закону суперкомпенсации Вейгерта и правилу В. А. Энгельгардта («всякая реакция расщепления вызывает или усиливает реакцию, производящую ресинтез»). Адаптивный протеинсинтез (применительно к расщепляемым при мышечной деятельности структурным белкам — сократительным, митохондриальным, белкам ретикулума и др.), а также повышенный синтез (при значительных физических нагрузках тоже расщепляемых) мембранных фосфолипидов также может следовать закону Вейгерта и правилу В. А. Энгельгардта. Но эти законы вряд-ли применимы к адаптивному энзимосинтезу, так как мы не располагаем четкими данными о повышенном разрушении энзимов при функциональной нагрузке мышц. В этом случае на первый план выходят дерепрессия генетического аппарата и индукция генной активности.

Адаптивный синтез белков требует ряда условий: 1) создание фонда пластического материала (усиление протеолиза и аминокислотогенеза во время мышечной деятельности), 2) дерепрессии

соответствующих генов и индукции их активности, 3) создание условий для оптимального протеиносинтеза (активация ферментов обмена орнитина и синтеза полиаминов — спермидина и спермина) и 4) включение или повышение интенсивности синтеза того или иного белка.

Дерепрессорами и индукторами могут служить как нормальные метаболиты, так и гормональные факторы (глюкокортикоиды, андрогены, инсулин, соматотропин). Эти агенты, во-первых, при посредстве цАМФ, могут обеспечивать фосфорилирование гистонов, связанных с ДНК (выключающих образование и-РНК), отщепление их от ДНК и увеличение возможностей транскрипции. Во-вторых, проникая в ядро, они могут вступить в контакт с репрессором, блокирующим оператор и снимать репрессию, или, как индуктор, связываться непосредственно с оператором и тем активировать гены. Однако, все это требует еще значительного экспериментального уточнения.

Программа адаптивных биосинтезов задается во время мышечной деятельности. Она зависит от характера последней и от функционального профиля мышцы. Реализуется же она в период отдыха, по достижении мышечными волокнами энергетической суперкомпенсации.

Специфичность адаптации (и, в частности, адаптивного протеиносинтеза) определяется различием биохимических изменений в мышцах при разного рода физических нагрузках, когда и ассортимент, и концентрации метаболитов и гормонов могут быть далеко не одинаковы. Применительно к энзимосинтезу следует указать, что наиболее повышено синтезируются те энзимы, которые обладают наиболее низкой активностью или катализируют «узкие места» метаболических циклов, приводящие к значительному повышению концентраций метаболитов предшествующих реакций. В результате в мышечных волокнах создаются количественно новые энзиматические ансамбли, обеспечивающие наиболее эффективное при данном роде мышечной деятельности использование источников энергии, сохранение биохимического гомеостаза, большую работоспособность и более быстрое восстановление ее. При этом происходит одновременное возрастание потенциальной активности энзимов, катализирующих противоположно направленные реакции, что увеличивает реализацию как катаболических, так и анаболических процессов. Возрастают при этом возможности и активации, и ингибирования уже существующей популяции энзимов (и энзимов, синтезированных de novo) изменениями концентраций субстратов, различными кофакторами, образующимися метаболитами, гормональными факторами (в частности — при участии ц-АМФ) и нервными трофическими импульсными влияниями (аксональный транспорт). Все это позволяет, в зависимости от ситуации, более широко и

более точно градуировать энзиматические активности, а значит и метаболические процессы.

В тренированном организме потенциальные возможности протеиносинтеза (в частности — энзимосинтеза) повышены, что можно рассматривать, как своего рода, локализованную в центральной нервной системе «мышечную память», обусловленную, прежде всего, трофическими нервными влияниями, в которых не исключено участие нейропептидов памяти (АКТГ и его фрагменты, меланоцитостимулин, энкефалины и др.).

Адаптация к повышенной мышечной деятельности может сопровождаться развитием или повышением адаптации к другим «возмущающим» (альтертирующим) факторам — барическим (гипоксия), термическим (охлаждение и перегревание), инфекционным, ионизирующей радиации и пр., С другой стороны, адаптация к гипоксии, охлаждению и, возможно, перегреванию способствует адаптации к повышенной мышечной деятельности (перекрестная адаптация).

Причиной такого сочетанного проявления различных адаптаций являются неспецифические и специфические адаптационные изменения. Первые являются общими для ответа на действие всех альтертирующих факторов, а вторые, в силу общности (или близости) вызываемых разными альтертирующими факторами изменений в организме, могут быть очень близкими при формировании организмом ответа на них. В частности, адаптация к гипоксии это, прежде всего, «борьба за кислород» и более эффективное использование его, а адаптация к повышенной мышечной деятельности также приводит к увеличению возможностей транспорта кислорода и окислительных систем. Это касается не только дыхательного, но и анаэробного генерирования АТФ. При адаптации к холоду, как и при адаптации к мышечной деятельности, увеличиваются потенциальные возможности аэробного и гликолитического окисления, а также метаболизирования липидов и окисления жирных кислот. При адаптации к термическим факторам важнейшее значение имеет, достигаемое в процессе систематической повышенной мышечной деятельности, возрастание способности митохондрий как к большим степеням разобщения дыхания и фосфорилирования, так и к более значительным степеням сопряжения их (повышение возможностей несократительного термогенеза или ограничение его возможности). Повышение под влиянием активной мышечной деятельности сопротивляемости к инфекциям может быть связано с увеличением в тренированном организме потенциальных возможностей протеиносинтеза, реализующихся в синтезе иммунных тел. То же касается и большей резистентности к ионизирующей радиации, поражающей прежде всего и главным образом тканевые белки. Однако, обратное влияние адаптации к инфекциям и радиации никем не установлено. Вместе с тем, очень высокие, близкие к пределу степени

адаптации к какому-нибудь одному альтерирующему агенту могут отрицательно сказываться на адаптации к другим. Так, находясь в состоянии высокой спортивной формы, спортсмены менее устойчивы к острым респираторным заболеваниям, ангинам и гриппу. Возможно, что причиной этого является высокая напряженность работы протеинсинтезирующих систем, что ограничивает потенции синтеза белков, не имеющих отношения к мышечной деятельности (иммунных тел). Предположение о том, что в основе перекрестной адаптации лежит работа «сопряженных генов» (когда активация одного гена автоматически приводит к активации другого, в котором закодирована структура иного белка) вряд-ли вероятно, так как такой механизм имеет характер некоторой случайности.

В аспекте практическом перекрестная адаптация имеет большое значение не только в спорте, но и во многих сторонах жизнедеятельности животных и человека, так как позволяет использовать действие одних альтерирующих факторов для ускорения и усиления адаптации к другим (гипоксии, а также охлаждения для повышения эффективности спортивной тренировки, интенсивных физических упражнений для подготовки к высотной гипоксии и к термическим факторам, физической культуры для стимуляции иммуногенеза и т. д.).

Вместе с тем, проблема перекрестной адаптации имеет еще немало не выясненных вопросов, требующих к себе самого серьезного внимания.

РОЛЬ СИСТЕМЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ СПОРТСМЕНА В ЕГО АДАПТАЦИИ К ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

А. С. Мозжухин, Д. Н. Давиденко (Ленинград)

Проблема адаптации организма человека к экстремальным воздействиям является одной из актуальных в биологии и медицине. Несмотря на многочисленные исследования процесса адаптации человека к различным природным факторам среды, к некоторым неизбежным неблагоприятным производственным условиям, к большим физическим нагрузкам, механизмы адаптации еще остаются недостаточно изученными.

Современный спорт представляет собой одну из немногих естественных моделей деятельности человека, при которой функционирование органов и систем органов здорового человека протекает в зоне видовых предельных напряжений, что позволяет исследователю проникнуть в закономерности адапта-

ции организма к экстремальным условиям двигательной активности.

С позиций физиологии экстремальных состояний явление адаптации целесообразно связать с общефизиологическими представлениями о функциональных резервах человека, которые мобилизуются организмом в экстремальных условиях существования (высокая или низкая температура, недостаток кислорода и избыток двуокиси углерода, интенсивная физическая нагрузка и т. д.). Иными словами, представление о функциональных резервах организма оказывается тесно связанным с представлением об адаптационных возможностях организма. Значительный вклад в изучение резервных возможностей организма внесли советские учены (Л. А. Орбели, В. П. Загрядский, В. П. Казначеев, Н. А. Агаджанян, А. А. Виру и др.).

Систему функциональных резервов человека составляют биологические и социальные группы резервов. К биологическим резервам следует отнести биохимические и физиологические резервы. Первые из них определяют скорость протекания и объем биохимических процессов и связаны с экономичностью и интенсивностью энергетического и пластического обменов и их регуляцию, а вторые — связаны с интенсивностью и длительностью работы органов и систем организма и их нейро-гуморальной регуляции, что находит выражение в таких физических качествах, как сила, быстрота и выносливость. Иными словами, под физиологическими резервами понимаются возможности органов и систем органов так изменять интенсивность своих функций, а также взаимодействие между ними, что достигается некоторый оптимальный для данных конкретных условий уровень функционирования организма. Материальными носителями физиологических резервов являются механизмы поддержания гомеостаза, переработки информации и координации вегетативных функций и двигательных актов, а исполнителями — соответствующие органы. Это обычные механизмы регуляции физиологических функций, которые в процессе приспособления организма к изменчивым условиям внешней среды и для нивелировки сдвигов во внутренней среде используются им в качестве резервов адаптации. Таким образом, физиологические резервы связаны в основном с органами и системными уровнями, в то время как биохимические — с клеточными и тканевыми.

Группа социальных резервов — это приобретенные резервы психики, связанные с социальной мотивацией деятельности, и резервы спортивно-технических (профессиональных) навыков, которые определяют тактику поведения, особенности двигательной активности.

Анализ многочисленных литературных данных и результаты собственных исследований убедительно показывают, что в принципе адаптация спортсмена к интенсивной тренировочной и сорев-

новательной деятельности в физиологическом отношении представляет собой двуединый процесс. С одной стороны, при двигательной активности организм приспосабливается к удержанию жизненно важных констант внутренней среды, непрерывно изменяемых физической работой, а с другой — поскольку предотвратить существенные сдвиги гомеостаза все равно не удастся, то организм спортсмена приспосабливается к выполнению специализированной двигательной деятельности, продолжению интенсивной физической работы в условиях резко измененного гомеостаза. Из этого следует, что центральной физиологической проблемой адаптации организма спортсмена к интенсивной физической работе является проблема удержания основных параметров гомеостаза в таких пределах, в которых еще возможна работа центральной нервной системы, организующей его двигательную активность. Иными словами, в процессе адаптации происходит активное взаимодействие двух функциональных систем: системы, обеспечивающей специализированную двигательную деятельность путем вовлечения в работу определенного ансамбля двигательных единиц, и системы, обеспечивающей поддержание основных параметров гомеостаза в пределах, допустимых для функционирования первой из упомянутых систем. Следует при этом подчеркнуть, что как бы важны ни были для адаптации спортсмена социальные резервы (а в ряде случаев они являются ведущими), они формируются и реализуются на физиологической основе.

По соответствующим уровням организма физиологические резервы адаптации могут быть подразделены на клеточные, тканевые, органные, системные и резервы целостного организма.

На уровне клеток резервы обеспечиваются варьированием числа активно работающих структур из общего числа потенциально имеющихся и увеличением числа структур соответственно уровню требуемого от органа функционального напряжения, в основе чего лежат явления, определяемые как пластическим резервом клетки, так и возможностями синтеза новых молекул белков. Это обеспечивает, в случае необходимости, дополнительное усиление аэробных и анаэробных способностей ресинтеза АТФ, что приводит, в свою очередь, к снижению относительной нагрузки на единицу массы работающего органа. На более высоких уровнях это проявляется в снижении энерготрат, повышении эффективности и интенсивности функционирования во многих органах и системах органов. На уровне организма эти сдвиги складываются в целостную реакцию, обеспечивающую решение двигательной задачи и адаптацию к изменившимся условиям среды.

По характеру (мощности и длительности) физической работы физиологические резервы адаптации могут быть подразделены на резервы, мобилизуемые при работе максимальной мощности

(преимущественно клеточные и тканевые резервы поддержания гомеостаза и энергетики), субмаксимально-большой мощности (наибольшее значение приобретают тканевые и системные резервы поддержания гомеостаза), умеренной мощности (преимущественное значение имеют системные резервы энергетики и поддержания гомеостаза).

По очередности включения физиологических резервов адаптации при мышечной деятельности могут быть выделены два эшелона. Первый из них мобилизуется при переходе от состояния относительного покоя к мышечной деятельности до появления чувства усталости, а второй — при продолжении работы в условиях неприятных, часто болевых, ощущений. Дальнейшее использование резервов второго эшелона ограничивается моментом произвольного (автоматического) отказа от продолжения работы. Однако, поскольку все резервы при физических нагрузках не используются никогда, то должен быть выделен третий эшелон резервов, которые мобилизуются организмом лишь в борьбе за сохранение жизни.

В заключение следует отметить, что формирующаяся в процессе адаптации к физической деятельности система мобилизации физиологических резервов находится в зависимости от характера мышечной деятельности и уровня тренированности организма. Система мобилизуемых физиологических резервов всегда конкретна, а сами резервы не должны и не могут быть абсолютно точно оценены сами по себе, а лишь по отношению к тому вкладу, который они вносят в достижение приспособительного результата, являющегося системообразующим фактором деятельности.

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМУМА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

К. М. Смирнов (Ленинград)

1. Двигательная активность является необходимым элементом поведения и зависит от совокупности факторов режима жизни — труда, быта и отдыха. Вместе с тем, она обусловлена уровнем потребности в движениях и существенно влияет на состояние человека.

2. В современных условиях широко распространены низкие уровни двигательной активности — гипокинезия. Наряду с этим, в ряде профессий и при некоторых условиях быта двигательная активность очень велика. Поэтому важно определить границы допустимых и оптимальных диапазонов, выше и ниже которых избыток или, соответственно, недостаток двигательной активности

неблагоприятно влияет на здоровье. Определение верхней границы дает возможность установить нормативы физической тяжести трудовых и бытовых нагрузок. Определение норматива, характеризующего нижнюю границу, является основой дозировки мероприятий, компенсирующих гипокинезию и, прежде всего, дозировки физических упражнений в режиме жизни людей.

3. Для нормирования двигательной активности необходимо определить критерии ее оценки. Наиболее изучена оценка по затратам энергии на мышечную работу. Накоплен также некоторый опыт оценки количества и мощности механической работы, а также величины мышечных усилий, совершаемых работающим человеком. Однако, методы измерения этих показателей до сих пор мало удовлетворительны. Еще менее разработана оценка других особенностей мышечной деятельности — разнообразия, сложности, точности, быстроты действий и пр.. Совершенствование методов и критериев, а также параметров, по которым проводится оценка, является обязательным условием успешного нормирования двигательной активности.

4. Подходы к определению допустимых и оптимальных уровней двигательной активности определяются опытом гигиены и эргономики. Оптимальным уместно считать уровень, способствующий возможному для данного лица физическому развитию и укреплению здоровья, во второй половине жизни возможной длительности сохранения здоровья. Среди учитываемых особенностей проблемы определения оптимума двигательной активности следует упомянуть в качестве основных:

- разницу между доступным и допустимым уровнями;
- необходимость учитывать двигательную активность при всех формах деятельности человека, выполняемых данным лицом (труд, быт, отдых).
- индивидуальную вариацию физической работоспособности и переносимости мышечной работы,
- особенности влияния на человека и переносимости им различных видов мышечной деятельности и ее распределения во времени (в течение дня и более длительных периодов),

5. Опыт изучения двигательной активности человека представляет уже в настоящее время материалы для некоторых предложений по определению ее оптимальных границ у различных контингентов людей. Существующие данные и перспективы дальнейшей разработки и использования таких нормативов в гигиене и воспитании рассмотрены в сообщении.

ПЕРЕКРЕСТНЫЙ ЭФФЕКТ И ЕГО МЕХАНИЗМЫ ПРИ АДАПТАЦИИ К МЫШЕЧНЫМ НАГРУЗКАМ

В. Я. Русин (Ярославль)

В центре внимания исследователей, изучавших различные аспекты проблемы адаптации животного и растительного мира, вплоть до середины сороковых годов текущего столетия были изменения, обусловленные возникновением, главным образом, так называемой специфической сопротивляемости, т. е. сопротивляемости именно к тому или тем агентам, к которым организм адаптировался. Концентрация внимания на механизмах и путях развития специфического эффекта не помешала, однако, ряду ученых заметить, что в процессе адаптации повышалась сопротивляемость и к другим агентам, с которыми организм в данных условиях адаптации не соприкасался. Эта «побочная», или получившая позже наименование «неспецифическая» сопротивляемость долго не привлекала к себе должного внимания, хотя и послужила основой для возникновения эмпирического представления об организме, адаптированном к мышечным нагрузкам или холоду, как организме здоровом, сильном, выносливом, легче переносящем воздействия разнообразных неблагоприятных факторов среды обитания.

Наши многолетние исследования на животных и людях подтвердили факт перекрестного повышения сопротивляемости при адаптации к мышечным нагрузкам, холоду или гипоксии, причем в размерах, представляющих практический интерес для физической культуры и профилактической медицины. Одновременно было установлено, что состояние повышенной сопротивляемости, полученное разными способами, имеет не только сходство, но и различия. Подобное явление вполне закономерно, ибо трудно себе представить, чтобы разнообразные по своей природе и механизму действия адаптогенные факторы не вызывали бы помимо общих и какие-то специфические, свойственные только данному фактору приспособительные сдвиги.

Сходство и различия между состоянием повышенной сопротивляемости, возникающим под влиянием разных адаптогенных факторов, обнаружены не только в части феноменологической, но и в механизмах, реализующих возникновение перекрестной резистентности. Показано, в частности, что адаптация и к мышечным, и к холодным нагрузкам сопровождается значительным снижением активности гипофиз-адреналовой системы в покое, но быстрым и эффективным вовлечением ее при различного рода функциональных напряжениях. В адаптации к обоим факторам большое значение имеют изменения резистентности на тканевом и клеточном уровнях, а также изменения в функциональной

активности различных отделов нервной системы, в особенности адренэргических структур ретикулярной формации.

Немаловажное значение для оценки эффективности перекрестной адаптации имеют условия проведения наблюдения. Среди них особое место занимают: характер режима адаптации [прерывистый или непрерывный, например при адаптации к холоду или гипоксии], жесткость режима адаптации [интенсивность и продолжительность тренирующих воздействий], общая продолжительность влияния адаптогенного фактора, особенности критериев, по которым судят об эффективности перекрестной адаптации.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Ф. И. Фурдуй, Е. И. Штирбу, С. Х. Хайдарлиу, Л. П. Марин (Кишинев)

Научно-техническая революция привела к резкому уменьшению удельного веса физической нагрузки и возник «мышечный голод». На протяжении эволюции связь организма животного с внешней средой достигалась активностью мускулатуры, а интенсивность энергетических процессов, особенности деятельности внутренних органов, как и другие жизненные процессы во многом эволюционировали в зависимости от развития скелетной мускулатуры. В работах О. Г. Газенко, Л. И. Какурина, Е. А. Коваленко, Н. А. Агаджаняна, Б. М. Федорова, А. А. Виру, Н. Н. Яковлева и др. многие механизмы влияния на организм гипокинезии уже рассматривались, однако вопросы целенаправленной регуляции стрессорезистентности и адаптивных способностей при гипокинезии не утрачивают свою актуальность.

В своих исследованиях мы разграничили: а) остро возникающую гипокинезию и б) постепенно нарастающую гипокинезию. Механизмы влияния указанных форм гипокинезии на состояние эндокринной системы и проявление адаптивных возможностей организма оказались разными. Острая гипокинезия приводит к быстрому нарушению гомеостаза и развитию стресса. Сразу после начала ее действия во всех отделах мозга и железах внутренней секреции резко увеличивается активность АХЭ, а во внутренних органах — уменьшается. Резко возрастает гормональная активность коры надпочечников и щитовидной железы. Впоследствии синергизм реакций этих желез нарушается: концентрация кортикостероидов в крови сохраняется на высоком уровне, а уровень тиреоидных гормонов резко падает. У крыс, например, степень влияния той или иной железы на проявление адаптивных возможностей при остром ограничении движений зависит от

температуры окружающей среды: при $+20^{\circ}\text{C}$ наибольшее влияние оказывают гипофиз и надпочечники, а при $+4^{\circ}\text{C}$ — щитовидная железа. Острое действие гипокинезии уже через 10 мин., а еще больше через 1 час снижает концентрацию как незаменимых, так и заменимых свободных аминокислот в плазме крови. Во внутренних органах содержание отдельных аминокислот изменяется по-разному, и лишь в печени концентрация многих аминокислот увеличивается. В дальнейшем и в печени наблюдается уменьшение их содержания. При продолжительном действии гипокинезии концентрация свободных аминокислот увеличивается как в плазме крови, так и во внутренних органах, в том числе и в печени.

Гипокинезия в опытах на лабораторных животных, моделирующая двигательную активность у человека, а также у сельскохозяйственных животных в промышленных комплексах, в начале действия вызывала ответную реакцию лишь со стороны коры надпочечников и системы ацетилхолина в некоторых отделах мозга. После 10 суток гипокинезии изменения в коре надпочечников и щитовидной железе не обнаружены; наблюдается лишь некоторое увеличение активности АХЭ в поясничном отделе спинного мозга. При гипокинезии в течение 20 суток снижалась активность АХЭ во всех исследованных образованиях мозга, кроме передних рогов спинного мозга в шейном отделе и червя мозжечка.

При постепенном ограничении двигательной активности лишь после достижения полной обездвиженности наблюдалось некоторое увеличение содержания кортикостероидов в крови.

Полученные данные свидетельствуют о различных механизмах влияния на организм острой и постепенно нарастающей гипокинезии и о необходимости ведения поиска средств профилактики вредных ее последствий с учетом степени ограничения движений.

ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ ФЕРМЕНТНЫХ И СТРУКТУРНЫХ БЕЛКОВ И РЕГУЛЯЦИЯ АДАПТАЦИОННОГО ПРОЦЕССА В МЫШЦАХ.

М. И. Калинин (Киев)

Согласно современным представлениям большинство эффектов, вызываемых сАМР, связано со стимуляцией им особого класса ферментов — сАМР-зависимых протеинкиназ, осуществляющих фосфорилирование различных белковых субстратов. Фосфорилированию подвергаются регуляторные и сократительные

белки мышц: регуляторные лёгкие цепи миозина, тропонина I и тропонина Т. Показано также фосфорилирование тропомиозина и тяжелых цепей миозина. Фосфорилирование мембран саркоплазматического ретикулула сАМР-зависимыми протеинкиназами связано с механизмом, контролирующим движение Ca^{2+} в ретикулум. сАМР может регулировать функцию сократительного аппарата и мышц в целом, воздействуя на обмен Ca^{2+} в мышечных волокнах и свойства сократительных белков. сАМР-зависимое фосфорилирование мембраносвязанного белка фосфоламбана ответственно за увеличение поглощения ионов Ca^{2+} ретикулумом миокарда. Регуляция процессов, связанных с синтезом и расщеплением гликогена происходит при непосредственном участии сАМР-зависимых протеинкиназ. Последние путём фосфорилирования киназы фосфорилазы «В» и гликогенсинтетазы регулируют интенсивность обмена гликогена. Имеются данные об участии циклических нуклеотидов в регуляции проницаемости лизосомных мембран и наличии в лизосомах различных компонентов системы сАМР. Показано, что сАМР через систему сАМР-зависимых протеинкиназ модулирует процессы транскрипции и трансляции, процессы клеточного деления, структурную перестройку нуклеопротеидных комплексов.

В проведенных нами комплексных исследованиях системы сАМР и сАМР-зависимых протеинкиназ получены данные об изменении содержания сАМР, активности и кинетических свойств сАМР-зависимых протеинкиназ скелетных мышц и сердца при тренировке физическими нагрузками. Показано, что при однократной физической нагрузке и в условиях адаптации к тренировке в скелетных мышцах и сердце крыс изменяются содержание сАМР, активность аденилатциклазы, фосфодиэстеразы и каталитические характеристики сАМР-зависимых протеинкиназ. Нами также изучена способность растворимой сАМР-зависимой протеинкиназы фосфорилировать естественный субстрат — киназу фосфорилазы «в» в зависимости от уровня адаптированности организма к мышечной деятельности. Установлено, что степень фосфорилирования киназы фосфорилазы «в» гомологичной растворимой сАМР-зависимой протеинкиназой из мышц тренированных крыс, находящихся в состоянии покоя, значительно выше по сравнению с контролем. Нами показано, что сАМР-зависимая протеинкиназа, выделенная из мышц тренированных животных, уменьшает выход катепсина Д из лизосомной фракции скелетных мышц и сердца. Под влиянием систематической тренировки физическими нагрузками повышается способность сАМР-зависимых протеинкиназ регулировать проницаемость мембран лизосом скелетных мышц и сердца и выход из лизосом катепсина Д.

Полученные данные являются экспериментальным обоснованием сформулированного и развиваемого нами представления о важном значении процессов сАМР-зависимого фосфорилирова-

ния в развитии биохимической адаптации скелетных мышц и сердца к повышению функции.

В исследованиях на животных нами установлена возможность направленной коррекции обмена сАМР введением активатора аденилатциклазы и ингибитора фосфодиэстеразы в скелетных мышцах и сердце в восстановительном периоде после мышечной деятельности с целью повышения физической работоспособности.

АДАПТАЦИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА У ЧЕЛОВЕКА К ВОЗДЕЙСТВИЮ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ СПОРТОМ

Н И. Волков (Москва)

Изменения, возникающие у человека в сфере энергетического метаболизма под влиянием систематической тренировки в спорте, отражают общие закономерности адаптации биологических систем к изменяющимся условиям существования. Развитие адаптаций в сфере энергетического метаболизма в ответ на возрастающие физические нагрузки происходит в два этапа — срочной и хронической адаптации.

Срочная адаптация энергетического обмена реализуется через усиление ферментативной активности, увеличение мобилизации наличных внутриклеточных ресурсов энергетических веществ, усиление скорости и объёма поставок питательных веществ и кислорода в работающие ткани, а также путем обезвреживания и устранения продуктов метаболизма, оказывающих ингибирующее влияние на «ведущие» ферментные системы энергетического обмена.

Хроническая адаптация систем энергетического метаболизма к воздействию физических нагрузок связана с индуцированием синтеза наиболее нагружаемых структурных и ферментных белков, увеличением общей метаболизирующей массы тканей, возникновением специфических внутриклеточных структурных перестроек, которые усиливают и стабилизируют действие основного энергоподающего процесса, с развитием специфических компенсаторных механизмов и существенным расширением общих запасов энергетических веществ в организме путем суперкомпенсации. Развитие хронической адаптации повышает мощность и эффективность срочного ответа систем энергетического метаболизма на физическую нагрузку.

Адаптационные изменения в ответ на физическую нагрузку строго дифференцируются в отношении парциальных процессов энергетического обмена и их основных параметров — мощности,

ёмкости и эффективности. Специфичность адаптации энергетического метаболизма, развивающейся в процессе тренировки, проявляется в различном соотношении показателей мощности, ёмкости и эффективности для алактатного, гликолитического и аэробного процессов у высококвалифицированных спортсменов разной специализации. Количественные изменения в этих параметрах биоэнергетических процессов, происходящие под влиянием систематической тренировки в спорте, находятся в определенной зависимости от характера и объёма выполняемой физической нагрузки. Наибольшие изменения в тренируемых параметрах энергетического обмена достигаются при оптимальном соотношении объёмов применения физических нагрузок разной направленности.

При развитии адаптации под влиянием тренировки наблюдается определенная последовательность в изменениях отдельных параметров энергетического обмена. Развитие адаптации, в первую очередь, сказывается на увеличении параметров мощности энергетических процессов, затем параметров ёмкости и, лишь в последнюю очередь, — на изменении параметров эффективности. В процессе реадaptации при прекращении тренировки указанные параметры изменяются в обратном порядке. Наименьшие сроки развития адаптации отмечаются для параметров анаэробного метаболизма в работающих мышцах, наибольшие — для параметров аэробного обмена.

Суммарный адаптационный ответ со стороны энергетического обмена возникает путем кумуляции и взаимодействия множества частных реакций на отдельные нагрузки. Взаимодействия срочных ответов на физическую нагрузку могут иметь нейтральный, положительный и отрицательный характер. Развитие адаптации возможно только при положительном взаимодействии срочных тренировочных эффектов физической нагрузки.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ К МАКСИМАЛЬНЫМ НАГРУЗКАМ ПРИ БЛОКАДЕ БЕТА-АДРЕНЕРГИЧЕСКИХ РЕЦЕПТОВ

В. Л. Карпман (Москва)

Неселективная блокада бета-адренергических рецепторов, по-видимому, полностью снимает симпато-адреналовый контроль за деятельностью сердца при напряженной мышечной работе. При этом адаптационные реакции сердца осуществляются с помощью механизмов саморегуляции. Эффективность этих механизмов и, в частности, механизма Франка-Старлинга, в целост-

ном организме человека продолжает представлять существенный интерес.

Регистрировались показатели газообмена, минутный объем кровотока (МОК), ударный объем крови (УОК) и частота сердечных сокращений (ЧСС) при максимальной нагрузке, когда достигалось максимальное потребление кислорода (МПК). Испытуемые исследовались дважды — в обычных условиях и на высоте действия пропранолола (40 мг перорально).

МПК на высоте действия бета-блокаторов (5,03 л/мин) практически не отличается от величин, зарегистрированных в контрольных испытаниях на тех же спортсменах (4,98 л/мин). При анализе индивидуальных величин МПК отмечается как увеличение этого показателя, так и его уменьшение.

При действии бета-блокаторов достижение уровня МПК осуществляется менее экономично, чем в контроле. Об этом судили по величине МПК, отнесенной на 1 ватт мощности нагрузки: если в контрольном испытании на выполнение 1 ватта нагрузки требуется 13,1 мл O_2 /мин, то при блокаде — 15,1 мл O_2 /мин. Увеличение артерио-венозной разницы по кислороду (AVP_{O_2}) при бета-блокаде (с 145 мл/л до 162 мл/л) подтверждает сказанное: на 100 ватт нагрузки до блокады затрачивается 38 мл O_2 /л, а после нее — 48 мл O_2 /л крови.

Максимальный МОК при действии бета-блокаторов снижается в среднем до 31,2 л/мин (до введения пропранолола МОК был равен 34,5 л/мин). Это снижение компенсируется увеличением AVP_{O_2} .

Снижение МОК возникает главным образом в связи с уменьшением ЧСС под влиянием блокаторов. Так, если в контрольном испытании при МПК средняя частота пульса составила 191 уд/мин, то при действии препарата — всего 154 уд/мин. УОК в большинстве наблюдений увеличивается, частично компенсируя уменьшение ЧСС. В контроле УОК при МПК в среднем равен 181 мл, а при блокаде рецепторов увеличивается в среднем до 203 мл. Увеличение УОК обеспечивается дилатацией полостей сердца, что документируется данными телерентгенометрии. Таким образом, необходимая сердечная производительность обеспечивается механизмом Франка-Старлинга. Работа миокарда в таком режиме, вероятно, требует большего количества O_2 — увеличивается его использование. Поэтому можно думать, что механизм Франка-Старлинга является менее совершенным, нежели симпато-адреналовая стимуляция сердца при нагрузке. Этот механизм используется как резервный при экстремальных режимах кровообращения.

АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

П. П. Озолинь (Рига)

Систематические занятия физической культурой и спортом ведут к экономному перераспределению крови в организме в состоянии покоя, а также способности сердечно-сосудистой системы при нагрузке оптимально снабжать кровью как работающие, так и ненагруженные конечности и внутренние органы. Это выражается в развитии как специфических, так и неспецифических изменений в состоянии кровеносных сосудов и их реактивности на нагрузку. Неспецифическими изменениями следует считать уменьшение притока крови к конечностям в состоянии покоя, которое развивается в тесной корреляции с ростом спортивной брадикардии (коэффициент корреляции — r — между объемной скоростью кровотока в конечностях и частотой сердечных сокращений (ЧСС) в состоянии покоя составляет 0,92). Неспецифическая экономизация кровотока проявляется также в снижении послерабочей гиперемии после стандартных велоэргометрических нагрузок 100—250 Вт. Корреляция (r) между объемом послерабочей гиперемии и ЧСС на последней минуте нагрузки равняется 0,93.

Одновременно с неспецифическими изменениями в процессе адаптации к спортивным занятиям развиваются специфические сосудистые реакции, которые направлены на увеличение кровоснабжения именно тех конечностей, которые имеют наибольшую нагрузку при повседневных занятиях по избранному виду спорта. Например: при обследовании двух групп спортсменов — волейболисток и занимающихся спортивным ориентированием — выявлено, что после велоэргометрической нагрузки дополнительный объем крови в голени значительно больше у занимающихся ориентированием, чем у волейболисток. В предплечье, наоборот, кровоток вдвое больше у волейболисток. В этом проявляется развитие в процессе адаптации способности мобилизовать механизмы перераспределения крови для обеспечения ею наиболее часто и интенсивно нагруженных мышц.

Основным физиологическим механизмом, обеспечивающим адаптативные изменения в сосудистой системе, является рефлекторный. Эксперименты, в которых люди длительное время тренировали только одну конечность (руку или ногу), показали, что важную роль в осуществлении адаптации регуляции кровообращения к определенным нагрузкам имеет интерорецептивная сигнализация.

Изменения в состоянии кровеносных сосудов регулируются симпатической нервной системой. Симпатические нервы во время

нагрузки суживают не только сосуды внутренних органов, кожи и ненагруженных мышц, но и снижают кровоснабжение работающих мышц, тем самым снижая их работоспособность. Повышение активности симпатических вазоконстрикторных волокон в состоянии покоя и меньшая их активация при физической нагрузке является основным физиологическим механизмом в реализации процесса адаптации периферического кровообращения к мышечной деятельности.

О ВЗАИМОСВЯЗИ ЭНДОКРИННОЙ РЕГУЛЯЦИИ ОБМЕНА КАЛЬЦИЯ, ГОМЕОСТАЗА ГЛЮКОЗЫ И ФУНКЦИИ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ ПОСЛЕ МЫШЕЧНЫХ НАГРУЗОК

И. А. Држевецкая, Н. Г. Беляев, Л. К. Караулова (Ставрополь)

У спортсменов-мужчин, выполнявших 3-х часовую мышечную нагрузку на велоэргометре, определяли содержание в плазме крови общего кальция, неорганического фосфора, 11-ОКС, глюкозы, а также кальцитониновую активность (КТ-активность) плазмы. Исследования проводили в условиях покоя, а также непосредственно и через 1, 6, 24, 48, 72 и 96 часов после окончания нагрузки. Обнаружены сопряженные изменения указанных показателей. Так, мышечная деятельность приводила к достоверному уменьшению содержания кальция в течение последующих 48 часов. В этот же период времени наблюдалась повышенная КТ-активность плазмы. Максимальная величина её ($19,2 \pm 2,4$ мед/мл) обнаруживалась к концу первого часа восстановительного периода, а нормальные величины (< 1 мед/мл) — через 72 и 96 часов реституции. Эти данные указывают на активирование продукции кальцитонина С-клетками щитовидной железы. Одновременное достоверное увеличение содержания в крови неорганического фосфора, наиболее четко выраженное через 6 часов реституции, косвенно свидетельствовало о понижении функции околотитовидных желез. Периоды наиболее высокой КТ-активности плазмы и наиболее значительной гипокальциемии совпадали с наименьшими за весь период исследования величинами концентрации глюкозы в крови, а также с наиболее значительными сдвигами уровня 11-ОКС.

Аналогичные сочетания исследуемых показателей выявлены у крыс, выполнявших на третбане бег максимальной длительности (558 ± 54 мин со скоростью 20 м/мин). В ближайшем восстановительном периоде (1—6 часов после нагрузки) преобладали признаки усиленной функции С-клеток (высокая КТ-активность плаз-

мы, гипокальциемия) и коры надпочечников (повышенный уровень 11-ОКС в плазме), снижение деятельности околотитовидных желез (увеличенный уровень неорганического фосфора в плазме) и относительный дефицит сахароповышающих механизмов (гипогликемия). В более позднем периоде реституции эти соотношения сдвигались в противоположном направлении.

Указанные эндокринно-метаболические реакции следует рассматривать во взаимосвязи. Секретция кальцитонина стимулируется глюкагоном, усиленно выделяющимся при мышечной работе. С другой стороны, повышенный уровень кальцитонина и вызываемая им гипокальциемия понижают секреторную активность коры надпочечников и эндокринных клеток поджелудочной железы. Это ограничивает стрессорную реакцию и благоприятствует восстановлению исходного гомеостаза.

Комплексное изучение эндокринной регуляции обмена кальция, кортикостероидной функции надпочечников и гомеостаза глюкозы должно способствовать выявлению этапов восстановительного периода, наиболее благоприятных для повторных мышечных нагрузок. Периоды, характеризующиеся гиперкальцитонинемией, гипокальциемией и гипогликемией, наименее целесообразны для новых мышечных нагрузок.

ЦЕНТРАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ АДАПТАЦИИ К ПРЕДЕЛЬНЫМ ФИЗИЧЕСКИМ НАГРУЗКАМ

Е. Б. Сологуб (Ленинград)

1. Адаптация к выполнению предельных физических нагрузок связана с формированием в коре больших полушарий экономичных и стабильных систем взаимосвязанной (синхронной и синфазной) активности, являющихся частью функциональных систем управления движениями и обладающих высокой помехоустойчивостью. У лиц, хорошо адаптированных к подобным нагрузкам, в отличие от неадаптированных, эти системы не разрушаются при действии различных сбивающих факторов (высокого психического и эмоционального напряжения, внешних помех, развития утомления и т. п.).

Разрушение корковых систем взаимосвязанной активности сопровождается нарушением внутрисистемной и межсистемной регуляции функций, ухудшением самочувствия, невозможностью поддерживать заданный темп движений, распадом внешней структуры двигательного навыка и быстрым отказом от работы.

2. По мере адаптации к нагрузкам, предельным по координационной сложности, мощности и длительности, у всех обследованных лиц — правой усиливается преимущественная локали-

зация взаимосвязанной активности в левом (доминантном) полушарии. Более тонкое клеточное строение, большее богатство взаимосвязей и более узкая локализация функций в этом полушарии, по-видимому, обеспечивают более совершенное управление движениями. Появление взаимосвязанной активности в правом полушарии при развитии утомления можно рассматривать как компенсаторную реакцию, однако управление движениями при этом менее совершенно.

3. Адаптация к предельным нагрузкам связана не только с расширением функциональных возможностей коры, но и с повышением способности к мобилизации функциональных резервов в условиях преодолеваемого утомления. Для понимания центральных механизмов такой мобилизации особое значение имеют данные об усилении у адаптированных лиц взаимосвязи потенциалов префронтальной (ассоциативной) коры с моторными и премоторными областями в период компенсированного утомления, а также сохранение, вплоть до отказа от работы, этой системы, несмотря на разрушение пространственной синхронизации всех других областей коры в период декомпенсированного утомления. Повышение активности префронтальной области коры, с одной стороны, усиливает активирующие влияния на кору лимбико-ретикулярного комплекса, а с другой, через интракортикальные пути активирует корковые нейроны. Это облегчает пространственную синхронизацию корковых потенциалов и стабилизирует корковую функциональную систему, что позволяет поддерживать рабочий эффект на заданном уровне. Описанные изменения корковой деятельности являются коррелятами психофизиологических процессов самоорганизации и самомобилизации, т. е. волевого преодоления утомления.

Изучение рассмотренных явлений позволит вскрыть центральные механизмы управления движениями при выполнении предельных нагрузок и подойти к важному для практики вопросу адаптации к этим нагрузкам с помощью естественных процессов саморегуляции (а не путем искусственной стимуляции мозга, в частности, допингами).

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ К НАПРЯЖЕНИЯМ СОВРЕМЕННОГО СПОРТА

**И. Д. Суркина, З. С. Орлова, Г. С. Орлова, Ю. В. Бородин,
Е. П. Шумай, С. В. Шестакова, С. К. Добрина, С. В. Котелевцев (Москва)**

Под влиянием напряжений, свойственных современному спорту, возникают значительные изменения характеристик Т-системы иммунитета. Наиболее существенные отклонения наблюдаются после ответственных соревнований, что позволяет связать их

появление с выраженным эмоциональным компонентом соревновательного стресса. Происходит не только уменьшение количества Т-лимфоцитов крови, но и угнетение их способности к пролиферации, а также к образованию активных розеток с эритроцитами барана. Этот тест позволяет косвенно судить об активности рецепторного аппарата поверхностной мембраны Т-клеток. Таким образом, изменения характеристик Т-системы могут быть связаны с функциональными нарушениями в структуре плазматической мембраны лимфоцитов (ПМЛ).

Известно, что стресс приводит к активации процессов перекисного окисления липидов в клеточных мембранах. По-видимому, этот процесс происходит и в лимфоцитах. Одним из наиболее существенных факторов стабилизации биомембран является достаточное содержание в них α -токоферола (витамина Е). Важным интегральным показателем функционального состояния мембраны служит ее электрический потенциал.

В связи с вышеизложенным, наряду с комплексным определением иммунологических параметров, мы проводили исследования таких характеристик мембран Т-лимфоцитов, как содержание в них α -токоферола (измерение методом флуоресценции) и клеточный потенциал (измерение с помощью проникающего красителя $dis-C_5$).

У конькобежцев высокой квалификации по окончании соревновательного периода обнаружено достоверное снижение содержания токоферола в лимфоцитах, что может являться одной из причин структурно-функциональных нарушений, возникающих в ПМЛ.

Одновременно зарегистрировано снижение трансмембранного потенциала лимфоцитов (по сравнению с данными контрольной группы), что также свидетельствует о нарушении свойств плазматической мембраны, связанных с изменением ее проницаемости для ионов.

Таким образом, особенности адаптации иммунной системы к стрессорным воздействиям спорта, по-видимому, в значительной мере могут быть обусловлены факторами, определяющими стабилизацию плазматических мембран лимфоцитов.

РОЛЬ АУТОИММУННЫХ РЕАКЦИЙ В МЕХАНИЗМАХ СРОЧНОЙ И ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ К МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Г. Л. Апанасенко, Д. М. Недопрядко (Киев)

Адаптация к интенсивной мышечной деятельности является собой структурно-метаболическую перестройку биосистемы, приводящую к повышению её энергетического и функционального потенциала. При этом, как установлено многочисленными исследованиями, весьма важную роль играют нейроэндокринные реакции, являющиеся стимулом биологического синтеза. В то же время не учитывается роль системы антигено-структурного гомеостаза (АСГ), контролирующей постоянство специфических (идиотипических) структур, детерминированных генотипом (В. П. Лозовой, С. М. Шергин). Однако, контроль АСГ — лишь одна из функций системы иммунитета в условиях возбуждённого биологического синтеза, каким является адаптационная перестройка функционирующих структур. Не менее важная функция — стимуляция анаболических процессов за счёт интенсификации аутостимулов из усиленно функционирующих органов и тканей, а также связанных с этим активацией аутоиммунных процессов. Маркировка, лизис деградированных полимеров и дефектных структур клеток, образование афферентного звена регуляции, локальная индукция трофотропных веществ, мембранное действие и стимул к протеосинтезу, контроль АСГ — вот основные этапы участия системы иммунитета в механизмах долговременной адаптации. Становится очевидным, что иммунокомпетентные клетки выступают как своего рода рецепторное поле, перерабатывающее информацию о степени истощения функциональных структур (а значит и о их функциональной «загрузке»), а также реализующее аутоантигенные стимулы, исходящие от них. Этот универсальный генетически детерминированный механизм клеточной рецепции и медиации, выступающий в качестве связующего звена между отдельными компонентами системы возбуждённого биологического синтеза, принимает непосредственное участие в формировании и совершенствовании структурно-функциональной организации тканей, индуцируя трофотропные вещества в месте наибольшего «истощения», создавая условия для протекания трофических процессов (мембранное действие, усиление микроциркуляции).

В период срочных адаптационных реакций, носящих, как правило, неспецифический характер, в качестве «платы» за адаптацию выступает снижение функциональных резервов системы АСГ, задействованной в элиминации из организма дефектных и погибших клеточных структур, что может сказаться на состоянии неспецифической резистентности к инфекционным агентам.

В докладе приводится схема, включающая основные звенья процесса адаптивного протеосинтеза с участием системы иммунитета, приводятся данные о различных типах срочных адаптационных реакций — от нормальных до извращённых, обсуждается механизм поступления биологически активных веществ в «истощённые» ткани и др..

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ СПЕЦИФИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К МЫШЕЧНОЙ РАБОТЕ

Ю. П. Сергеев, В. В. Язвиков (Москва)

Биологическая закономерность специфической адаптации организма к мышечной работе проявляется в условиях применения однократной физической нагрузки до утомления. Суть ее заключается в том, что в периоде отдыха после работы до утомления в организме разворачиваются адаптационные процессы, носящие фазный характер. При этом различают последовательно сменяющие друг друга фазы: остаточного утомления, повышенной работоспособности (ФПВР), пониженной работоспособности (ФПНР), перехода на новый уровень работоспособности и нового уровня работоспособности (адаптации) — НУР. НУР удерживается в течение некоторого времени и, при отсутствии удерживающей этот уровень физической работы, работоспособность возвращается к исходным показателям (дезадаптация). Послеробочий период в указанных условиях представляет собой целостный физиологический процесс перехода на новый уровень работоспособности (адаптации) путем реконструктивно-преобразовательных изменений в органах и тканях на субклеточном и молекулярном уровнях на более высокий уровень функциональных возможностей. В основе адаптации лежит повышение активности процессов синтеза и укорочение сроков физиологической регенерации субклеточных структур с качественными и количественными изменениями энергетического метаболизма. Каждая фаза адаптации имеет свои морфо-функциональные характеристики.

Реконструктивно-преобразовательный процесс запускается уже в периоде утомления однократной физической нагрузки, когда в сердце и в скелетной мышце, наряду с деструктивными изменениями сократительного аппарата и митохондрий, отмечается активация пластических процессов и появление большого количества полисом и свободных рибосом (данные А. Н. Некрасова, Ю. П. Сергеева, В. Ф. Кондаленко и Е. В. Афонского).

В ФПВР и ФПНР происходит дальнейшая активация пластических процессов в органах, что проявляется в усилении синтеза ядерной РНК, в повышенном выходе ее в цитоплазму, в наличии

мощного морфологического аппарата синтеза белка в цитоплазме и в повышенном накоплении энергетических субстратов (данные А. Н. Некрасова, В. Д. Горбуновой, Ю. П. Сергеева, В. Д. Кондаленко, Т. Б. Никитиной, В. В. Язвикова). Наблюдаются перестройки ультраструктуры органелл, в частности, митохондрий, указывающие на увеличение их функциональных возможностей (данные Ю. П. Сергеева, В. Ф. Кондаленко, Е. В. Афонского, В. С. Христофорова). Период полужизни митохондрий сокращается приблизительно в 2 раза (В. Д. Горбунова). Указанные процессы идут в различных органах с разной скоростью, в чем проявляется их гетерохронизм. Отмечается и органоспецифичность этих процессов. Повторные физические нагрузки, приложенные в ФПВР и ФПНР, приводят к срыву течения указанных процессов в органах, с последующим резким увеличением сроков их активации (данные Ю. П. Сергеева, В. В. Язвикова, Т. Б. Никитиной, А. Н. Некрасова, В. С. Христофорова).

На НУР в органах наблюдается нормализация гистологической структуры и активности пластических процессов (А. Н. Некрасов). Ультраструктура органоидов клеток по-прежнему свидетельствует об их высоких функциональных возможностях (Ю. П. Сергеев, В. Ф. Кондаленко). Вместе с тем в органах отмечается экономизация энергетического метаболизма в покое (данные С. А. Морозова, Н. Г. Родионовой, Т. Б. Никитиной, Ю. П. Сергеева, В. В. Язвикова).

Описываемая закономерность использована при разработке биологически обоснованной системы спортивной тренировки (БОССТ).

МОРФО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СКЕЛЕТНО-МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН СМЕШАННЫХ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ СПОРТСМЕНОВ В УСЛОВИЯХ НЕАДЕКВАТНЫХ ГЕНОТИПУ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Ю. П. Сергеев, В. В. Язвиков (Москва)

В настоящее время показана необходимость строгого соответствия специфики вида спорта, спортивной специализации и, соответственно, тренировочных программ и всей системы тренировочной и соревновательной деятельности определенному генотипу спортсмена. Длительные систематические наблюдения над 500 высококвалифицированными спортсменами, специализирующимися в академической гребле, конькобежном спорте и в легкой атлетике, показали, что наивысших достижений добиваются те спортс-

смены, генотип которых соответствует их специализации. Несоответствие генотипа избранной специализации и системе подготовки сочетается с низкими спортивными результатами и приводит к проявлению хронического физического перенапряжения. По нашим наблюдениям, проведенным совместно с Ф. А. Иорданской и В. С. Аграненко, число таких случаев по различным группам спортсменов в исследованных нами видах спорта колебалось от 8 до 20%. Этим фактом устанавливается этиологическое значение несоответствия генотипа спортсмена избранной специализации в возникновении хронического физического перенапряжения.

Одним из генетически детерминированных факторов, определяющих выбор специализации и режимы тренировочных нагрузок, является содержание (С) мышечных волокон (МВ) различных типов в смешанных скелетных мышцах спортсменов. Несоответствие спортивной специализации и тренировочных нагрузок СМВ приводит к нарушениям структуры МВ и неадекватным специализации изменениям их метаболизма. В качестве примера приводятся наблюдения, полученные на лицах, занимающихся конькобежным спортом (электронномикроскопическое исследование проведено З. И. Суховой, гистохимическое — В. П. Полуэктовой).

В МВ спринтеров, имеющих соответствующий СМВ, отмечается выраженная гипертрофия миофибрилл (МФ), часто можно наблюдать их продольное расщепление. МВ содержат умеренное количество гликогена. В митохондриях (МХ) обнаруживаются гранулярные включения. В части МВ видно много липидных гранул, находящихся в тесном контакте с МХ. В МВ в покое очень активна лактатдегидрогеназа (ЛДГ), менее активна сукцинатдегидрогеназа (СДГ) и мало активен процесс окисления жирных кислот (ОЖК). У людей, имеющих стайерский СМВ, но тренирующихся и выступающих как спринтеры, в МВ отмечаются чрезмерная гипертрофия некоторых МФ, извилистые контуры Z-линий, резкое расширение цистерн саркоплазматического ретикулума. Лишь изредка видны МХ, содержащие гранулярные включения. Отмечаются зоны лизиса, охватывающие 1—3 саркомера МВ. Отдельные МВ находятся в состоянии резко выраженной контрактуры. В МВ в покое очень активна СДГ и менее — ЛДГ и еще менее ОЖК.

В МВ стайеров, имеющих соответствующий СМВ, отмечается выраженное увеличение объема саркоплазмы и умеренная гипертрофия МФ. В МВ высоко содержание гликогена. В многочисленных микропочках и микровыростах идет процесс образования МФ de novo. В покое в МВ очень высока активность СДГ и ОЖК, при низкой активности ЛДГ. У людей, имеющих спринтерский СМВ, но тренирующихся и выступающих как стайеры, в МВ отмечаются расширение межфибриллярных пространств вслед-

ствие отека и лизиса отдельных МФ. Видны картины продольного 2—3-кратного расщепления МФ. Запасы гликогена истощены. В большом количестве обнаруживаются разрушающиеся МХ, вблизи которых часто видны миелиноподобные мембраны структуры. Довольно часто встречаются МВ в состоянии некроза. В покое в МВ активна ЛДГ, при умеренной активности СДГ и низкой активности ОЖК.

РАЗВИТИЕ АДАПТАЦИИ К ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

З. Т. Турсунов, М. В. Абдусаматова, М. Д. Пулатова, М. Умарова,
Т. В. Нагибина (Ташкент)

Высокая температура, как стрессорный фактор, оказывает существенное влияние на различные функции организма. Многократное повторение ее влияния способствует развитию адаптации, которая характеризуется ослаблением величины отклонения наступающих сдвигов от нормы или стабилизацией их на новом функциональном уровне. Эти сведения получены в эксперименте, в основном, в условиях относительного мышечного покоя. При этом совершенно не учитывалось значение мышечной активности в скорости развития адаптации и ее прочности. Исследования в этом направлении, помимо теоретического интереса, имеют большое практическое значение. Учитывая важность этого вопроса, нами проводились сравнительные исследования некоторых функций организма в зависимости от степени двигательной активности животных. Под наблюдением находились 3 группы собак. Одна группа — находилась в условиях высокой температуры в состоянии относительного двигательного покоя, другая группа — при повышенной двигательной активности и третья — при резком ее ограничении. В качестве основных показателей, характеризующих приспособительные реакции организма к высокой температуре, у всех групп животных явились: регистрация нервных импульсов в проводниках симпатических нервов (на примере большого чревного нерва) с учетом динамики вызванных потенциалов (ВП) со слуховой зоны коры головного мозга, определение содержания общей, вне- и внутриклеточной жидкости в целом организме, минерального состава плазмы крови, эритроцитов и мочи, почечной и внепочечной потери воды. Влиянию высокой температуры животные подвергались по 20 минут в течение 30 дней. Вышеперечисленные показатели учитывались на 1, 10, 20 и 30 дни опыта. Результаты исследования показали, что в зависимости от степени двигательной активности, высокая температура

вызывает неоднозначные сдвиги в показателях афферентной и эфферентной активности. При тепловой нагрузке в условиях относительного покоя происходило снижение афферентной и эфферентной активности в проводниках большого чревного нерва, в условиях повышенной двигательной активности, начиная с 1-го дня, стабилизировался поток афферентных импульсов, в потоке эфферентных импульсов максимальные отклонения их от нормы наступали в начальном периоде и по мере повторения влияния высокой температуры в потоке центrostремительной и центростремительной сигнализации наблюдалось более отчетливое формирование адаптивной реакции. В условиях жесткой гипокинезии отмечалось усиление как афферентного, так и эфферентного потока нервных импульсов. Тепловое воздействие на организм животных независимо от двигательной активности удлиняет скрытый период ВП, меняет амплитуду и продолжительность негативной и позитивной его фазы, степень изменения этих параметров в зависимости от кратности влияния термического фактора оказалась неоднозначной. Так, значительное удлинение скрытого периода ВП происходило в первый день наблюдения у гипокинезированных собак и на 10 день у собак повышенной и нормальной двигательной активности.

Характерным для гипокинезированных собак является то, что на 1-й и 10 дни влияния тепла наблюдалось укорочение продолжительной негативной фазы, а на 20—30 дни ее удлинение.

У собак с нормальной и повышенной двигательной активностью по мере повторения влияния высокой температуры происходило ослабление степени изменения параметров ВП.

В большинстве показателей водно-солевого обмена под влиянием тепла у всех групп животных наступали однонаправленные сдвиги, но различные по степени: снижение содержания общей, внутриклеточной жидкости и нарастание внеклеточной ее фракции, а также падение почечного плазмотока, клубочковой фильтрации и увеличение реабсорбции жидкости в извитых канальцах почки и уменьшение диуреза. Наибольшие сдвиги этих показателей происходили при мышечной деятельности в начальном периоде воздействия тепла, по мере повторения ее в сочетании с мышечной нагрузкой животные лучше приспособлялись к теплу.

ГИПЕРДИНАМИЯ И АДАПТАЦИОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ НА УРОВНЕ ОРГАНОВ КИШЕЧНОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ

Ш. К. КУРБАНОВ (Карши)

Мышечная нагрузка определённой тяжести и продолжительности, как и другие субэкстремальные и экстремальные факторы, может приобрести сотрессорный характер, приводя к адаптационному напряжению организма. Вполне очевидно, что при этом должны возникнуть глубокие сдвиги в пищеварительно-всасывательной системе. Исследование этих сдвигов — одна из актуальных задач экспериментальной гастроэнтерологии.

Основная цель нашей работы заключалась в характеристике функционального состояния систем полостного и мембранного пищеварения в тонкой кишке при мышечных нагрузках и в процессе адаптации организма к фактору гипердинамии.

Эксперименты проводились на белых крысах. Животные подвергались однократным или повторным мышечным нагрузкам путем принудительного плавания в воде температуры $32 \pm 1^\circ\text{C}$.

Активности ферментов панкреатического происхождения определяли: α -амилазу — по А. М. Уголеву, 1969 г.; комплекса протеаз — по А. М. Уголеву, Н. М. Тимофеевой, 1969 г.; липазу — по А. А. Лаздыньш, М. Р. Лаздыня, 1975 г. Из собственно кишечных ферментов определяли: γ -амилазы, инвертазы — по А. М. Уголеву, А. А. Иезуитовой, 1969 г.; глицил-е-лейцилди-пептидгидролазы — по А. М. Уголеву, М. Ю. Черняховской, 1969 г.; моноглицеридлипазы — по А. М. Уголеву, М. Ю. Черняховской, 1969 г.

Опыты показали, что однократная острая мышечная нагрузка изменяет спектр панкреатических ферментов в полости тонкой кишки, способствуя сдвигу соотношения темпов полостного гидролиза отдельных компонентов пищи преимущественно в сторону преобладания углеводного пищеварения. Повторные мышечные нагрузки первоначально угнетают секрецию панкреатических ферментов, а затем после формирования адаптации организма к данному фактору не оказывает заметного влияния на эту сторону деятельности поджелудочной железы.

Установлено, что после мышечных нагрузок активность ферментов, обеспечивающих заключительные стадии гидролиза углеводов, значительно повышается при относительном постоянстве или фазных сдвигах финальных ферментов белкового и липидного пищеварения.

Показано, что в различные сроки адаптации к мышечной работе состояние ферментного спектра слизистой оболочки тонкой кишки неодинаково.

Полученные данные позволяют судить, что наблюдаемые сдвиги в активности изученных ферментов имеют адаптивный характер и направлены на поддержание метаболического статуса организма в данной стрессорной ситуации.

ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ СУБЪЕДИНИЦ МИОЗИНА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

Т. П. Сээне, К. П. Алев (Тарту)

Миозин — один из основных структурных белков мышц, кроме того является и энзимом, катализирующим гидролиз АТР. АТРазная активность миозина локализуется в глобулярных головках молекулы, являющихся и поперечными мостиками между активными филаментами. В настоящее время установлено присутствие трех изоформ миозина в быстрых мышцах и двух в медленных мышцах. Существование приведенных изоформ обусловлено наличием трех видов легких цепей (ЛЦ) в миозине быстрых, и двух в миозине медленных мышц, а также различием тяжелых цепей (ТЦ). Таким образом миозины быстрых и медленных мышц различаются иммунологически, по структуре легкого меромиозина, по содержанию 3-метилгистидина, по АТРазной активности и её устойчивости к действию высоких значений рН. Об изменении в структуре молекулы миозина при адаптации к повышенной двигательной активности к настоящему времени известно относительно мало. В исследованиях Раппа (Rapp, G., Weicker, H., 1982) показано, что при физической тренировке происходят количественные изменения в ЛЦ миозина. При хронической перегрузке изменения в соотношении как между ЛЦ, так и между ТЦ и ЛЦ миозина зависят от типа скелетных мышц (Т. Сээне, К. Алев, 1983). Задачей исследования явилось изучение интенсивности биосинтеза миозина и его субъединиц в различных типах скелетных мышц при адаптации крыс к беговым тренировкам со скоростью 35 и 95 м · мин⁻¹.

В работе использовали крыс-самцов линии Вистар (4,5—³H) — лейцин вводили в количестве 100 мкКи/100 г массы тела. Гликолитические (Г) и оксидативно-гликолитические волокна (О-Г) брали из *m. quadriceps femoris*. Маркерами волокон являлись содержание цитохрома аа₃ и миоглобина. В качестве оксидативных волокон (О) брали *m. soleus*. Миозин очищали путем хроматографии на сефадексе ДЕАЕ А-50, а также при гельфильтрации на сефакриле S-300. Электрофорез препаратов проводили в 10% ПААГ в присутствии DS—Na.

Непосредственно после бега $95 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ в Г биосинтез мио- зина происходит намного медленнее по сравнению с дорабочим уровнем ($1106,69 \pm 93$ и $1407,05 \pm 106$ имп/мин/мг соответственно). При этом интенсивность синтеза ТЦ существенно не меняется, а ЛЦ — ускоряется ($5318,33 \pm 660$ и $1800,35 \pm 172$ имп/ мин/мг). В ОГ интенсивность синтеза ЛЦ при данной интенсивности бега существенно не меняется, но в О увеличивается как ЛЦ, так ТЦ. Динамика интенсивности синтеза миозина, а также ЛЦ и ТЦ в ОГ при беге $35 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ сравнительно сходна с нею в Г при беге $95 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$. В О в отличие от бега $95 \text{ м} \cdot \text{мин}^{-1}$ происходит снижение включения метки в ЛЦ и увеличение его в ТЦ.

Полученные результаты позволяют заключить, что при беге на развитие выносливости увеличивается скорость биосинтеза миозина и его ТЦ в мышцах с высоким окислительным потенциалом. При беге на развитие скоростных качеств синтез мио- зина и его субъединиц происходит аналогично в гликолитических мышцах.

ДИНАМИКА СИНТЕЗА И РАСЩЕПЛЕНИЯ БЕЛКА ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Э. В. Варрик, В. Э. Эпик, Т. П. Сээне, А. А. Виру (Тарту)

Развивающий эффект физической тренировки опосредован специфическим усилением синтеза структурных и энзимных белков соответственно особенностям тренировочных упражнений. В свою очередь усиление синтеза белков взаимосвязано с их деградацией. С целью характеристики динамики процессов синтеза и деградации белков в тренировке у крыс линии Вистар определили интенсивность этих процессов в скелетных мышцах при многократных повторениях ежедневных упражнений в виде бега на тредбане, а также во время восстановительного периода после упражнений. Общая интенсивность синтеза и деградации белка определялась радиоизотопным методом (Li et al., 1973; Fulks et al., 1975). Для специфической характеристики деградации сократительных белков скелетных мышц определяли экскрецию 3-метилгистидина (Young et al., 1978).

Полученные данные показали, что ежедневное повторение физических нагрузок обуславливает снижение интенсивности синтеза и усиление деградации белка. Повышение экскреции 3-метилгистидина свидетельствует об усилении также деградации сократительных белков. Это можно рассматривать как подготовку к следующему усилению протеиносинтеза путем устранения устарелых и изможденных белковых структур, создания

фонда свободных аминокислот и накопления специфических метаболических индукторов протеиносинтеза.

Во время восстановительного периода перевес постепенно переходит к процессам протеиносинтеза, чем, очевидно, создается возможность прогрессивных изменений в мышцах. Через 24—48 часов после последней нагрузки экскреция 3-метилгистидина падает до уровня ниже исходного, что указывает на преобладание синтеза сократительных белков над их деградацией.

Адреналэктомия не устраняет этих изменений. Таким образом, хотя кортикостероиды способны усиливать деградацию белков в мышцах, они не являются единственным обуславливающим фактором этого процесса при физической тренировке.

О БАЛАНСЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ПРИ БЕГЕ

О. И. Имелик, Р. А. Кольк, К. В. Кизанд (Тарту)

У 13-и здоровых студентов при помощи пламенной фотометрии определяли концентрацию электролитов (КЭ) (натрия, калия и кальция) в сыворотке крови, моче и в слюне перед кроссом на 10 км, после пробега половины дистанции, непосредственно и через 30 минут после окончания бега. Концентрацию электролитов определяли также в поте, собранном в течение бега с пояничной области. На основе концентрации электролитов в поте и потери веса тела вычисляли выделенное с потом, а на основе концентрации электролитов в моче и объема мочи — выделенное с мочой количество электролитов. Данные об общем количестве электролитов в сыворотке крови получали путем определения объема плазмы крови при помощи синьки Эванса.

В сыворотке крови при беге КЭ в среднем не изменялась, однако их общее количество было сниженным и непосредственно после бега и спустя 30 минут после бега (соответственно с достоверностью 97,5% и 99,5%) вследствие уменьшения объема плазмы крови. Около 2/3 электролитов, выделенных в течение всего бега, выводились во время первой его половины.

Во время бега натрия и калия выделялось с потом в два раза, а кальция — в пять раз больше, чем с мочой.

Всего с потом и мочой в течение исследования испытуемые потеряли в среднем около 1 г натрия, почти 0,5 г калия и 0,03 г кальция. Итак, количество потерянного натрия составляет примерно одну десятую, кальция — одну четвертую долю их количества в сыворотке циркулирующей крови, а количество потерянного калия равняется его количеству в сыворотке циркулирующей крови. Лишь незначительное снижение содержания выше-

названных катионов в сыворотке крови, несмотря на столь интенсивное выделение их во время бега с потом и мочой, говорит о том, что в течение данного напряжения в сыворотку крови притекло почти 0,5 г как калия, так и натрия.

В слюне уже на 30-ой минуте бега повышалась концентрация натрия и снижалась концентрация кальция (соответственно с достоверностью 99,5% и 97,5%) и эти изменения сохранились до конца бега. Концентрация калия достоверно не изменялась. Изменения концентрации электролитов в слюне не были связаны с их изменениями в сыворотке крови

ВЛИЯНИЕ МЫШЕЧНЫХ НАГРУЗОК НА ПРОДУКЦИЮ КОРТИКОЛИБЕРИНА ОТДЕЛЬНЫМИ СТРУКТУРАМИ ГИПОТАЛАМУСА

О. А. Данилова, А. Л. Поленов, С. С. Каюмова,
И. А. Држевецкая (Ленинград, Ставрополь)

Гипоталамусу принадлежит ведущая роль в адаптации организма к мышечным нагрузкам, в частности, в мобилизации гипофизарно-надпочечниковой системы. В зрелом возрасте центральное место в этом процессе принадлежит кортиколиберину (КЛ) — гипоталамическому нейтропептиду, выделяемому в портальный кровоток и активирующему синтез и секрецию кортикотропина в передней доле гипофиза. Локализация нейросекреторных клеток, продуцирующих КЛ, до сих пор не определена.

В предыдущих исследованиях было установлено, что 30-минутное плавание, применяемое в качестве мышечных нагрузок, вызывает у 5—6-месячных крыс резкое увеличение кортиколибериновой активности (КЛ-активности) экстрактов, полученных из общей массы ткани гипоталамуса. На основании параллельных морфометрических исследований было сделано заключение о преимущественной активации гомори-положительных нейросекреторных клеток переднекомиссуральной группы (ПКГ). Соответственно было высказано предложение о том, что клетки ПКГ служат основными продуцентами КЛ.

Для выяснения этого вопроса проведены опыты на 60 крысах 5—6-месячного возраста. Крыс контрольной группы забивали в условиях покоя, крыс опытной группы — после 30-минутного плавания в воде при температуре 30—32 °С. Немедленно после декапитации извлекали гипоталамус и выделяли отдельные структуры его: супраоптическое ядро (СОЯ), паравентрикулярное ядро (ПВЯ), ПКГ, срединное возвышение (СВ) и аркуатное ядро (АЯ). Одновременный материал объединяли и готовили из него уксуснокислые экстракты, КЛ — активность экстрактов

определяли по методу Arimura и соавт. (1967). О величине КЛ-активности экстрактов судили по приросту концентрации 11-ОКС (Δ 11-ОКС) в плазме крови крыс-реципиентов через 1 час после внутривенного введения им исследуемого экстракта. Всего для биотестирования было использованы 100 животных.

В условиях покоя КЛ-активность отдельных гипоталамических структур составляла: ПКГ — $21,8 \pm 0,6$, СОЯ — $4,2 \pm 0,7$, ПВЯ — $4,2 \pm 2,1$, СВ — $33,6 \pm 3,3$ и АЯ — $4,6 \pm 1,8$ мкг % Δ 11-ОКС.

Таким образом, даже в условиях покоя наибольшая КЛ-активность отмечена в ПКГ и в СВ — нейрогемальном отделе гипоталамо-гипофизарного комплекса.

30-минутная мышечная нагрузка вызвала увеличение КЛ-активности во всех структурах гипоталамуса, однако величина КЛ-активности экстрактов СОЯ, ПВЯ и АЯ была в пределах $6,0 \pm 1,3$ — $11,2 \pm 0,9$ мкг % Δ 11-ОКС, в то время как в ПКГ она составила $32,0 \pm 1,9$, а в СВ — $40,0 \pm 3,1$ мкг % Δ 11-ОКС. Увеличение КЛ-активности экстрактов СВ объясняется тем, что в этом отделе происходит поступление гипоталамических нейропептидов, в том числе и КЛ, в кровь портальной системы. Что касается повышения КЛ-активности экстрактов ПКГ, оно может быть объяснено только активированием продукции КЛ в нейросекреторных клетках этой структуры. Дополнительным подтверждением этого служит сочетание увеличения КЛ-активности экстрактов ПКГ с уменьшением содержания кортикотропина в гипофизе (с $4,6 \pm 0,8$ до $1,9 \pm 0,3$ мкг/100 мкг сухой ткани гипофиза, $P < 0,01$) и повышением концентрации 11-ОКС в плазме подопытных крыс (с $18,8 \pm 1,0$ до $29,4 \pm 1,0$ мкг %, $P < 0,001$).

Сопоставление приведенных данных позволяет сделать вывод о том, что продукция КЛ осуществляется преимущественно нейросекреторными пептидергическими клетками ПКГ.

ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ САХАРА И ИНСУЛИНА ПЛАЗМЫ КРОВИ ПРИ СТАТИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ РАЗЛИЧНЫХ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ

Л. А. Шитов, А. Н. Герасевич, А. В. Шаров (Брест)

Одним из важнейших звеньев регуляции метаболических процессов в организме во время адаптации к физической нагрузке является взаимосвязь сахара и иммунореактивного инсулина крови. Принято считать, что концентрация сахара и иммунореактивного инсулина во время длительной умеренной физической нагрузки, как правило, понижается (Яковлев, 1974). Вместе с тем, некоторые авторы (Pruett, 1970, Ahlberg, Felig, 1979) отме-

чали неоднократные колебания концентрации сахара и инсулина в плазме крови при выполнении тяжелой физической работы до утомления.

Целью наших исследований явилось изучение реакции организма собак по данным содержания в плазме крови сахара и иммуннореактивного инсулина на статические нагрузки (СН) в размере 40% от максимально выдерживаемого груза (МВГ) и СН 80% от МВГ. Вторая нагрузка по нашим данным (Л. А. Шитов и соавторы, 1983) вызывает стресс-реакцию.

В случае СН 40% от МВГ найдено достоверное ($P < 0,02$) увеличение концентрации сахара на 13,4 мг% и инсулина на 18 мк/МЕ/мл в начале удержания груза с последующим их снижением к 20-ой, а чаще всего к 20-ой и 30-ой минутам СН. СН 80% от МВГ приводили к волнообразным изменениям содержания сахара в течение всей нагрузки без достоверного снижения или увеличения их в виду индивидуальных особенностей животных. Изменения концентраций иммуннореактивного инсулина в первые 10—20 минут СН 80% от МВГ имели аналогичный с сахаром характер, а в дальнейшем часто возникали расхождения в их динамике.

Процесс восстановления при СН 80% от МВГ был более затянут, чем при СН 40% от МВГ, с сохранением в первые 30—45 минут отдыха расхождений в динамике сахара и иммуннореактивного инсулина.

Результаты наших исследований свидетельствовали о том, что общепринятая закономерность взаимосвязи между содержанием сахара и инсулина прослеживалась, в основном, при СН 40% от МВГ, что Gruett (1969, 1972) наблюдал и у людей, выполнявших динамическую работу в условиях потребления кислорода в количестве 50—70% от максимально потребляемого количества МПК. При СН 80% от МВГ нами обнаружен и второй тип реакции, выразившийся в падении концентраций инсулина в плазме крови во время работы, начиная с 20-ой, 30-ой минут и далее, несмотря на эпизодически волнообразные изменения содержания сахара в крови. Эта реакция была аналогична той, которая проявлялась при выполнении спортсменами длительной тяжелой физической работы до утомления в условиях потребления ими кислорода 85—90% и более от МПК (Pruett, 1970).

По-видимому, первый тип реакции со стороны сахара и иммуннореактивного инсулина на СН 40% от МВГ свидетельствовал о том, что данная работа была умеренной по мощности и выполнялась в аэробных условиях. Мы предполагаем, что во время этой нагрузки были условия типичные для перехода организма собак от гликолиза к окислительному фосфорилированию, что, как известно, сопровождается со стороны ряда эндокринных желез перестройкой организма в виде не только снижения концентрации в крови сахара и инсулина, но и одновременным увеличением

кортизола, что также ранее отмечалось Н. Н. Яковлевым (1974), А. А. Виру (1977) и др.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют об активном участии β -клеток инсулярного аппарата и углеводов печени в обеспечении метаболических процессов в условиях СН, в том числе и экстремального характера.

ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ СОГЛАСОВАНИЕ ДОСТАВКИ O_2 И АЭРОБНОГО РЕСИНТЕЗА ФОСФОГЕНОВ, И ИХ АДАПТАЦИЯ ПРИ ТРЕНИРОВКЕ НА ВЫНОСЛИВОСТЬ

Я. В. Скардс, А. О. Паэглилис (Рига)

До сих пор в литературе остаётся спорным вопрос о том, что определяет переход мышечного метаболизма из аэробного в анаэробный. Не известно лимитируется ли работоспособность сердечно-сосудистой, дыхательной системами или максимальной проводимостью сосудов сопротивления мышц. Так же в литературе нет данных о скорости обмена АТФ в активной скелетной мышце человека.

Для решения этих спорных вопросов мы изучали скорость обмена АТФ при разных уровнях произвольного статического сокращения мышц предплечья и способность мышечного кровотока обеспечить аэробный ресинтез фосфогенов, адекватный скорости обмена АТФ.

У 23 здоровых не тренированных лиц и у 8 гребцов мастеров спорта при различных уровнях относительной силы произвольного сокращения, составляющих 10%, 15%, 30%, 50%, 100% от максимальной силы произвольного сокращения, определяли время наступления утомления, кровоток, минимальное сопротивление мышечных сосудов, коэффициент капиллярной фильтрации, потребление O_2 и выделение лактата в мышцах предплечья во время сокращения и в восстановительном периоде. Из этих показателей скорость обмена АТФ определяли на каждом уровне силы сокращения.

Сравнивая степень увеличения скорости обмена АТФ на каждом исследуемом уровне силы сокращения со способностью адаптации кровотока к экстракции O_2 и перфузионного давления, можно заключить, что транспорт O_2 не согласован со скоростью обмена АТФ во всём изучаемом диапазоне силы сокращения. Учитывая степень дилатации сосудов сопротивления и изменения коэффициента капиллярной фильтрации на каждом уровне силы сокращения, а так же и пространственную структуру двигательных

единиц и капиллярной сети, мы выдвинули гипотезу о том, что для обеспечения длительного согласования, между скоростью обмена АТФ и адекватной доставкой O_2 к активным мышечным волокнам в мышце должно происходить такое пространственное распределение кровотока, чтобы весь дополнительный объём крови направлялся бы только по капиллярам, в данный момент снабжающим кислородом активные мышечные волокна. Такой физиологический механизм даёт дополнительно шестикратное увеличение диффузионной поверхности O_2 , направленное к активным мышечным волокнам, и, учитывая семикратное увеличение проводимости сосудов сопротивления и почти двухкратное увеличение экстракции O_2 , достигается 70—80-кратное увеличение доставки O_2 активным мышечным волокнам по сравнению с покоем. Несмотря на такой комплексный механизм адаптации, он способен обеспечить адекватный транспорт O_2 только в случае, если мышца сокращается в статическом режиме с силой, не превышающей 10% от максимальной силы произвольного сокращения, т. е. когда одновременно сокращаются не более 25% от всех мышечных волокон. Дальнейшее увеличение силы сокращения вызывает кооперативное использование открытых капилляров несколькими активными мышечными волокнами и тем самым резко увеличивает O_2 -дефицит, активирующий анаэробный путь обмена. В результате тренировки мышц на выносливость наблюдаются статистически достоверные изменения только в экстракции O_2 , что даёт увеличение транспорта кислорода для аэробного метаболизма на 20%. Рассмотренная выше система регуляции кровотока не отличается между нетренированными лицами и тренированными на выносливость спортсменами.

СЕЛЕКТИВНАЯ ДИЛАТАЦИЯ СОСУДОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ И МАГИСТРАЛЬНЫХ АРТЕРИЙ КАК ОДИН ИЗ МЕХАНИЗМОВ АДАПТАЦИИ КРОВΟΣНАБЖЕНИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ К ИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ ПОТРЕБНОСТЯМ

Я. В. Скардс, А. О. Паяглитис, Д. Р. Матисоне (Рига)

Во время циклических движений, например, таких как бег, езда на велосипеде, в каждом цикле сокращения, как правило, принимает участие только какая-то часть мышечных волокон, участвующих в реализации данного вида движений. Число одновременно активных мышечных волокон детерминируется требуемой силой сокращения, причем по мере развития утомления происходит перерекрутация активных мышечных волокон. Скорость

Развития утомления непосредственно зависит от согласованности скоростей обмена АТФ в активных мышечных волокнах и аэробного обмена фосфогенов и скачкообразно увеличивается при активации анаэробного гликолиза. Работоспособность мышц, следовательно, определяется адаптивными возможностями сосудистого русла скелетных мышц обеспечивать кровоснабжение и доставку кислорода к активным мышечным волокнам в количестве, достаточном для аэробного обеспечения обмена АТФ.

В настоящей работе отдельно изучалась дилатация сосудов на разных уровнях артериального дерева — прекапиллярных сосудов и открытых капилляров с помощью определения коэффициента капиллярной фильтрации (ККФ), сосудов сопротивления и магистральных артерий путем определения гемодинамического сопротивления на соответствующих уровнях. В связи с тем, что во время циклических контракций трудно оценить количество одновременно активных мышечных волокон, вовлечённых в данную контракцию, и степень дилатации на разных уровнях артериального дерева, мы использовали статическое сокращение мышц предплечья с относительной силой сокращения, составляющей 5, 10, 15, 30, 50 и 100% от максимальной силы произвольного сокращения (МСПС), до наступления утомления (до отказа) и прекращения кровотока (ПК) в предплечье длительностью от 30 сек. до 30 мин..

Установлено, что в диапазоне малых усилий (5—10% МСПС) ККФ увеличивается на 50—70% от максимально возможного и соответственно увеличивается проводимость сосудов сопротивления. Полная дилатация этих звеньев артериального дерева наблюдается при одновременном сокращении 25% от всех мышечных волокон, т. е. при сокращении мышц с силой 15% МСПС и после ПК длительностью больше трех минут. Снижение сопротивления магистральных артерий осуществляется только при полном открытии всех капилляров и при максимальной дилатации сосудов сопротивления. Следовательно, механизмы, ответственные за дилатацию сосудов сопротивления и магистральных артерий, различны. Дилатацию магистральных артерий вызывает увеличение скорости кровотока или изменения в характере кровотока. Установлено, что дилатация магистральных артерий становится чрезвычайно значимой в ситуациях, когда исчерпаны дилататорные возможности на уровнях прекапилляров и сосудов сопротивления, т. е. при сокращении мышц предплечья с силой 15% МСПС и после ПК больше, чем 3 мин. Дилатация этих сосудов увеличивает проводимость артериального дерева на 50—60%.

МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА АДАПТАЦИИ

Т. Э. Ольм (Таллин)

Исследовалась срочная адаптация спортсменов высокой квалификации к ступенчатой мышечной нагрузке, создаваемой работой на велоэргометре. Непосредственным объектом анализа нами была выбрана длительность сердечного цикла (ДСЦ) как интегральный показатель работы сердечно-сосудистой системы.

При математическом анализе процесса срочной адаптации сердечного ритма применялись параллельно три основные формы динамической характеристики ДСЦ:

- 1) дифференциальное уравнение, описывающее ход изменения ДСЦ под влиянием переменной мышечной нагрузки;
- 2) переходная функция, являющаяся решением вышеназванного уравнения при приложении ступенчатой мышечной нагрузки единичной интенсивности;
- 3) передаточная функция, являющаяся отношением преобразования Лапласа выходной функции (то есть ДСЦ) к преобразованию Лапласа внешнего воздействия (мышечной нагрузки).

Результаты обследований были обработаны графо-аналитическим методом. Оказалось, что реальные процессы срочной адаптации весьма точно аппроксимируются кривыми в виде суммы двух экспонент. Поскольку известно, что кривая такого типа является общим решением линейного дифференциального уравнения второго порядка, то в научной литературе высказана гипотеза о том, что регуляция сердечного ритма в процессе срочной адаптации осуществляется на основе моделей второго порядка.

Для проверки правомочности этой гипотезы мы провели дополнительный математический анализ динамических характеристик процесса адаптации. Оказалось, что подстановкой в модель второго порядка естественных начальных условий получается частное решение дифференциального уравнения не как сумма, а как разность двух экспоненциальных кривых. А это противоречит результатам исследований. Отсюда можно сделать принципиальный вывод: частота сердцебиения регулируется не одним регулятором второго порядка, а двумя безынерционными системами первого порядка, включенными параллельно. Передаточная функция такой сложной двухконтурной системы равняется сумме передаточных функций этих звеньев. Одно из звеньев реализует в нашем случае быструю, другое — медленную компоненту переходного процесса.

Быстрая компонента регуляции ДСЦ осуществляется, очевидно, через нервную систему. Эта компонента играет основную роль в самом начале процесса адаптации. Уже через несколько секунд её доля становится ничтожно малой. Медленная компонента в регуляции сердечного ритма осуществляется, по-види-

тому, через гуморальные механизмы организма, в том числе через кислородный баланс в тканях и крови.

В заключение отметим, что результаты сравнения и оценки переходного процесса ДСЦ у различных людей не зависят от того, имеем ли мы дело с одной системой второго порядка или же двумя системами первого порядка, соединенными параллельно. Что же касается обсуждения внутренних связей в регуляции сердечного ритма и структурной схемы управления ДСЦ, то здесь структура математической модели имеет решающее значение.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РЕЗЕРВОВ СПОРТСМЕНОВ

Д. Н. Давиденко (Ленинград)

1. Работоспособность спортсмена определяется объемом и характером взаимодействия мобилизуемых при спортивной деятельности функциональных резервов организма, количественная оценка которых важна для контроля за эффективностью тренировочного процесса и прогнозирования спортивного результата. Особый интерес представляет выбор и разработка новых методических подходов к исследованию функциональных резервов спортсменов.

2. Анализ результатов тестирования функционального состояния организма спортсменов, проведенного с привлечением разнообразных методических приемов, позволяет постулировать положение, согласно которому можно выделить две основные группы тестов. Одна из них направлена на оценку функциональных возможностей органов и систем органов, а другая — на оценку реального вклада тех или иных физиологических резервов в формирование функционального состояния организма в процессе срочной адаптации к конкретной физической нагрузке.

3. В настоящее время наметились два пути исследования физиологических резервов спортсмена. Первый путь связан с определением диапазона функций органа, системы и целостного организма в различных условиях спортивной деятельности. Второй путь связан с исследованиями способности организма человека совершать работу в условиях нарушения гомеостаза (определение допустимых степеней гетеростаза).

4. Методический подход к исследованию функциональных резервов спортсмена должен базироваться на положении о том, что во время спортивной деятельности работают две функциональные системы — система организации движения и система поддержания гомеостаза. Взаимодействие этих функциональ-

ных систем и определяет результат спортивной деятельности, и их взаимодействие регулируется результатом этой деятельности.

5. Мощность и устойчивость механизмов поддержания гомеостаза могут быть оценены путем использования как дозированных, так и предельных физических нагрузок. Наибольшую ценность имеет метод тестирования, при котором мощность физической нагрузки сначала возрастает с заданной скоростью до определенной величины, а затем с такой же скоростью снижается до нулевого значения. Регистрация в течение всего времени исследования физиологических параметров позволяет производить запись петли гистерезиса в системе координат «физиологический параметр» — «мощность нагрузки». По записи петли гистерезиса могут быть рассчитаны многочисленные показатели, характеризующие функциональные резервы адаптации.

6. Резервы системы управления движением целесообразно оценивать с позиций теории автоматического регулирования с привлечением кибернетического подхода и математического аппарата моделирования. При этом о качестве работы системы управления движением можно судить по показателям переходного процесса, применяя графоаналитический метод его оценки. Основными параметрами, характеризующими переходный процесс, являются: перерегулирование, время и ошибка регулирования, время устойчивого функционирования системы. Определение вышеупомянутых показателей дает возможность рассчитать «запас адаптации» и «напряжение мобилизации резервов».

ЗНАЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СТРЕССОРНЫХ ФАКТОРОВ В РАЗВИТИИ АДАПТАЦИИ И ВЫНОСЛИВОСТИ СПОРТСМЕНОВ

Д. Р. Рустамова (Ташкент)

Физические упражнения являются действенным фактором неспецифического повышения устойчивости организма к различным неблагоприятным воздействиям среды.

В целях достижения высокого уровня устойчивости организма к гипертермии, инсоляции, гипоксии и гипердинамии представлялось крайне важным экспериментально определить оптимальные соотношения комплексного использования мышечной активности и температурного фактора в условиях среднегорья, часто используемых при подготовке спортсменов к соревнованиям. С этой целью исследовались бегуны на средние и длинные дистанции в количестве 23 человек в период экспериментального спортивного сбора, проходившего в условиях среднегорья на высоте 1574—1800 м над уровнем моря при температуре воздуха плюс

23—32°С, относительной влажности 19—23%, суммарной солнечной радиации на горизонтальной поверхности 1,10—1,18 кал/см²/мин, атмосферного давления 839—849 мб.

Участники сбора были разделены на 2 группы: экспериментальную и контрольную. В экспериментальную группу вошли 10 спортсменов, имеющие I и II спортивные разряды в возрасте от 17 до 23 лет. Они выполняли в первую неделю акклиматизационного периода специальные комплексы физических упражнений (общеразвивающие, прыжковые, метание и беговые по 5 мин. каждый) в самые жаркие часы дня с применением между комплексами гипотермических пауз (в положении лежа в тени с закрытыми глазами в течение 3—8 мин.). Со второй недели они включились в основной тренировочный процесс по программе сборов с последующим переходом на многочасовые тренировки.

Вторая группа — контрольная состояла из 13 спортсменов (мастера спорта, кандидаты в мастера спорта и I спортивный разряд) в возрасте от 20—40 лет. Данная группа с первого же дня пребывания в горах выполняла большие объемы тренировочных нагрузок. Однако уже в первую неделю пребывания появились жалобы и объективные неблагоприятные сдвиги в функциональных системах организма, в связи с чем многие отказались от дальнейшего пребывания и тренировки в условиях среднегорья. В течение 3-х недельного тренировочного сбора у испытуемых исследовались динамика периферической крови «покоя» утром натощак, температура тела в суточной периодике, состояние сердечно-сосудистой системы по данным артериальной осциллографии и частота сердечных сокращений. Результаты исследований показали, что специально направленный режим мышечной деятельности в период острой акклиматизации в сочетании с лучевой и тепловой адаптацией организма (в виде солнечного облучения во время выполнения физических упражнений и через один час после завтрака в покое лежа в течение одного часа) сопровождался благоприятной перестройкой некоторых вегетативных показателей функций организма, что явилось необходимой физиологической основой для роста двигательной работоспособности спортсменов и гипертермической устойчивости их организма в условиях длительной мышечной деятельности в гипоксической среде. При этом важно отметить значение примененного метода использования так называемых гипотермических пауз, направленных на снижение экстремальных воздействий высокой внешней температуры и значительной двигательной работы.

Высокая эффективность гипотермических пауз в определенной мере обусловлена комплексом средств, снижающих теплопродукцию в мышечной и нервной системах в условиях двигательного покоя и аутогенной разгрузки высших отделов центральной нервной системы.

АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА К ГИПОКСИИ И ГИПЕРКАПНИИ

РОЛЬ ГИПОКСИИ В НАРУШЕНИИ РЕПРОДУКТИВНОЙ ФУНКЦИИ ПРИ ГИПОТЕРМИИ

Д. И. Рыжаков, А. В. Молодюк, С. Б. Артифексов, А. А. Прохорова (Горький)

В последние годы накоплен обширный материал, указывающий на то, что искусственная гипотермия, широко используемая в эксперименте и клинике в качестве антигипоксического протектора, вызывает ряд существенных перестроек в структуре и функции таких жизненно важных органов как мозг, сердце, печень и почки, следствием чего являются достаточно часто наблюдаемые осложнения, иногда превосходящие положительный эффект от ее применения (Е. В. Майстрах, 1975). Нами было установлено, что весьма существенные изменения претерпевает и репродуктивная функция самцов, что проявляется в достаточно длительном угнетении плодовитости животных и нарушении процессов сперматогенеза, сопровождающихся выраженными сдвигами в гормональном статусе системы гипофиз-гонады (Д. И. Рыжаков с соавт., 1982).

Известно, что гаметогенез, а также процессы связанные с созреванием половых клеток и приобретением ими оплодотворяющей способности, являются энергозависимыми и требуют высокой интенсивности функционирования редокс-цепи митохондрий, определяющей скорость процессов энергоснабжения в клетке (Е. Рузен-Ранге, 1981).

Изложенные предпосылки послужили основой для изучения роли возможных перестроек процессов клеточного дыхания в нарушениях репродуктивной функции половозрелых самцов белых крыс, перенесших гипотермию до ректальной температуры $+20^{\circ}\text{C}$ под гексеналовым наркозом.

С этой целью проводилось биохимическое исследование таких окислительно-восстановительных ферментов, как ЛДГ, СДГ, НАД.Н-ДГ, МДГ, ЦХО, изоферментного спектра ЛДГ и МДГ, а также содержания в тканях репродуктивной системы лактата, пирувата и малата. Структурная организация половых клеток изучалась с использованием электронного микроскопа. Состояние репродуктивной функции оценивалось по результатам исследования спермограмм и плодовитости животных.

Проведенное исследование показало, что охлаждение животных до ректальной температуры $+20^{\circ}\text{C}$ не приводит к достоверному изменению общей активности изучаемых ферментов.

При этом количественное изучение изоферментного спектра ЛДГ и МДГ из ткани семенников методом прямой денситографии гелей выявило увеличение активности «аэробных» фракций ЛДГ_{1,2} и цитоплазматических фракций МДГ. Полученные результаты подтверждают имеющиеся представления о достаточно высокой резистентности окислительно-восстановительных ферментов к данному температурному уровню.

Аэробизация же изоферментного спектра ЛДГ связана, по видимому, с увеличением содержания кислорода в тканях за счет снижения потребности тканей в кислороде при сохранении его парциального давления в крови.

Напротив, согревание животных приводит к анаэробизации процессов энергообразования в тканях семенника, о чем свидетельствует увеличение удельной активности фракций ЛДГ_{4,5}. Через 5 часов отмечается нарастание и общей активности ЛДГ, что сочетается с достоверным снижением активности СДГ и ЦХО.

Наблюдаемую перестройку метаболизма в половых клетках можно охарактеризовать как снижение интенсивности процессов аэробноза в связи с гипоксией, возникающей на этапе согревания, и приводящей к относительной активации гликолитических процессов. По мнению М. И. Кондрашовой с соавт. (1971), подобные ферментативные сдвиги в клетке являются признаком нарушения энергетического обмена митохондрий и приводят к накоплению в них недоокисленных продуктов и, в частности, НАД.Н⁺. Выявленное нами достоверное увеличение содержания лактата в эякуляте на вторые сутки опыта с $22,433 \pm 1,276$ до $159,40 \pm 8,89$ мкмоль/г влажной ткани ($p < 0,001$) подтверждает это предположение и позволяет объяснить механизм описанных ранее сдвигов.

Подобные изменения трактуются в настоящее время как нарушение процессов утилизации кислорода в дыхательной цепи митохондрий. Их причиной в наших экспериментах может явиться индуцированное гипотермией нарушение микроциркуляции в семенниках, проявляющееся в неравномерности тока крови и его замедлении, нарастающей агрегации форменных элементов и увеличении вязкости крови (Д. И. Рыжаков, А. В. Молодую, 1981).

С другой стороны, нарастание количества жирных кислот в крови при гипотермии и накопление продуктов перекисного окисления липидов, обладающих выраженным мембранотропным действием (А. П. Шепелев, 1979), может явиться причиной обнаруженной нами дезинтеграции структуры митохондрий, являю-

щихся, как известно, морфологическим субстратом дыхательной цепи.

Выявленное нами снижение процессов энергообразования сопровождалось снижением интенсивности основных энергозависимых процессов в органах половой системы. В семеннике это проявлялось достоверным снижением митотического индекса сперматогоний, определяющих, по современным представлениям, количественный выход мужских гамет в систему семявыносящих путей (С. С. Райцина, 1982). Кроме того, уже в первую неделю постгипотермического периода отмечалась дегенерация сперматозоидов, находящихся в профазе мейоза, а также нарушение процесса редукционного деления. Высокая энергозависимость этих процессов обусловлена, в первую очередь, преобладанием пластических процессов, направленных на удвоение наследственного материала и рекомбинацию генов (Л. В. Данилова, 1982).

В придатке семенника, клетки которого обладают высокой секреторно-резорбтивной активностью, нами выявлено нарушение цикла голокриновой секреции, обусловленное замедлением процессов клеточной пролиферации.

При исследовании эякулята наблюдалось достоверное снижение основного энергозависимого процесса — подвижности сперматозоидов, приводящее к ограничению их жизнеспособности и фертильности.

В последующие сроки происходило постепенное восстановление структуры митохондрий половых клеток, что сочеталось с увеличением активности ферментов СДГ, ЦХО, НАД.Н-ДГ и нормализацией активности ЛДГ, а также содержания в тканях репродуктивной системы пирувата и лактата.

Таким образом, проведенное нами исследование показало, что искусственная гипотермия действительно обеспечивает выраженный антигипоксический эффект за счет снижения потребности тканей в кислороде при сохранении возможности его утилизации. Однако, последующее согревание характеризуется появлением признаков гипоксии. Непосредственно в момент восстановления температуры тела гипоксия обусловлена нарушением микроциркуляции и неадекватной доставкой кислорода и субстратов к тканям, энергозатраты которых в этот период прогрессивно нарастают. Это, в свою очередь, приводит к активации энергетически менее эффективных анаэробных путей метаболизма, следствием чего является не только энергетический дефицит, но и прогрессирующий метаболический ацидоз, вызванный накоплением недоокисленных продуктов обмена. Последнее обуславливает длительность нарушений функций в постгипотермический период, поскольку приводит к дезинтеграции и замедлению пролиферации и дифференцировки клеток, а также утрате процессов ауторегуляции в тканях.

БИОРИТМОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ ОРГАНИЗМА К ГИПОКСИИ

А. А. Башкиров (Москва)

В последние годы наблюдается тенденция к интенсивному развитию исследований в хронобиологии, появлению таких новых направлений, как хронофизиология и хронопатология, хронотерапия, хроногигиена и хронофармакология. Хронобиология и хрономедицина имеют большое как теоретическое, так и практическое значение и играют особую роль в разработке общей проблемы адаптации организма животных и человека к действию различных факторов внешней среды.

В настоящее время различные аспекты биоритмологии становятся предметом всесторонних исследований, которые убедительно показывают, что жизнедеятельность живых организмов претерпевает существенные изменения в условиях постоянно меняющегося пространственно-временного континуума. Чувствительность человека и животных к экстремальным воздействиям при этом колеблется в достаточно широких пределах и отражает адаптивные возможности организма, формируемые в фило- и онтогенезе.

П. К. Анохин (1968) подчеркивал, что: «... уже первые формы живого вещества и примитивные живые существа были неминуемо «вписаны» в основные законы пространственно-временных соотношений и поэтому эти законы стали **абсолютными факторами приспособления материи к внешнему миру**. Пространственно-временные соотношения — неизбежный фундамент, на котором первичная жизнь приобретала свои приспособительные свойства вплоть до высшего этапа эволюции человека».

Не вызывает теперь сомнения, что наличие определенной ритмики физиологических процессов эндогенной природы является общебиологическим законом, проявляющимся как на уровне отдельной клетки (а видимо и ее компонентов), так и на уровне целостного организма.

Принципиальное значение имеет факт одновременного существования нескольких общих и множества частных биоритмологических процессов с разной временной периодикой, которые накладываются друг на друга, подавляют или усиливают, что сопровождается явлениями мультипликации и «интерференции» циклических изменений.

К наиболее изученным в настоящее время изменениям физиологических функций можно отнести сезонные и суточные (циркадные) ритмы. Из обширной литературы (Чижевский, 1973; Бюннинг, 1961; Агаджанян, 1974; 1978; Алякринский, 1980) известно, что колебания различных физиологических показателей организма в течение суток, а также в зависимости от сезона

весьма существенны. Интенсивность обмена веществ, температура тела, частота сердечных сокращений, уровень различных гормонов, частота и глубина дыхания и многие другие параметры претерпевают глубокие изменения. Существенно меняется двигательная активность животных как в естественных условиях, так и при различных формах содержания.

Учитывая, что действие на организма различных экстремальных факторов внешней среды в конечном итоге сводится к нарушению кислородного режима и метаболизма тканей, нами изучалась суточная и сезонная переносимость некоторых форм гипоксии (гипоксической и гиперкапнической) с помощью определения индивидуальной устойчивости животных по времени выживания, рефлексу позы, температуре тела и т. д.. Гипоксическая гипоксия создавалась в барокамере с помощью аппарата Камовского. Разрежение воздуха, соответствовавшее «высоте» 11000 м, достигалось за 45 сек.. Гиперкапническая гипоксия создавалась в специальных гермообъемах.

В специальной серии экспериментов определялось время выживания у мышей при внутрибрюшинном введении р-ра миорелаксина в дозе 0,8 мг. Определение времени выживания производилось на протяжении суток через каждые три часа (в 9, 12, 15, 21 час, 0, 3, 6 и 9 часов следующего дня) на протяжении всех четырех сезонов.

В экспериментах на крысах по определению времени выживания в условиях барокамерной гипоксической гипоксии до и после «подъема» животного на высоту 11000 метров производился замер ректальной температуры, а также время восстановления позы. В те же экспериментальные дни осуществлялась регистрация двигательной активности крыс в двух камерах — актографах. В одной из камер находилась одна крыса, а в другой пять животных для оценки объема двигательной активности, приходящегося на каждый час в течение суточного эксперимента, а также для оценки различий группового и одиночного поведения.

Результаты экспериментов показывают, что существует тесная корреляция между объемом двигательной активности и длительностью времени выживания во все сезоны года. Пики максимальной двигательной активности совпадают со снижением резистентности организма животных при гипоксическом воздействии. Низкий уровень двигательной активности соответствует повышению резистентности организма. Так, весной наиболее низкая двигательная активность падает на ночной период, который коррелирует с акрофазой резистентности.

Весной прослеживаются два периода низкой двигательной активности, приходящиеся на 15 и 18 часов дня, а также на 6 и 9 часов утра, то есть в те же временные промежутки, когда резистентность животных к гипоксии возрастает. Осенью мини-

мальная резистентность также соответствует периодам максимальной двигательной активности и наоборот, минимальная двигательная активность, выявляемая к 15 часам, совпадает с подъемом резистентности, вторая акрофаза высокой резистентности, приходящаяся на утренние часы, соответствует минимальной двигательной активности.

Таким образом на протяжении суток и в разные сезоны года резистентность организма животных (крысы, мыши) к гипоксической и гиперкапнической гипоксии претерпевает отчетливые изменения. Миорелаксин при в/м введении приводит к гибели животных в разное время в зависимости от времени суток и сезона. Минимальная резистентность весной и осенью приходится на 21 час, а максимальная — на 0 и 6 часов утра. В летний период наблюдаются незначительные колебания резистентности.

Максимальная резистентность животных при гиперкапнической гипоксии (на модели ОСЖО) наблюдается весной в 0 часов и 9 часов утра, летом — в 12 часов дня, а осенью в 21 час и 6 часов утра. Минимальная резистентность обнаруживается весной в 12 и 18 часов, летом в 21 час и осенью в 9 часов утра.

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕРВНЫХ МЕХАНИЗМОВ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В УСЛОВИЯХ АСФИКСИИ

Л. К. Щельцын (Москва)

Исследования нервных механизмов регуляции сердечного ритма проводились в острых опытах на кошках под хлоралозным наркозом (60—80 мг/кг, внутривенно). Дозированная асфиксия создавалась выключением искусственного дыхания. Регистрировались: электрокардиограмма (ЭКГ), первичные ответы (ПО) соматосенсорной коры больших полушарий (КБП) и вызванные потенциалы ретикулярной формации (ВП РФ) продолговатого мозга, возникающие на стимуляцию локтевого нерва.

Анализ результатов исследований позволил выявить следующие, закономерно возникающие, реакции.

1. Аппликация на КБП стрихнина вызывает увеличение амплитуды ПО и ВП РФ. При этом у животных с низкой исходной частотой сердечных сокращений (ЧСС до 120—140 в 1 мин.) наблюдается двухэтапное учащение сердечного ритма: до появления стрихнинных судорог на 10—20 сокращений в 1 мин., а с их появлением на 25—35. Если же исходная ЧСС была выше 140 в 1 мин., то ритм сердца или не изменялся, или его учащение составляло не более 2—5 сокращений.

2. Изменения сердечного ритма при дозированной асфиксии (80—120 сек.) также зависят от исходной ЧСС. У животных с высокой исходной ЧСС через 20—40 сек. после выключения дыхания развивается брадикардия. При низкой исходной ЧСС вначале асфиксии наблюдается тахикардия, а затем возникает брадикардия.

3. Развитие брадикардии в условиях асфиксии ускоряется у животных, обездвиженных миорелаксантами, и при аппликации на КБП 10÷20% раствора хлористого калия. Аппликация на КБП 0,1÷1% раствора стрихнина вызывает противоположный эффект и развитие брадикардии задерживается.

4. Одновременная перерезка блуждающих нервов, на фоне развивающейся брадикардии и продолжающейся асфиксии, приводит к быстрому (в течение 10—20 сек.) восстановлению ЧСС и тахикардии, а затем следует брадикардия.

5. Перерезка блуждающих нервов и внутривенное введение атропина (1 мл 1% раствора) предотвращают развитие брадикардии при асфиксиях продолжительностью до 90—240 сек..

6. Поперечная перерезка спинного мозга на уровне 1—2 шейных сегментов приводит к уменьшению ЧСС, а последующее выключение искусственного дыхания сопровождается развитием брадикардии. В этих условиях также, как и у животных с непорезанным спинным мозгом аппликации на КБП хлористого калия ускоряет, а стрихнина задерживает развитие брадикардии.

7. У спинальных животных с перерезанными блуждающими нервами асфиксии до 90 сек. чаще не вызывают изменений ЧСС, реже через 40—50 сек. после выключения дыхания она учащается. Учащение ритма сердца в этих условиях, как правило, наблюдается на протяжении 5—15 мин. после включения дыхания. При асфиксиях до 3 мин. учащение сердечного ритма регистрируется как во время асфиксии, так и после возобновления искусственного дыхания.

Объяснение механизмов, участвующих в управлении сердечным ритмом, можно было бы свести к тому, что на разных этапах асфиксии неодинаково изменяется тонус симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС). При этом снижение тонуса одного отдела автоматически (реципрокно) приводит к повышению другого. Однако анализ собственных материалов и литературных данных позволяет рассмотреть механизмы регуляции сердечного ритма с иных позиций. Результаты экспериментов показывают, что во время асфиксии происходит одновременное повышение тонуса и симпатического, и парасимпатического отделов ВНС. Значение этого факта особенно возрастает, если принять во внимание, что подобные явления отмечаются и при стрессовых ситуациях (Гельгорн, Луфбороу, 1966). В связи с этим представляется возможность отме-

тить: во-первых, реципрокные взаимоотношения между симпатическим и парасимпатическим отделами ВНС, если они и существуют, то не всегда являются сбалансированными; во-вторых, одновременные и однонаправленные изменения тонуса симпатического и парасимпатического отделов свидетельствуют о том, что, кроме тонуса этих отделов, организм имеет и симпатический, и парасимпатический резервы, которые в совокупности должны составить вегетативный резерв организма.

Рассмотренные выше результаты экспериментов важны еще в одном отношении. Они указывают, что для мобилизации симпатического и парасимпатического резервов и для регуляции сердечного ритма существенное значение имеет функциональная активность афферентных, эфферентных и центральных структур, включая КБП. Так, повышенная функциональная активность нейронных структур КБП, вызванная аппликацией стрихнина (до появления стрихнинных судорог) за счет кортикофугальных влияний тормозит деятельность нервных центров блуждающего нерва и способствует мобилизации симпатического резерва, а при возникновении судорог в этот процесс вовлекаются афферентные потоки возбуждающих импульсов от проприорецепторов. Функциональная депортикация, возникающая при аппликации на КБП хлористого калия, а также миорелаксация оказывают противоположный эффект и наблюдаются явления, свидетельствующие о более ранней и мощной мобилизации парасимпатического резерва.

Развиваемая нами рабочая гипотеза о существовании в организме симпатического и парасимпатического резервов, а также их совокупности вегетативного резерва организма: а) позволяет более широко и углубленно вести всесторонний анализ процессов регуляции вегетативных функций организма; б) представляет возможность акцентировать внимание исследователей на значении в процессах регуляции центральных, периферических структур нервной системы, а также гуморальных факторов. Кроме того в рамках этой гипотезы намечаются новые аспекты о взаимодействии вегетативной и соматической сфер организма.

МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ КИСЛОРОДЗАВИСИМЫХ ПРОЦЕССОВ В КЛЕТКЕ У ЖИВОТНЫХ С РАЗНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ К ГИПОКСИИ

Л. Д. Лукьянова (Москва)

Сохранение и поддержание энергетической функции клетки является принципиальным моментом, способствующим предупреждению срыва компенсаторных механизмов и в значительной степени определяющим способность организма удерживать

функционально-метаболический гомеостаз в условиях нарастающей нагрузки, т. е. его реактивность. Возможность установления и регулирования зоны устойчивости, ее энергозависимого и неэнергозависимого компонентов, а также своевременное выявление зоны патологии в связи с индивидуальными особенностями организма, имеет очень большое значение для решения проблемы «метаболической регуляции физиологического состояния» и разработки рациональной терапии. Однако параметры, описывающие зону энергетической стабильности у разных индивидуумов, а также условия, способствующие энергетической дестабилизации и переходу к патологическому процессу, в настоящее время неизвестны. Отсутствуют сведения о лимитирующих и регуляторных звеньях энергетической стабильности у животных с разной реактивностью. Изучение этих вопросов было проведено на животных, обладающих различной чувствительностью к гипоксии — специфическому фактору, способному лимитировать активность основного поставщика энергии в клетке — дыхательную цепь.

Нами показано, что с помощью различных параметров окислительного метаболизма в условиях эксперимента удастся прогнозировать индивидуальные особенности животного, проявляемые в условиях кислородной недостаточности. Это признаки сохраняются на клеточном уровне и выявляются в экспериментах *in vitro*. Они включают как энергозависимую, так и неэнергозависимую компоненты.

На клеточном и молекулярном уровнях эффект гипоксии связан, прежде всего, с нарушением активности ферментов, требующих кислорода в качестве субстрата, т. е. оксигеназ и оксидаз. Эти ферменты широко распространены в природе и имеют разное сродство к O_2 , которое характеризуется кажущейся константой Михаэлиса-Ментон ($K_m(O_2)$). Совокупность реакций, имеющих значение $K_m(O_2)$, различающихся на несколько порядков, и их вклад в клеточное дыхание могут влиять на вид зависимости скорости дыхания (Удых) от pO_2 в условиях снижения последнего до 0. Так, например, $K_m(O_2)$ для изолированных митохондрий (цитохромоксидазы) равна 10^{-8} — $10^{-7}M$; для микросомной редоксцепи, содержащей цитохром P-450, 10^{-7} — $10^{-6}M$, для микросомных аминоксидаз — $10^{-5}M$, для митохондриальной моноаминоксидазы — 10^{-4} — $10^{-3}M$, для ферментативного перекисного окисления липидов — $10^{-5}M$, для изолированных пероксисом, ответственных за образование эндогенных перекисей — $10^{-4}M$, для ряда гидроксилаз мозга — $10^{-3}M$.

Благодаря этому в условиях очень низких значений pO_2 различные кислородзависимые реакции будут страдать по-разному, и ингибирование тех из них, которые имеют низкое сродство к O_2 , сказывается на форме кривой зависимости Удых./ pO_2 , отличающейся от кинетики Михаэлиса-Ментон для чистых ферментов.

Так, в клеточных и тканевых системах точка, характеризующая критическую концентрацию кислорода (ККК), сдвинута вправо сравнительно с изолированными полиферментными системами или вообще отсутствует (линейная зависимость дыхания от pO_2) (Лукьянова Л. Д. и др., 1982). Активация либо ингибирование любой кислородзависимой реакции с известной $K_M(O_2)$, существенно отличающейся от $K_M(O_2)$ цитохромоксидазы, влияет на вид зависимости дыхания от pO_2 . Таким образом осуществляется влияние на величину ККК и кажущуюся $K_M(O_2)$ ткани через изменение вклада данного кислородозависимого процесса в общее валовое потребление кислорода клеткой. Более того, при этом выявляются условия, в которых проявляются различия в зависимости $U_{дых.}/pO_2$ для разных тканей у высокоустойчивых (ВУ) и неустойчивых (НУ) к гипоксии животных. Эти влияния могут вносить существенный вклад в клеточное дыхание и составлять, в отличие от энергозависимой, неэнергозависимую компоненту, участвующую в регуляции клеточного дыхания.

В свою очередь, энергозависимая компонента определяется, прежде всего, соотношением различных параметров аденилатного пула, в том числе и АТФ, источниками которого в клетке являются как дыхательная цепь, так и гликолиз. Однако, в условиях нарастающей кислородной недостаточности отсутствует простая заменяемость аэробного окисления анаэробным. На фоне активации гликолиза при снижении pO_2 происходит трансформация активности электронтранспортной функции различных участков дыхательной цепи задолго до подавления функции цитохромоксидазы. Этот процесс может рассматриваться как компенсаторная реакция клетки, направленная на поддержание ее энергетического статуса в условиях гипоксии. Она реализуется с различными модификациями во всех тканях, но особенно отчетливо проявляется в нервной ткани и сердце. Неспецифической ответной реакцией на острую гипоксию, присущей всем тканям является, прежде всего, ограничение окисления НАД-зависимых субстратов и, как следствие, подавление активности НАДН-оксидазного пути окисления в дыхательной цепи. У НУ животных этот процесс выражен гораздо сильнее, чем у ВУ. В качестве компенсирующего метаболического пути, активирующегося при низких значениях pO_2 с целью поддержания и сохранения электронтранспортной и энергосинтезирующей функции дыхательной цепи, является сукцинатоксидазный путь. Окисление как эндогенного, так и экзогенного сукцината активируется при гипоксии во всех тканях и у всех животных, но у НУ существенно больше, чем у ВУ. Одновременно происходит ограничение электронтранспортной функции терминального участка дыхательной цепи, связанное с усилением немитохондриальных кислородзависимых процессов окисления в ущерб митохондриальным. Оно также сильнее выражено у НУ.

Несмотря на все эти изменения общая восстановленность клетки меняется сравнительно мало, и лишь при значениях pO_2 меньше 15—10 мм рт. ст. наблюдается резкое восстановление пиримидиннуклеотидов и флавинов, сменяющееся окислением.

Благодаря существованию компенсаторных метаболических путей, обеспечивающих достаточно высокую активность дыхательной цепи в условиях нарастающей гипоксии, процессы синтеза АТФ при этом длительное время превалируют над катаболизмом, причем, у ВУ в большей степени, чем у НУ. Зона энергетической устойчивости у ВУ больше, чем у НУ животных и в условиях острой гипоксии она обеспечивается различными путями. В условиях адаптации животных к гипоксии, клетка использует иные метаболические механизмы, нежели при острой гипоксии. После адаптации резко увеличивается скорость тканевого дыхания как у ВУ, так и у НУ, причем, у последних относительно больше, чем у первых. Это происходит на фоне снижения содержания митохондриальных цитохромов (Дудченко, 1981), что предполагает увеличение числа оборотов цитохромов дыхательной цепи. Адаптация приводит к относительному увеличению объема НАД-зависимого окисления в тканях в обеих группах животных, но у ВУ больше, чем у НУ. Это принципиально отличается от направления изменений у неадаптированных животных. В противоположность этому эффективность окисления сукцината уменьшается, причем, у ВУ опять-таки больше, чем у НУ.

Таким образом, особенности индивидуальной реактивности животных к кислородной недостаточности, выявляемые по параметрам окислительного метаболизма, сохраняются на клеточном уровне.

К ВОПРОСУ О КЛЕТОЧНЫХ И ТКАНЕВЫХ МЕХАНИЗМАХ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ

И. Г. Власова (Москва)

Живой организм находится в постоянном взаимодействии с окружающей средой. Все метаболические процессы, происходящие в нем, протекают с обязательным участием кислорода, дефицит которого может привести к значительным нарушениям гомеостаза и гибели как отдельной клетки, так и организма в целом.

Однако, в процессе эволюционного развития были сформированы адаптивные механизмы, препятствующие немедленной гибели живых существ при острой кислородной недостаточности. Так, у одноклеточных и простейших многоклеточных устойчивость к гипоксии проявляется прежде всего в изменениях мета-

близма самой клетки, в то время как у сложноорганизованного животного ответственность за адаптивные реакции, настраивающие его работу на новый уровень жизнедеятельности, берут на себя сложные нейро-гуморальные системы. Генетически закрепленная информация, связанная с приспособительными реакциями в условиях дефицита кислорода передается из поколения в поколение именно через клетку, от адаптивных возможностей которой зависит поведение целого организма. Однако, вопрос о существовании клеточно-тканевых механизмов адаптации к гипоксии в настоящий момент остается открытым и нуждается в дальнейшем изучении.

Известно, что клетки центральной нервной системы обладают высокой чувствительностью к дефициту кислорода, отличаясь от других клеток живого организма высокой интенсивностью окислительного метаболизма, обеспечивающего возбуждение и торможение нейрона и создающего условия для дифференцировки нервной ткани в постнатальном периоде развития организма.

Высокий уровень окислительно-восстановительных процессов характеризуют нервную ткань, развивающуюся как в условиях целого организма, так и *in vitro*.

Рядом исследователей была показана динамика изменений электрической активности нейронов млекопитающих в условиях *in situ* при снижении парциального давления кислорода (pO_2) во вдыхаемом воздухе (Baumgartner, 1961; Кузьмина и др., 1972; Чуйкин, 1975), проявившаяся в полифазном характере ответной реакции: чередовании фаз активации и торможения.

В наших экспериментах использовались две клеточно-тканевых модели мозга: органотипическая культура мозжечка и зрительной коры новорожденных мышей в условиях длительного культивирования (с 1-го по 30-ый день) и переживающие срезы мозжечка и гиппокампа, толщиной 300—500 мкм, взятые от 15—30-ти дневных мышей.

Методика культивирования, морфологические, метаболические и электрические характеристики клеток мозга в условиях *in vitro* описаны нами ранее (Власова и др., 1978; 1980). Обе модели обладают рядом особенностей: полной изоляцией от регулирующих, системных влияний целого организма, отсутствием афферентного входа и взаимовлияний отдельных частей мозга. Указанные преимущества культуры нервной ткани и переживающих срезов позволяют исследовать реакцию нервной ткани и отдельной нервной клетки в ответ на гипоксию, а также изучить возможность формирования адаптивных реакций на данное воздействие на клеточно-тканевом уровне.

Гипоксическое состояние было получено пропусканьем азота через омывающий культивируемую ткань или срез раствор. Проводилась параллельная регистрация спонтанной электрической

активности изучаемых нейронов и полярографическая запись содержания кислорода в перфузате.

В наших экспериментах был показан полифазный характер изменений электрической активности нейронов зрительной коры, мозжечка и гиппокампа в культуре и срезах мозга мышей, наблюдаемый для всех нейронов, независимо от принадлежности к той или иной структуре мозга. Отмечалось чередование фаз активации и торможения. Однако, даже в пределах одной и той же структуры (мозжечек) нейроны с различным типом спонтанной активности неоднозначно реагировали на снижение парциального давления кислорода. Одни нейроны учащали свои разряды в начале гипоксического воздействия, другие — в середине, третьи — перед резким угнетением активности. Некоторые, ранее молчавшие нейроны, начинали генерировать спайки при снижении pO_2 в перфузате.

Как правило, для клеток мозжечка первичное угнетение спайковой активности наступало при 80—50 мм рт. ст. pO_2 , фаза активации — при 32—42 мм рт. ст., а вторичная тормозная фаза — при снижении pO_2 меньше 30 мм рт. ст. (около 20% от исходного 100% уровня).

Наиболее чувствительными к гипоксии оказались клетки гиппокампа, в то время как для нейронов зрительной коры первичной ответной реакцией на дефицит кислорода была не фаза угнетения, а фаза активации с дальнейшим удержанием сниженного, однако, не столь резко, как для мозжечка и гиппокампа уровня импульсной активности при тех же значениях pO_2 . Восстановление импульсной активности после пропускания карбогена для всех изучаемых клеток сопровождалось фазой активации.

С целью выяснения возможностей формирования адаптивных реакций в ответ на дефицит кислорода в отдельной нервной клетке, изучалась реакция одного и того же нейрона на повторное снижение pO_2 в различные временные интервалы после полного восстановления электрической активности при первичном воздействии гипоксии. Повторное снижение pO_2 через 1—2 минуты после восстановления импульсной активности приводило к дезадаптации нейрона, т. е. к повышению чувствительности нервной клетки к снижению pO_2 , при этом вторая тормозная фаза наступала при более высоких значениях pO_2 (45—50 мм рт. ст.).

Если же временной интервал между первичным и вторичным воздействием гипоксии превышал 20—30 минут, наблюдались явления адаптации, которые выражались в наступлении полного угнетения импульсной активности при минимальном pO_2 (4—8 мм рт. ст.).

В экспериментах *in situ* с регистрацией импульсной активности нейронов зрительной коры (Чуйкин, 1973) также отмечался полифазный характер ответной реакции нервной клетки при снижении pO_2 во вдыхаемом воздухе. Фазу активации автор

объясняет активирующим влиянием ретикулярной формации, не отрицая, однако, существования собственных клеточных реакций на недостаток кислорода.

В наших экспериментах *in vitro* был показан чисто клеточный, по-видимому, метаболический характер фазы активации, и было отмечено, что если первичное снижение pO_2 не доводить до полного угнетения активности, а лишь до начала фазы активации (32—42 мм рт. ст.), а затем, получив полное восстановление после пропуска карбогена, регистрировать электрическую активность того же нейрона при вторичном воздействии гипоксии, длительность фазы активации увеличивалась в 3—4 раза по сравнению с той же фазой, но при первичном снижении pO_2 , а полное угнетение активности наступало при более низких значениях pO_2 (4—8 мм рт. ст.). По-видимому, фазу активации, наблюдаемую, как правило, при снижении pO_2 , можно рассматривать как адаптивную фазу, обусловленную интенсификацией метаболических процессов клетки, повышающих устойчивость последней к дефициту кислорода.

Таким образом, исследования, проведенные *in vitro* на культуре нервной ткани и срезах мозга в условиях гипоксии позволили предположить, что помимо общих системных реакций на дефицит кислорода существуют клеточные и тканевые, играющие существенную роль в общих механизмах адаптации.

РЕАКЦИЯ НА ГИПОКСИЮ И ГИПЕРКАПНИЮ ПРИ АДАПТАЦИИ К ЖАРКОМУ КЛИМАТУ

Н. А. Агаджанян, А. И. Елфимов, А. Е. Северин, В. В. Ещенко,
В. В. Бутылкин, С. А. Шастун, Р. П. Стеклова (Москва)

Адаптация к природно-климатическим условиям аридной зоны, как и к другим экстремальным факторам, протекает по принципу довольно однотипных изменений и обеспечивается не отдельными органами, а скоординированными во времени и пространстве и соподчиненными между собой специализированными функциональными системами.

С целью изучения индивидуальных особенностей в формировании адаптивных реакций у человека за период относительно кратковременного пребывания (в течение 3-х недель) в условиях жаркого климата нами были проведены исследования в природно-климатических условиях аридной зоны (Туркменская ССР, недалеко от г. Ашхабада). В качестве обследуемых были мужчины-добровольцы в возрасте 28—32 лет, постоянно проживающие в средней полосе России.

Для изучения на различных этапах адаптации характера

изменений функций высших отделов головного мозга, кардиореспираторной системы, а также водно-электролитного баланса человека в качестве функциональных нагрузок применялись гипоксически-гиперкапническая проба с возвратным дыханием и физнагрузки на велоэргометре (первая физнагрузка величиной 1 Вт/кг, вторая — 2 Вт/кг).

В результате анализа результатов исследования было выявлено, что, в условиях жаркого климата, несмотря на однонаправленность процессов, обеспечивающих различные адаптивные сдвиги в функциональных системах, имеются значительные количественные индивидуальные изменения и различия у испытуемых. Эти различия особенно четко проявляются в характере изменений электроэнцефалограммы и других показателей ЦНС, что также коррелирует с субъективными данными.

В зависимости от срока пребывания людей в условиях жаркого климата выявлена фазность адаптивных реакций. Результаты исследования реакции кардиореспираторной системы в ответ на определенный вид нагрузочной пробы, также, как и данные водно-электролитного обмена свидетельствуют о наличии различных по устойчивости и степени приспособляемости групп людей.

В группе устойчивых лиц ($r_{wc-170} > 200$ Вт) испытуемые реагируют на нагрузочные пробы увеличением вентиляции легких, ударного объема и умеренным повышением ЧСС. Минутный объем крови (МОК) с ростом нагрузки увеличивается незначительно. В группе малоустойчивых ($r_{wc-170} < 200$) — адаптивная реакция проявлялась увеличением МОК и ЧСС, а также относительно незначительным увеличением вентиляции. Коэффициент использования кислорода (KIO_2) значительно ниже, чем в группе устойчивых. Для этих групп характерна периодичность при адаптации к жаркому климату. В первые сутки происходят наиболее выраженные адаптивные реакции, особенно со стороны системы водно-электролитного баланса. С 5 по 10 сутки происходит некоторое выравнивание — частичная нормализация функций. После 20-х суток и далее наступает относительная адаптация.

Дальнейшие исследования на коренном населении аридной зоны и приезжих из других регионов позволят получить данные для профилактики и прогнозирования возможных нежелательных реакций, связанных с адаптацией к жаркому климату и для индивидуального подхода при профессиональном отборе контингента для работы в условиях жаркого климата.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНЫХ РЕАКЦИЙ КРОВИ И СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ У БЛИЗНЕЦОВ НА ПРЕБЫВАНИЕ В ГОРАХ

Т. М. Зеленская, А. С. Зверкова (Киев)

В процессе адаптации организма к различным факторам окружающей среды, в том числе и к недостатку кислорода во вдыхаемом воздухе, происходит перестройка функциональной деятельности различных органов и систем, особое место среди которых занимает физиологическая система соединительной ткани (ФССТ) — по А. А. Богомольцу и система крови.

Исследования проведены на 13 парах моно- и дизиготных близнецов в возрасте 15—16 лет на равнине (К-1), на Кавказе в пос. Чегем на высоте 2100 м в первые 2—3 дня адаптации (Ч-1), после подъема на высоту 2900 м (Ч-2), в конце адаптации через три недели на высоте 2100 м (Ч-3), на равнине через 7—8 дней после прибытия в Киев (К-2). Функциональное состояние соединительной ткани оценивали при помощи внутрикожной пробы Кавецкого-Лещинского с трипановой синью, состояние эритро- и лейкопоза по общему развернутому анализу периферической крови и активности пероксидазы (Леле, 1927), кислой фосфатазы (Гольдберг и Барка, 1962), неспецифической эстеразы (Пирс, 1962) в клетках периферической крови.

Показано, что в ранний период адаптации (Ч-1) показатель внутрикожной пробы увеличивается у всех близнецов в 1,7 раза, к концу пребывания снижается, но остается выше исходных данных, с последующим повторным повышением на равнине (К-2). Это свидетельствует о стимулирующем эффекте высоты 2100 м на функциональное состояние физиологической системы соединительной ткани.

У всех близнецов увеличивается содержание эритроцитов с $4,2 \cdot 10^{12}/л$ (К-1) до $7,4 \cdot 10^{12}/л$ (Ч-3) и остается на высоком уровне после прибытия в Киев. Отмечается тенденция к увеличению содержания гемоглобина. Меняется не только количественный, но и качественный состав эритроцитов, о чем свидетельствует активность реакции на кислую фосфатазу в эритроцитах, присущая молодым клеткам — ускоренное созревание клеток в костном мозге и выход в кровь молодых эритроцитов.

Выявлены фазные изменения в количестве лейкоцитов: увеличение после подъема на высоту 2900 м с $6,1 \cdot 10^9/л$ (Ч-1) до $7 \cdot 10^9/л$ (Ч-3) с последующим снижением по прибытии в Киев до $4,9 \cdot 10^9/л$. Имеются отличия между адаптивной реакцией у монозиготных и дизиготных близнецов. Активность неспецифической эстеразы в лимфоцитах и кислой фосфатазы в нейтрофилах повышалась, что свидетельствует о напряжении внутриклеточ-

ных процессов при адаптации. С помощью гистохимической реакции на неспецифическую эстеразу в лимфоцитах периферической крови среди морфологически однородной популяции клеток выделены Т-, В-, О-лимфоидные элементы, играющие главную роль в осуществлении иммунологических реакций организма. Содержание лимфоцитов (абсолютное) в крови монозиготных близнецов к концу пребывания в горах увеличивается в 1,3 раза, по сравнению с ранним периодом адаптации. Полученные данные позволяют заключить, что условия среднегорья (высота 2100 м н. у. м.) оказывают благоприятный, стимулирующий эффект на функциональное состояние физиологической системы соединительной ткани и крови у моно- и дизиготных близнецов.

ОСОБЕННОСТИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЛЮДЕЙ, ПРИБЫВШИХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНОВ, В ПРОЦЕССЕ АДАПТАЦИИ К КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ КИСЛОВОДСКОГО КУРОРТА

С. П. Гарабажиу, В. Е. Руженков (Кисловодск)

В Кисловодском центральном военном санатории в течение ряда лет изучаются особенности адаптации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями к климато-географическим условиям Кисловодского курорта, прибывших на лечение из различных районов СССР. Для выяснения особенностей адаптации изучалась физическая работоспособность у 367 больных ишемической болезнью сердца в возрасте 40—55 лет, прибывших на курорт из различных климато-географических зон СССР. Физическую работоспособность больных (толерантность к физической нагрузке в ваттах) определяли методом велоэргометрии в первые 2—5 дней прибытия на курорт, то-есть в начальный период адаптации, и в конце санаторно-курортного лечения. Велоэргометрию проводили по непрерывно возрастающей методике в положении обслеуемого полулежа в течение 6 минут, до появления критериев прекращения пробы (ВОЗ, 1971; Д. М. Аронов, 1974, 1978 и др.), или достижения 75% максимальной частоты сердечных сокращений. В зависимости от районов СССР, откуда прибыли больные на курорт, они были распределены на 4 группы следующим образом: в первую группу вошли больные, прибывшие на курорт из центральных районов СССР (181); во-вторую — из районов Дальнего Востока, Сибири, Забайкалья (79); в третью — из Ленинграда, Прибалтийских республик (84) и в четвертую — из районов Средней Азии (23). Различия в толерантности к физической нагрузке между группами как в начале

лечения, так и в конце курса лечения статистически недостоверны. Однако можно отметить тенденцию к более низким показателям физической работоспособности в начале лечения у больных, прибывших на курорт из районов Дальнего Востока, Сибири, Забайкалья. Снижение толерантности к физической нагрузке у больных данной группы связано, по-видимому, с «реакцией адаптации», «десинхронозом» в связи с пересечением за короткое время нескольких поясовых времен. Наряду со снижением физической работоспособности у 37,3% больных второй группы наблюдались и ряд клинических проявлений «десинхроноза» как повышенная утомляемость, сонливость, повышенная потливость, усиление болей в области сердца, повышение параметров артериального давления, которые проходили через 5—8 дней пребывания в условиях Кисловодска.

Комплексное курортное лечение, хорошо организованный отдых, правильно назначенный двигательный режим с первых дней поступления больных в санаторий, позволило больным, прибывшим на лечение из различных климатических зон СССР, достичь в конце лечения более высоких показателей физической работоспособности, по сравнению с начальным периодом лечения (данные статистически достоверные).

ВОЗРАСТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ В УСЛОВИЯХ ГОРНОГО КЛИМАТА

Е. А. Шогенцукова, М. Н. Якушенко (Нальчик)

Для определения особенностей адаптации больного бронхиальной астмой в зависимости от возраста и показаний и противопоказаний к горноклиматическому лечению у 136 больных изучено состояние сердечно-сосудистой системы. По возрасту больные распределены следующим образом: 5—10 лет — 28 человек, 10—15 лет — 24, 15—30 лет — 27, 30—40 лет — 21, 40—50 лет — 18, старше 50 лет — 18. Для изучения состояния сердечно-сосудистой системы использованы поликардиография, реопульмонография, механокардиография; систологический объем крови рассчитан по формуле Бремзера и Ранке. Исследования проведены в г. Нальчик, при поступлении в горы и в дальнейшем через каждые 10 дней в условиях Эльбрусской участковой больницы (высота 1850 м).

Наблюдаемое в остром периоде адаптации удлинение фазы изометрического сокращения, укорочение периода изгнания, снижение внутрисистолического показателя и укорочение механической систолы левого желудочка у больных бронхиальной астмой

можно рассматривать как синдром гиподинамии миокарда. В процессе лечения признаки гиподинамии миокарда у детей младшей группы практически исчезали, в остальных группах — уменьшались, однако выраженность ее оставалась значительной, с прогрессивным увеличением соответственно возрасту. Систолический объем крови при поступлении больных детей в горы повышался в меньшей степени, чем у взрослых. У больных старше 50 лет систолический объем крови снижался и незначительно восстанавливался в процессе лечения.

Горная гипоксия вызывает изменение сосудистого тонуса крупных артериальных сосудов, подтверждением чему является повышение параметров давления, скорости распространения пульсовой волны при поступлении в горы. Характер изменений данных показателей и их степень зависели от возраста больного. Восстановление изучаемых показателей в процессе лечения было постепенным. Наиболее неблагоприятные изменения в сосудистой системе наступали у больных старше 50 лет: значительное повышение всех параметров давления, незначительное снижение периферического сопротивления. Уровень их не достигал исходных данных к концу наблюдения больных в горах.

Таким образом, у детей и взрослых больных в возрасте до 40 лет сердечно-сосудистая система активно участвует в адаптации организма к горной гипоксии. Особенностью ее реакции у детей является более быстрое восстановление в процессе пребывания в горах. Неблагоприятные изменения сердечно-сосудистой системы отмечены у больных старше 50 лет. Эти данные указывают на необходимость дифференцированного подхода к назначению горноклиматической терапии.

РЕАКЦИЯ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ НА ГИПЕРКАПНИЮ У ЛИЦ С РАЗЛИЧНЫМИ УРОВНЯМИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

**В. В. Бутылкин, Л. П. Дорина, И. И. Лизунова, А. Е. Северин,
Л. В. Шевченко, А. Сальдивар, И. Пас-Басанта (Москва)**

Разработка теоретических и практических вопросов адаптации человека к действию природно-климатических факторов среды представляет большой интерес в связи с развитием народного хозяйства в новых районах и возросшими масштабами миграции населения. Наибольшая напряженность адаптационных перестроек наблюдается в течение первого года при переезде из одного климато-географического района в другой.

Целью настоящего исследования было сравнение внешнего дыхания на гиперкапнию и уровня физической работоспособ-

ности в разное время суток у лиц из различных климато-географических регионов.

Реакцию внешнего дыхания на гиперкапнию изучали методом «возвратного дыхания» на универсальном спирографе «Медикор», физическую работоспособность определяли по двум велоэргометрическим нагрузкам мощностью 1 и 2 вт/кг массы тела. По формуле Капмана рассчитывали PWC_{170} . Показатели газообмена регистрировали комбинированной методикой Дуглас-Холдена. Ежеквартально электротермометром ТПЭМ-II измеряли температуру кожи лба, груди, голени, бедра, кисти и общепринятым методом рассчитывали средневзвешенную температуру кожи (СВТК), регистрировали основной обмен. Обследовано 25 латиноамериканских студентов (ЛС) и 15 советских студентов (СС) — жителей г. Москвы.

Было выявлено, что динамика основного обмена у ЛС на протяжении 1-го года обучения в Москве во все сезоны года была выше должных величин на 9,3% — зимой, на 5,8% осенью и на 5% весной. Средневзвешенная температура кожи составляла: $31,6-0,2^\circ$ зимой, $32,3-0,2^\circ$ осенью и $31,85-0,1^\circ$ весной. При сравнении показателей газообмена в разное время суток выявлено, что у ЛС в вечернее время увеличивается потребление O_2 (VO_2) при выполнении физической нагрузки 1 вт/кг, и снижение VO_2 при выполнении нагрузки 2 вт/кг. У советских студентов существенной динамики нет. У студентов с разными уровнями PWC_{170} отмеченная утренне-вечерняя динамика VO_2 выражена по-разному. Так, у СС с уровнем $PWC_{170} > 200$ вт при выполнении физнагрузки 1 вт/кг VO_2 составляло: 1361 ± 208 мл/мин утром и $1186 \pm 86,8$ мл/мин вечером; у ЛС: $1247 \pm 75,4$ и $1545,5 \pm 229$ мл/мин, соответственно. Динамика VO_2 у студентов с уровнем $PWC_{170} < 220$ вт была иной: у СС 1339 ± 311 мл/мин утром и 1439 ± 309 мл/мин вечером, у ЛС 1038 ± 97 и 1107 ± 58 мл/мин, соответственно.

При выполнении нагрузки 2 вт/кг динамика VO_2 у СС и ЛС изменялась следующим образом: у СС с уровнем $PWC_{170} > 200$ вт VO_2 составляло 1814 ± 207 мл/мин утром и 2012 ± 129 мл/мин вечером, у ЛС 1996 ± 97 мл/мин и 1896 ± 248 мл/мин, соответственно.

Расчет PWC_{170} выявил, что у ЛС происходило его увеличение к вечеру с $165,5 \pm 10$ вт до $181,6 \pm 12,3$. У СС PWC_{170} утром и вечером практически не менялась и составляла $197,3 \pm 11,5$ утром и $201,5 \pm 15,4$ вт вечером.

При пробе «возвратное дыхание» было получено, что у СС увеличение минутного объема дыхания при росте парциального давления углекислоты во вдыхаемом воздухе на 1 мм рт. ст. составляло утром 0,66 л/мм рт. ст., вечером 0,77 л/мм рт. ст., а у ЛС — 0,75 и 0,69 л/мм рт. ст., соответственно.

Таким образом, по величинам основного обмена и СВТК ЛС ближе всего к СС в весеннее время; при этом сохраняются различия в суточной динамике газообмена и физической работоспособности, которые достигают максимума у лиц с высокими значениями PWC_{170} . Выявлены противоположные изменения вентилаторной реакции на гиперкапнию в течение суток у СС и ЛС, что связано с утренне-вечерней динамикой PWC_{170} .

Исходя из этого можно заключить, что за время годовичного пребывания в г. Москве у студентов из Латинской Америки не завершается полная перестройка их суточного ритма в соответствии с новыми условиями существования.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ МОРФОГИСТОХИМИЧЕСКОЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АДАПТАЦИИ ЖИВОТНЫХ К ГИПОКСИИ

С. С. Александрова, Л. В. Шевченко, С. А. Шастун (Москва)

Проблема адаптации организма к кислородной недостаточности приобрела в последнее время важное научно-практическое значение. Наряду с общими закономерностями адаптивных сдвигов существуют и индивидуальные различия в реагировании на недостаток кислорода. В связи с этим представляется актуальным изучение индивидуальных особенностей формирования морфофункциональных изменений в организме при воздействии кратковременной и длительной гипоксии.

В нашем исследовании опыты проводили на 50 крысах-самцах массой 180—220 г. Животных по устойчивости к гипоксии разделили на низкоустойчивых (НУ), среднеустойчивых (СУ) и высокоустойчивых (ВУ). Половину животных каждой группы в течение 30 дней подвергали ежедневной 8-часовой барокамерной тренировке на «высоте» 5000 м. У всех животных исследовали кислотно-основное состояние крови и ее коагуляционные свойства, а также количественное содержание РНК и белка в коре больших полушарий, мозжечке и ретикулярной формации. Результаты обрабатывали статистически.

Установлено, что контрольных животных по уровню содержания РНК в коре больших полушарий можно расположить в следующем порядке: СУ > НУ > ВУ. Содержание белка достоверно выше в группе ВУ животных. После тренировки содержание РНК снизилось в группе НУ и СУ животных. Количество РНК у ВУ животных, а также белка у всех животных достоверно возросло. В мозжечке содержание РНК у всех контрольных живот-

ных выше, чем в коре больших полушарий. Максимальный уровень ее в группе НУ, а минимальный у СУ. Содержание белка в норме велико у животных всех 3-х групп, но различия между ними не достоверны. После барокамерной тренировки у НУ животных уровень РНК снижен, а в группе СУ и ВУ он практически не изменился. Содержание белка достоверно возросло у всех животных. При этом, если максимальный уровень РНК отмечался в группе ВУ животных, а минимальный у СУ, то максимальное содержание белка наблюдалось у НУ, а минимальное — у ВУ животных. В ретикулярной формации содержание РНК в норме максимально в группе ВУ животных. У СУ и НУ различия не достоверны. Самое высокое содержание белка в группе СУ. После длительной тренировки содержание РНК и белка увеличивалось в группах СУ и ВУ животных, но снизилось у НУ. Коагуляционная активность крови у животных 3-х подгрупп несколько отличалась. При равных глобальных показателях свертывания у ВУ животных была замедлена 1 фаза свертывания и достоверно медленнее проходила окончательная организация сгустка. Группы различались и по показателям КОС. рН снижался от НУ к ВУ животным, а уровень pCO_2 соответственно был выше. После тренировки у всех подгрупп животных укоротилась 1 фаза коагуляции и удлинилось время окончательной организации сгустка. Выраженность этих изменений у НУ и ВУ животных была разной. Длительная тренировка привела к тому, что несколько стерлись различия кислотно-основного состояния крови между подгруппами животных. При этом если кровь НУ отражает картину метаболического ацидоза, то у ВУ животных изменения были обязаны изменению режима дыхания.

Таким образом, результаты морфогистохимического исследования позволяют сделать вывод о том, что различная устойчивость к недостатку кислорода находит свое отражение в различном уровне пластического обмена в филогенетически различных структурах головного мозга и тесно связана с различиями состояния КОС и гемостаза. Длительная тренировка в условиях гипоксии животных с различной устойчивостью к ней на уровне мозга реализуется изменением как уровня содержания РНК, так и белка, причем изменения эти индивидуальны для каждой изученной структуры. Влияние, оказываемое длительным воздействием гипоксии на гемокоагуляцию и КОС зависит от устойчивости животных к гипоксии.

ХАРАКТЕР ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЫХАНИЯ СЕВЕРЯН

Л. Б. Ким (Новосибирск)

При анализе процесса адаптации функциональной системы дыхания у приезжих на Севере в возрасте от 18 до 55 лет нами (Ким, 1982) были выделены следующие периоды: начальный — адаптивных перестроек, охватывающий первые два-три года жизни на Севере; второй — переходный, становления, занимающий следующие три-четыре года пребывания на Севере; третий — относительной стабилизации, длительностью до 10 лет и четвертый период, который формируется после 10—15 лет жизни на Севере.

Такой подход позволяет оценить вклад возрастных и приспособительных перестроек, но не дает возможности вычлнить роль холодового фактора. В природных условиях Крайнего Севера степень и частота воздействия холода на человека зависят от его профессиональной принадлежности, которая определяет преимущественное пребывание рабочего в помещении или на открытом воздухе. Для оценки значимости холодового фактора в выявленных перестройках нами проведено изучение параметров внешнего дыхания, газового состава, кислотно-основного состояния крови в двух однородных по полу, возрасту (31—39 лет), полярному стажу (8—10 лет) группах людей, но занятых либо умственным, либо физическим трудом. Группу лиц умственного труда составили 27 мужчин, физического труда — 33 человека.

Проведенный анализ результатов исследования показал, что у лиц физического труда объем легочной вентиляции, частота дыхания превышают данные людей, занятых умственным трудом. У последних уменьшение удельного объема легочной вентиляции связано с возросшей массой тела (масса тела лиц физического труда равнялась $73,6 \pm 2,2$ кг, люди умственного труда имели большую массу, равную $84,6 \pm 3,7$ кг).

Сравнение ряда показателей, таких как рН, ВВ, SB, ВД, рСО₂, ScO₂ не выявило различий в этих группах. Однако отмечалось некоторое уменьшение р_vO₂ и S_vO₂ в группе лиц, занятых физическим трудом, что сопровождалось увеличением у них капилляро-венозной разницы по рO₂ (P > 0,05) и капилляро-венозной разницы по SO₂ (p < 0,05). В этой группе рсCO₂ снижено, но это уменьшение статистически недостоверно.

Таким образом, анализ изученных показателей двух однородных групп свидетельствует о различном состоянии функции внешнего дыхания. Можно полагать, что это различие связано с характером трудовой деятельности обследованных, т. е. различной степенью соприкосновения с низкими температурами, и по-видимому, объемом двигательной активности их.

Данные морфометрии эритроцитов позволяют заключить, что уровень функционирования системы внешнего дыхания у лиц физического труда соответствует выделенному нами, периоду относительной стабилизации и свидетельствует о достижении состояния адаптированности в системе.

Показатели функциональной системы дыхания у лиц, занятых умственной деятельностью, в большей степени напоминают переходный период, становления, хотя полярный стаж в сравниваемых группах был одинаково значительным.

К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЖИВОТНЫХ К ГИПОКСИИ

С. А. Шастун, В. И. Торшин, А. А. Башкиров, Л. Д. Лукьянова (Москва)

Известно, что различные индивидуумы обладают неодинаковой чувствительностью к гипоксии и различной способностью адаптироваться к ней. Поэтому, получение объективных критериев оценки устойчивости животных к гипоксии и разработка клинических тестов определения готовности организма к переносимости острого гипоксического стимула имеет большое практическое значение.

В связи с этим у высокоустойчивых (ВУ), среднеустойчивых (СУ) и неустойчивых (НУ) к гипоксии крыс были исследованы базальные показатели кислотно-основного состояния и газов крови. Индивидуальная чувствительность животных к гипоксии оценивалась по времени жизни на высоте 11 000 м. Для НУ она составляла $3,8 \pm 0,4$ мин., для СУ — $4,3 \pm 0,5$ мин., для ВУ — $7,3 \pm 0,6$ мин.

Величина рН венозной крови для группы НУ была равна $7,3 \pm 0,2$, для СУ — $7,25 \pm 0,3$; для ВУ — $7,19 \pm 0,03$.

В то же время величина pCO_2 в венозной крови была минимальна у НУ — $38,2 \pm 3,2$ мм рт. ст., у СУ — $43 \pm 1,7$ мм рт. ст. и наибольшая у ВУ — $49 \pm 1,7$ мм рт. ст. Значения для СУ и ВУ статистически достоверно отличаются от НУ. В группе ВУ компоненты), что, наряду с более низкими величинами pO_2 , сравнительно с НУ.

Таким образом, животные с относительно высокой резистентностью к гипоксии характеризуются более выраженной степенью ацидоза в венозной крови (метаболическая и респираторная компоненты) что, наряду с более низкими величинами pO_2 , может свидетельствовать о более интенсивном окислительном обмене в группе ВУ.

Определение pCO_2 в венозной крови животных может быть использовано в качестве клинического теста оценки их индивидуальной устойчивости к гипоксии.

РОЛЬ МИКРОСОМНОЙ СИСТЕМЫ В ИЗМЕНЕНИИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА ПРИ ГИПОКСИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Э. Б. Янушевская, Г. А. Плисов, Н. Я. Головенко, Л. И. Шрагина (Одесса)

Общепризнанным является положение о том, что адаптация к гипоксии обеспечивает повышение сопротивляемости организма. В результате наших исследований установлено, что существенную роль в этом процессе играет микросомная система эндоплазматического ретикулума — одна из наиболее древних, универсальных и широко распространенных в биологическом мире гомеостатических систем, сложившаяся в процессе эволюционного развития как механизм, обеспечивающий приспособление организма к изменившимся условиям химической среды. Нами было выявлено, что у животных, адаптированных к действию хронической гипоксии, существенно повышается уровень функциональной активности монооксигеназной системы. Об этом свидетельствует рост одного из основных ее показателей — гидроксилазной активности, увеличивавшейся в 2 раза по отношению к контрольным значениям. У этих же животных по сравнению с интактными возрастала интенсивность реакции на введение индуктора микросомного окисления (фенобарбитала), выражающаяся в более значительном росте гидроксилазной и деметилазной реакции.

Аналогичная картина наблюдалась и при введении такого ксенобиотика, как толуол. У адаптированных к гипоксии животных он вызвал более выраженный рост гидроксилазной активности, чем у интактных. Особо следует обратить внимание на то, что у адаптированных животных возрастала и интенсивность выведения ксенобиотика из организма и повышалась переносимость к химическим воздействиям.

Таким образом, существенным механизмом, лежащим в основе повышения резистентности организма к химическим веществам у адаптированных к гипоксии животных, является рост уровня функциональной активности ферментативной системы, зависимой от цитохрома Р-450. Возрастание интенсивности ответной реакции этой системы на экзогенные химические воздействия, по-видимому, приводит к ускорению процессов детоксикации тех ксенобиотиков, в обезвреживании которых она участвует, тем самым снижая эффект повреждения.

Изменения противоположного характера были обнаружены при действии острой гипоксии. Уровень гидроксилазной и деметилазной активности снижался. Уменьшилось индуцирующее действие ксенобиотика на монооксигеназную систему печени животных.

Полученные результаты приобретают существенное значение, особенно, если учесть, что развитие гипоксических состояний является одним из наиболее универсальных патогенетических механизмов действия многих экзогенных факторов на организм. В этом случае усиливается повреждающее действие ксенобиотиков за счет снижения активности процессов детоксикации.

ВЛИЯНИЕ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ НА СУДОРОЖНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ЖИВОТНЫХ

В. И. Торшин (Москва)

В данной работе исследовалось влияние барокамерной тренировки на судорожную резистентность низкоустойчивых к гипоксии крыс. Из 180 белых беспородных крыс по времени выживания на высоте 11000 метров было отобрано 48 низкоустойчивых животных. Их разделили на две группы, одна из которых адаптировалась в барокамере на «высоте» 5000 м в течение 30 дней по 8 часов ежедневно, а другая служила контролем. После завершения адаптации крысам внутрибрюшинно вводился нитрат стрихнина (2 мг/кг). Установлено, что стрихнин вызывает меньшие судорожные реакции у адаптированных животных, что проявляется в увеличении латентного периода возникновения судорог на $74 \pm 6,8$ с., и в уменьшении длительности судорожных приступов с $73 \pm 5,6$ у не адаптированных до $51 \pm 4,2$ с. у адаптированных крыс. Ни одно из адаптированных животных не погибло после введения им стрихнина, тогда как две неадаптированные крысы погибли во время судорог. Через 6 дней после введения стрихнина на сенсомоторную кору головного мозга оставшихся крыс апплицировался раствор пенициллина в концентрациях 12000, 16000, 20000 МЕ/мл. Полученные данные свидетельствуют, что барокамерная тренировка повысила устойчивость животных и к этому судорожному агенту. Пороговые для неадаптированных крыс концентрации пенициллина были подпороговыми для адаптированных. У адаптированных животных латентный период возникновения эпилептиформных разрядов был больше, а частота генерации эпилептиформных приступов меньше, чем у неадаптированных.

Таким образом, предварительная адаптация к гипоксии повышает резистентность крыс не только к кислородной недостаточности, но и к судорожному действию стрихнина и пенициллина. Сравнение полученных в этой работе данных с результатами опытов по действию судорожных агентов на животных с

различной индивидуальной устойчивостью к гипоксии позволило обнаружить, что 30 дневная барокамерная тренировка повышает судорожную резистентность низкоустойчивых к гипоксии крыс до уровня среднеустойчивых, но не высокоустойчивых животных.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ ПРИ АДАПТАЦИИ К НАПРЯЖЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В. С. Мищенко (Киев)

Ставилась задача выявить особенности изменения физиологической реактивности системы дыхания, которые, как мы предположили, могут способствовать пониманию механизмов увеличения ее функциональных возможностей в процессе напряженной мышечной тренировки. С этой целью был проведен комплексный анализ динамики изменения предельных возможностей системы дыхания (внешнего дыхания, центральной гемодинамики, газообмена, массопереноса O_2 и CO_2 в организме) при напряженной мышечной работе и роли сдвигов гомеостатических параметров системы дыхания (P_aO_2 , P_aCO_2 , pH_a) как стимулов дыхания в процессе адаптации организма в условиях напряженной мышечной тренировки спортсменов (велосипедистов, гребцов, пловцов, альпинистов), а также артистов балета. Были применены методы количественного анализа уровня и взаимодействия химических (гипоксического и CO_2 - H^+) стимулов дыхания и нехимических («рабочих») стимулов, предложенные ранее (Д. Каннингхем и др., 1970; Р. С. Винницкая, 1972; Е. Асмуссен, 1972; Н. А. Агаджанян и др., 1974; И. С. Бреслав, 1976 и др.). Использовалась исследовательская процедура возвратного дыхания и вдыхание газовых смесей различного состава в покое и при физических нагрузках. В исследованиях был применен автоматизированный комплекс для исследования внешнего дыхания и метаболизма фирмы «Бэкман». Минутный объем кровообращения определялся методом возвратного дыхания CO_2 . Исследования показали, что в процессе адаптации к напряженной мышечной деятельности отмечаются закономерные изменения гипоксических, CO_2 (H^+) — стимулов дыхания, их взаимодействия с «рабочими» стимулами. Они тесно связаны с целым рядом особенностей мышечной тренировки, ее видом, напряженностью, условиями дыхания. После тяжелой мышечной работы имеет место изменение уровня химических стимулов дыхания, которое иногда затягивается на 48 часов. Оно в значительной степени сводится к задержке CO_2 в организме. Во время длительной

тяжелой работы ограничения выносливости связаны со снижением $\text{CO}_2(\text{H}^+)$ и «рабочего» стимулов при нарастании гипоксического стимула. Это сказывается на характере реагирования системы дыхания на физическую нагрузку. Для высокотренированных «на выносливость» лиц характерно снижение роли гипоксических, гиперкапнических и ацидемических сдвигов внутренней среды организма как стимулов дыхания. Это имеет место как в покое, так и при мышечной работе различной мощности. При увеличении адаптации (тренированности) спортсменов отмечается увеличение роли нехимических («рабочих») влияний, как стимулов дыхания и их взаимодействия с химическими стимулами. Устанавливается относительный гипо- или гиперкапнический характер реагирования на физические нагрузки. Он связан с биомеханическими и другими условиями привычной работы, с режимом тренировки, а также с обучением дыханию (в балете). Имеет место значительный диапазон таких различий при различном виде, характере мышечной тренировки. Наибольшая выносливость достигается при индивидуальном оптимальном уровне реактивности системы дыхания. Выделены и охарактеризованы изменения в процессе адаптации интегральных проявлений основных реактивных свойств системы дыхания при тяжелой мышечной работе, а именно, верхнего предела дыхательной реакции, отражающего мощность системы, устойчивости, скорости развертывания и экономичности реакций. Показано, что эти динамические компоненты структуры дыхательной реакции главным образом определяют максимальные функциональные возможности системы у высококвалифицированных спортсменов. Полученные данные показывают, что особенности изменения реактивности системы дыхания, характеризуемой по уровню адекватных для системы стимулов, их взаимодействию и по вышеуказанным динамическим характеристикам дыхательной реакции, в процессе адаптации организма к напряженной мышечной деятельности по своим количественным и качественным проявлениям интегрально отражают складывающиеся при этом взаимосвязи всего комплекса физиологических и морфофункциональных факторов тренированности. Они отражают оптимизацию управления и расширение пределов регуляции системы дыхания и могут быть использованы для совершенствования оценок степени адаптации.

ХАРАКТЕРИСТИКА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГИПОКСИЧЕСКОГО И ГИПЕРКАПНИЧЕСКОГО СТИМУЛОВ ДЫХАНИЯ КАК МЕТОД ПРОГНОЗА РЕЗЕРВОВ АДАПТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ

В. Г. Ткачук, В. С. Мищенко, А. И. Елфимов, Г. М. Куликов,
Ю. А. Полатайко (Киев, Москва)

Достижение высоких спортивных результатов обуславливает использование в тренировочном процессе больших по объему и интенсивности физических нагрузок. Для предупреждения срыва адаптации организма, который возможен в таких условиях тренировки, необходим постоянный контроль функционального состояния спортсменов. Наиболее адекватным методом контроля является физическая работа «до отказа». Однако ее применение имеет ряд негативных моментов. В связи с этим возникает необходимость использования методов контроля функционального состояния организма спортсмена, которые могли бы объективно отразить процесс адаптации без применения предельной работы и по своим физиологическим механизмам быть сходными с изменениями, вызываемыми физическими нагрузками.

Одним из таких методов является определение реакций системы дыхания на гипоксические и гиперкапнические сдвиги внутренней среды организма и устойчивости к ним. Поддержание гомеостатических параметров организма при дыхании газовыми смесями и при физической нагрузке обеспечиваются одними и теми же механизмами. Определение их функционального состояния может быть объективным отражением адаптации организма спортсменов.

Было проведено исследование с участием 10 квалифицированных спортсменов-пловцов. В условиях различных вариантов методики возвратного дыхания количественно определялись зависимости степени нарастания минутного объема дыхания и параметров центральной гемодинамики от «чистого» гиперкапнического, гипоксического стимулов, а также при их естественном сочетании.

Исследования показали значительные индивидуальные колебания приспособительных реакций дыхательной системы в этих условиях. Анализ индивидуальной реактивности дыхания показал, что она наблюдается как по уровню гиперкапнического, так и гипоксического стимулов дыхания. Вместе с тем, у части спортсменов отсутствует достоверная связь степени снижения указанных стимулов дыхания и устойчивость к гиперкапнии и гипоксии с проявлением физической работоспособности в естественных и лабораторных условиях. Отмечаются случаи несоответствия

реактивности дыхания в условиях гиперкапнической стимуляции. Это вызвало необходимость исследования взаимодействия указанных стимулов дыхания в условиях постепенного их нарастания при возвратном дыхании вплоть до отказа от дальнейшего продолжения экспериментальной процедуры. Анализ показал, что наиболее отчетливо индивидуальные различия функционального состояния организма и адаптированность к напряженной мышечной работе обнаруживается в точке отказа от продолжения экспериментальной процедуры ($\text{PaCO}_2 = 67,0 \pm 1,1$; $\text{PaO}_2 = 55,2 \pm 2,0$ мм рт/ст). К примеру пределы изменений МОД в этой точке составляет 1277,75 мл/мин/кг, а ЧСС 116,13 уд/мин. Вместе с тем для стандартизации уровня стимулов дыхания с целью оценки реактивности системы дыхания после достижения определенного уровня PaO_2 и PaCO_2 ($62,51 \pm 1,5$ рт.ст) может быть использована промежуточная точка, в которой коэффициент вариации указанных параметров оказался наименьшим (2,4%). На основании анализа информативности индивидуальных различий реактивных свойств системы дыхания в этой точке показано, что при этом более объективно отражается адаптация системы дыхания, чем при использовании с этой целью отдельно гипоксической и гиперкапнической стимуляции. Показана возможность достоверно прогнозировать общую устойчивость к сочетанной стимуляции дыхания в этой точке. Эти данные дают основание считать, что эффективное и устойчивое взаимодействие гипоксического и гиперкапнического стимулов дыхания является одним из важных механизмов повышения резервов системы дыхания.

О ПОВЫШЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ К УТОМЛЕНИЮ В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ

А. В. Лупандин (Хабаровск)

Изучали влияние экстракта лимонника (0,2 мл/кг) на устойчивость белых мышей к гипоксии, вызванной снижением концентрации кислорода в воздухе, отравлением нитритом натрия (образование метгемоглобина) и цианидами (тканевая гипоксия), а также оценивали работоспособность животных в условиях пониженного атмосферного давления. В специальных опытах анализировали механизмы наблюдаемых эффектов.

При постепенном снижении концентрации кислорода в воздухе при неизменном содержании в нем углекислого газа мыши контрольной группы погибали при содержании кислорода $5,24 \pm 0,17\%$, а мыши, получившие за 3 часа до опыта экстракт лимонника — при $4,30 \pm 0,15\%$ ($P = 0,001$). Одновременное с

экстрактом лимонника введение кортизона (25 мг/кг) значительно ($P < 0,001$) усилило этот эффект ($3,50 \pm 0,20\%$). ЛД₅₀ нитрата натрия у контрольных животных составила $188,0 \pm 2,5$ мг/кг, у животных получивших экстракт лимонника — $198,0 \pm 2,8$ мг/кг ($P < 0,03$), а у животных, получивших сочетание экстракта лимонника с кортизоном — $212,0 \pm 3,5$ мг/кг ($P < 0,001$). Аналогично повышалась и устойчивость к отравлению цианидом: ЛД₅₀ контрольных мышей составила $6,7 \pm 0,3$ мг/кг, получивших экстракт лимонника — $7,6 \pm 0,25$ мг/кг ($P = 0,04$), а у мышей, получивших экстракт лимонника с кортизоном — $8,5 \pm 0,3$ мг/кг ($P = 0,03$).

В условиях нормального атмосферного давления мыши, получившие экстракт лимонника, плавали в среднем 122 ± 12 минут, что значительно ($P = 0,003$) превышает этот показатель контрольной группы (71 ± 4 мин.). При пониженном атмосферном давлении (500 мм рт. столба) полное утомление у животных контрольной группы развилось через $26,0 \pm 2,5$ минуты, а у получивших экстракт лимонника — через $70,0 \pm 6,0$ минут, т. е. продолжительность плавания у них была в 2,5 раза больше ($P < 0,001$).

Поскольку экстракт лимонника оказывал антигипоксическое действие вплоть до уровня дыхания тканей и этот эффект усиливался глюкокортикоидом (кортизоном), можно было полагать, что он связан с изменением углеводного обмена. С целью анализа механизмов антигипоксического и стимулирующего действия лимонника оценивали содержание глюкозы, гликогена и молочной кислоты в крови, печени и мышцах у мышей, которых предварительно подвергали физической нагрузке (плавание в течение 30 минут и 1 часа). Удалось установить, что под влиянием мышечной работы на фоне действия лимонника содержание глюкозы в крови существенно не изменялось, а в мышцах даже несколько повышалось. У контрольных животных под влиянием физической нагрузки значительно снижалось содержание глюкозы в мышцах и в 2 раза уменьшалось содержание гликогена в печени, тогда как у животных, получивших экстракт лимонника — в 4 раза. В мышцах животных контрольной группы содержание гликогена под влиянием физической нагрузки снижалось в 8 раз, а у получивших экстракт лимонника — в 4 раза. Под влиянием физической нагрузки у контрольных животных значительно повышалась концентрация молочной кислоты в крови без существенного его изменения в мышцах и печени. Напротив, у животных, получивших экстракт лимонника физическая нагрузка не вызвала существенных изменений концентрации молочной кислоты в крови, в то время как в печени и мышцах у них исходно высокая концентрация молочной кислоты под влиянием физической нагрузки снижалась незначительно.

На основании изложенного и принимая во внимание данные И. С. Белоносова (1957) об активации лимонником ферментов углеводно-фосфорного обмена, а также данные А. А. Константинова (1954) об активации лимонником тканевого дыхания, можно полагать, что повышение устойчивости к гипоксии под влиянием лимонника и связанное с этим повышение устойчивости к утомлению является следствием активации цикла Кори, особенно в мышцах и печени.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ В ПРАКТИКЕ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ, ТРЕНИРУЮЩИХСЯ В ПРОЯВЛЕНИИ ВЫНОСЛИВОСТИ

Ю. Л. Кислицын (Москва)

В данной работе приводятся некоторые сведения по применению баромассажа нижних конечностей в условиях среднегорья (Джергалан, высота — 1700 м над уровнем моря), в отдельных случаях в сочетании с минеральными родоновыми ваннами, высококвалифицированными легкоатлетами (бег марафонский, на длинные дистанции и спортивная ходьба) во время учебно-тренировочного сбора. Практика показала, что баромассаж чаще осуществляется в режиме: декомпрессия — 100—130 мм. рт. ст. 2—3 раза, компрессия до +100 мм рт. ст. 2—3 раза. В нашем случае показатели компрессии и декомпрессии были существенно ниже в связи с более низким атмосферным давлением в условиях среднегорья.

Часть спортсменов сеансы баромассажа принимала непосредственно перед выполнением основной тренировочной нагрузки, а часть после нее. Причем, применение баромассажа планировалось два раза в недельном цикле после и перед особо интенсивной, объемной работой. У спортивных ходоков, применявших баромассаж в указанном выше режиме перед темповым прохождением километровых отрезков (10×1 км), отмечено, что скорость прохождения была выше запланированной. Применение аналогичного воздействия перед 18 км отрезком также способствовало лучшей работоспособности, позволявшей увеличить объем прохождения до 20 км в более высоком темпе, чем планировалось.

Бегуны на длинные и сверхдлинные дистанции применяли баромассаж после выполнения тренировочных нагрузок. Это позволило им осуществлять последующую работу (на другой день) с меньшим напряжением, чем без применения баровоздействий в аналогичной тренировочной ситуации. Отсюда следует,

что локальные баровоздействия как непосредственно перед нагрузкой, так и после нее способствуют проявлению большей специальной работоспособности. Наши экспериментальные данные, полученные в лабораторных условиях, свидетельствуют о значительном и достоверном (в диапазоне 34—102%) повышении работоспособности и биомеханического эффекта при выполнении движений в условиях декомпрессии. При этом установлено значительное повышение длительности работы у всех испытуемых ($n=18$), которые осуществляли движения стопой с заданной амплитудой, усилием и частотой в специально оборудованной педальным тензометрическим устройством барокамере В. А. Кравченко до отказа от заданной работы.

Непрерывная регистрация электромиограммы основных рабочих мышц, гониограммы движения и тензограммы усилия позволила определить, что несмотря на значительно большую продолжительность циклической работы в условиях декомпрессии, биодинамические параметры движений существенно не менялись, по сравнению с менее продолжительной работой в обычных условиях. Вместе с тем видна определенная вариативность электромиографических параметров как при работе в обычных условиях, так и в условиях пониженного давления.

Эти факты свидетельствуют о широких резервных возможностях деятельности нервно-мышечного аппарата и обеспечивающих его работу функциональных систем при развитии утомления в случае использования эффекта воздействия локальных методов восстановления в практике учебно-тренировочной работы по совершенствованию выносливости.

ИЗУЧЕНИЕ КОРРЕЛЯЦИЙ МЕЖДУ ДЕЙСТВИЕМ ВЕЩЕСТВ НА ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И ВЫЗВАННУЮ И СПОНТАННУЮ АКТИВНОСТИ НЕРВНЫХ КЛЕТОК

**В. В. Зайцев, И. Г. Власова, В. И. Торшин, С. А. Шастун,
О. И. Андрющенко, А. А. Башкиров (Москва)**

Изучены антиоксидантные свойства трех произвольных пирозола: антипирина, 4-монометиламиноантипирина (ММАА) и анальгина. Анальгин и ММАА обладали выраженным антиоксидантным действием, подавляя в концентрации 10^{-4} перекисное окисление липидов на 50 и 30% соответственно. В концентрации 10^{-4} М антипирин проявил сильные прооксидантные свойства, активируя перекисное окисление липидов на 40% и более. Однако, данные эффекты этих препаратов не коррелировали с их дей-

ствием на электрофизиологические характеристики нервных клеток.

Покаано, что ММАА (0,4—1%) повышает возбудимость нейрональных элементов коры головного мозга, ответственных за генерацию вызванных потенциалов (ВП), а также других нейрональных систем, способных к формированию очагов эпилептиформной активности. На нейронах мозжечка ин витро ММАА в концентрации 10^{-3} М также приводил к усилению спонтанной активности, переходящей в судорожную, и последующему развитию торможения по типу катодической депрессии.

Антипирин (10^{-3} М) вызывал аналогичные изменения в импульсной активности нейронов мозжечка, но без фазы торможения. Анальгин (10^{-3} М) не оказывал видимых изменений спонтанной активности нейронов мозжечка.

И ММАА (2×10^{-4}), и антипирин (10^{-3}) оказались эффективными антигипоксантами и снижали чувствительность спонтанной активности нейронов мозжечка ин витро к O_2 -недостаточности. В их присутствии фаза активации импульсной активности нейронов, проявляющаяся в контроле при $pO_2 = 40—20\%$, наступала при $pO_2 = 20—10\%$. Терминальная фаза торможения импульсной активности проявлялась при $pO_2 = 7—0\%$ вместо $13—10\%$. Восстановление спонтанной активности нейронов при увеличении pO_2 также происходило быстрее, чем в контроле.

На фоне аппликации раствора ММАА (0,4—1%) на кору головного мозга в условиях асфиксии (выключение дыхания на 50 с.) отдельные фазы ВП сохранялись без существенных изменений, в то время как без ММАА происходило почти полное угнетение ВП. Повторные асфиксии приводили к угнетению ВП лишь на 30—40%, некоторому угнетению судорожной активности и восстановлению исходной амплитуды уже через 25—30 с. после возобновления дыхания, чего не наблюдалось в контроле.

Антипирин в тех же концентрациях не оказывал протекторного действия на ВП в условиях сниженного pO_2 .

В отличие от этих 2-х веществ анальгин не вызывал изменений фоновой импульсной активности нейронов мозжечка и в условиях нарастающего дефицита по кислороду оказывал прогипоксический эффект. Фаза активации, развивающаяся обычно при $pO_2 = 40—20\%$, не наступала в его присутствии вообще, а терминальная депрессия импульсной активности нейронов наступала при $pO_2 = 40—30\%$ вместо $13—10\%$. Восстановление активности в присутствии анальгина и в условиях увеличения содержания кислорода в среде до 100% не наступало вообще.

Таким образом, в изученной группе веществ не установлено корреляций между эффектами, направленными на изменение активности перекисного окисления липидов и электрофизиологической функцией нервных клеток.

О КОРРЕЛЯЦИЯХ МЕЖДУ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИЕЙ И ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ПРОЦЕССОВ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО МЕТАБОЛИЗМА ПРИ ГИПОКСИИ НА МОДЕЛИ ИЗОЛИРОВАННОГО СОКРАЩАЮЩЕГОСЯ СЕРДЦА

А. А. Корнеев (Москва)

На модели изолированного сокращающегося сердца млекопитающего определены два функциональных состояния его работы: «нормоксическое» и «гипоксическое».

«Нормоксическое» состояние определяется нами как состояние, при котором сердце снабжается перфузионным раствором, насыщенным карбогеном до величины $pO_2 \geq 680$ мм рт. ст. и характеризуется режимом работы сердца, наиболее близком к физиологическому.

«Гипоксическое» состояние определяется значением pO_2 перфузата, равным 160 ± 20 мм рт. ст., режим работы сердца в этих условиях значительно изменен по сравнению с физиологическими. Показано, что при переходе работы изолированного сердца из «нормоксического» состояния в «гипоксическое» происходит нарушение его сократительной функции. Частота сердечных сокращений резко падает (от 180—200 уд./мин до 10—20 уд./мин.). В некоторых случаях возможна полная остановка сердца. Потребление кислорода сердцем снижается в 5—6 раз по сравнению с контролем. Возрастает степень восстановленности пиридиновых и флавиновых нуклеотидов. Резко снижается содержание АТФ в миокарде. Однако, интенсивность процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) существенно не меняется. Маннитол, «скевенджер» гидроксильного радикала (10 мМ), улучшает работу сердца в условиях низких pO_2 . Частота сердечных сокращений устанавливается на уровне 40—60 уд./мин. против 10—20 уд./мин. в контроле.

Скорость потребления кислорода сердцем в гипоксическом состоянии при добавке маннитола в 1,5—2,0 раза ниже, чем без него. Следовательно, удаление гидроксильного радикала из системы способствует улучшению сократительной функции сердца, позволяет оптимизировать дыхание сердца и поддерживать его работу при меньших скоростях потребления кислорода.

СОДЕРЖАНИЕ АТФ, АДФ и АМФ В МОЗГЕ КРЫС С РАЗЛИЧНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ К ГИПОКСИИ

Г. Н. Чернобаева (Москва)

Исследовали содержание адениннуклеотидов в срезах мозга высокоустойчивых (ВУ) и неустойчивых (НУ) к гипоксии крыс. Отбор животных производили путем подъема их в барокамере на высоту 11 000 м за 1 минуту (гипоксическая гипоксия). Показателем устойчивости являлось время выживания животного на высоте до второго агонального вдоха. Срезы мозга инкубировали 60 мин. при $t=36^{\circ}\text{C}$ в среде Кребса-Рингера, содержащей 10 мМ глюкозы и насыщенной карбогеном (95% O_2 и 5% CO_2). Гипоксию моделировали *ин vitro* путем продувания в течение 10 мин. смеси азота и CO_2 (95% : 5%) после 40 мин. инкубации срезов. Содержание кислорода в среде контролировали полярографически с помощью электрода Кларка. Концентрации АТФ, АДФ и АМФ в срезах определяли люциферазным методом.

Показано, что в контрольных условиях в срезах мозга ВУ и НУ к гипоксии крыс после 60 мин. инкубации количество АТФ практически одинаково (1,33 и 1,35 мкмоль/г денатурированного белка, соответственно), АДФ больше у НУ (0,51 мкмоль/г денатурированного белка и 0,37 мкмоль/г денатурированного белка у ВУ), а концентрация АМФ выше у ВУ животных (0,47 мкмоль/г денатурированного белка, против 0,34 мкмоль/г денатурированного белка у НУ). Отношение АТФ/АДФ у ВУ животных было в 1,4 раза больше, чем у НУ, величина АТФ/АДФ+АМФ и сумма адениннуклеотидов была одинакова в обеих группах животных.

Снижение $p\text{O}_2$ до 50% оставляло неизменной или незначительно (на 15—20%) увеличивало концентрацию АТФ в обеих группах животных. Величины АТФ/АДФ и АТФ/АДФ+АМФ менялись неоднозначно: у ВУ животных они уменьшались в 2,0 раза, а у НУ возрастали в 1,5—2,6 раза. Сумма адениннуклеотидов оставалась в пределах нормы.

Дальнейшее уменьшение $p\text{O}_2$ до 20% приводило к снижению концентрации АТФ на 50—60% (для обеих групп животных). Концентрации АДФ и АМФ увеличивались, что приводило к уменьшению величины АТФ/АДФ в 1,3 раза у ВУ и в 2 раза у НУ, а АТФ/АДФ+АМФ в 3 раза у ВУ и в 3,5 раза у НУ. Сумма адениннуклеотидов уменьшалась в 1,5 раза в обеих группах животных.

Снижение $p\text{O}_2$ до 10% приводило к уменьшению АТФ на 60—70% как у ВУ, так и у НУ животных. Отношение АТФ/АДФ уменьшалось в 4,5 раза у ВУ и в 2 раза у НУ крыс, что говорит о возрастании концентраций АДФ и АМФ. Дальнейшего досто-

верного уменьшения суммы адениннуклеотидов сравнительно с pO_2 , равном 20%, не происходило.

Таким образом, в условиях нарастающей гипоксии в среде имеют место фазные изменения отдельных параметров пула адениннуклеотидов. Наиболее информативными параметрами, описывающими эти различия, являются отношения АТФ/АДФ и АТФ/АДФ + АМФ.

Ответная реакция на гипоксию различной тяжести неоднозначна у ВУ и НУ.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ МИКРОСОМНОГО ОКИСЛЕНИЯ У УСТОЙЧИВЫХ И НЕУСТОЙЧИВЫХ К ГИПОКСИИ КРЫС В УСЛОВИЯХ ХРОНИЧЕСКОЙ ГИПОКСИИ

О. А. Попова (Москва)

Известно, что ежедневное введение животным (крысы) фенобарбитала приводит к индукции ферментов микросомного окисления и увеличению скорости метаболизирования ксенобиотиков.

В этих условиях между устойчивыми (У) и неустойчивыми (НУ) к гипоксии животными обнаруживаются различия в их способности метаболизировать лекарства. Так, скорость окисления амидопирина у НУ животных при нормоксии была на 15% выше, чем у У. При снижении pO_2 до 20% от исходного различия не только сохранялись, но и несколько увеличивалась.

Активация биотрансформации ксенобиотиков в условиях фенобарбитальной индукции может сократить фармакологический эффект лекарственного препарата. Поэтому, может укорачиваться время наркотического действия барбитуратов. Нами показано, что фенобарбитал по-разному влияет на продолжительность наркотического сна (гексанал, 200 мг/кг веса) у У и НУ до и после адаптации к гипоксии.

Исходная продолжительность наркотического сна у У животных меньше, чем у НУ. Ежедневное введение фенобарбитала (80 мг/кг) в 4 раза снижает продолжительность наркотического сна у У и в 2 раза у НУ.

Если принять, что продолжительность наркотического сна зависит от скорости биотрансформации барбитуратов в системе микросомного окисления, то эти результаты могут свидетельствовать о том, что у У система метаболизма ксенобиотиков является более активной.

У адаптированных к гипоксии животных (естественная высо-

когорная адаптация на высоте 3200 м в течение 17—20 дней и адаптация крыс в барокамере на высоте 5000 м в течение 30 дней по 5 час.) продолжительность наркотического сна снижена, что может быть связано с активацией процессов микросомного окисления. После фенобарбитальной индукции продолжительность наркотического сна у адаптированных животных увеличивалась в отличие от неадаптированных у НУ в 2—2,5 раза, у У — в 1,5 раза. Таким образом, у НУ эти изменения выражены больше.

Таким образом, индивидуальные различия между животными по их чувствительности к острой гипоксии проявляются в особенностях функционирования микросомной редокс-цепи, функция которой трансформируется в условиях адаптации к гипоксии.

ВЛИЯНИЕ АДАПТАЦИИ К ГИПОКСИИ НА ТЕРМО-РЕГУЛЯЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ МОТОНЕЙРОННОГО ПУЛА

Л. В. Сорокина, Л. П. Власова (Петрозаводск)

Изучение влияния гипоксии на двигательную систему организма является актуальной задачей физиологии экстремальных состояний (Н. А. Агаджанян, 1981; А. А. Айдаралиев и соавт., 1981). Малоизученным является вопрос об изменениях постральной функции двигательной системы в процессе адаптации к гипоксии. Установлено, что терморегуляционная мышечная активность возникает на основе врожденной стереотипной программы мотонейронного пула, определяющей его постральную функцию (Ю. В. Лупандин, 1981—83). Поэтому модель терморегуляционной активности мотонейронного пула может быть использована для анализа перестройки постральных механизмов в процессе адаптации к экстремальным факторам внешней среды, в том числе и к гипоксии.

В наших исследованиях изучали терморегуляционную активность мотонейронного пула у крыс, адаптированных к высотной гипоксии. Адаптацию осуществляли «подъемом» животных в барокамере на высоту 7000 м 6 раз в неделю по 3 часа в течение 35 дней. Во время исследования регистрировали активность отдельных двигательных единиц в задней двуглавой мышце бедра и полусухожильной мышце во время тремора, вызванного общим охлаждением.

Установлено, что у контрольных крыс активность двигательных единиц во время холодового тремора характеризуется

импульсными разрядами со средним межимпульсным интервалом 25—220 мс и вариабельностью межимпульсных интервалов в пределах 5—30 мс. Гистограмма распределения средних межимпульсных интервалов, характеризующая разряды 104 двигательных единиц, имеет асимметричное распределение с преобладанием активности двигательных единиц, разряжающихся со средней частотой 14—18 имп/с.

У адаптированных к гипоксии животных во время терморегуляционной мышечной активности выявлены разряды двигательных единиц со средним межимпульсным интервалом в пределах 25—160 мс. Анализ распределения средних частот в гистограмме, характеризующей импульсную активность 100 единиц, выявил тенденцию к учащению их разрядов по сравнению с контролем — преобладание двигательных единиц, функционирующих с частотой 18—25 имп/с.

Полученные результаты позволяют полагать, что адаптация к высотной гипоксии приводит к перестройке не только мышечного звена двигательной системы (Ю. И. Баженов, 1981), но отражается также и на режиме постуральной активности мотонейронного пула, сдвигая частоты разрядов мотонейронов в сторону учащения и тем самым снижая тепловой эффект активности мышц. Таким образом, адаптация к гипоксии изменяет характеристики постуральной программы мотонейронного пула, переводя разряды мотонейронов на более высокочастотный режим.

ВЛИЯНИЕ СТУПЕНЧАТОВОЗРАСТАЮЩЕЙ НАГРУЗКИ НА ПАРЦИАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ КИСЛОРОДА И УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АЛЬВЕОЛЯРНОМ ВОЗДУХЕ

Н. П. Красников, Ю. А. Буков, С. И. Найдич, В. А. Глыбченко (Симферополь)

Известно, что интенсивная мышечная деятельность сопровождается накоплением углекислого газа и снижением напряжения кислорода в работающих тканях и артериальной крови. Однако имеются противоречивые сведения в отношении напряжения CO_2 во внутренней среде организма: наряду с повышением $\text{P}_{\text{A}}\text{CO}_2$, многие авторы отмечали снижение концентрации углекислоты в пробах альвеолярного воздуха во время занятий спортом.

Учитывая вышесказанное, мы провели исследование с целью изучения влияния ступенчатовозрастающей нагрузки до полного утомления на показатели напряжения кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе. В экспериментальных наблюдениях принимали участие 10 легкоатлетов-стайеров, которые обследовались в состоянии относительного покоя и при

выполнении возрастающей нагрузки на велоэргометре до полного утомления. Через каждые 3 минуты работы брали пробы выдыхаемого, а также альвеолярного воздуха на анализ и увеличивали мощность на 50 ватт. Газообмен изучался методом Дугласа-Холдена. Порог анаэробного обмена оценивали по динамике Exs CO_2 , критическую мощность определяли по МПК, мощность срыва — по ваттметру в момент прекращения работы.

Исследования показали, что в состоянии относительного покоя парциальное давление CO_2 составляло $45,8 \pm 1,1$ гПа; $\text{P}_{\text{A}}\text{O}_2$ — $137,0 \pm 2,4$ гПа. Во время работы с нарастанием мощности напряжение $\text{P}_{\text{A}}\text{CO}_2$ прогрессивно увеличивалось, достигая максимального значения ($62,1 \pm 1,3$ гПа) при пороге анаэробного обмена; напряжение кислорода при этом снижалось в среднем на 20% от исходного уровня. Далее с повышением нагрузки происходит стабилизация исследуемых величин вплоть до критической мощности. С последующим увеличением мощности в закритическом режиме отмечается закономерное снижение напряжения $\text{P}_{\text{A}}\text{CO}_2$ и увеличение $\text{P}_{\text{A}}\text{O}_2$. В момент отказа от работы (при полном утомлении; исследуемые показатели статистически достоверно отличались от исходных величин) напряжение углекислого газа снижалось в среднем на 12,0%, а $\text{P}_{\text{A}}\text{O}_2$ — увеличивалось на 14,6%.

Во время пассивного отдыха наблюдалось более выраженное изменение напряжения $\text{P}_{\text{A}}\text{CO}_2$: на 3-й минуте релаксации парциальное давление углекислого газа снижалось до $40,0 \pm 1,0$ гПа; на 6-й минуте — до $34,3 \pm 1,3$ гПа; на 10-й минуте — до $32,3 \pm 1,2$ гПа. Напряжение кислорода в альвеолярном воздухе в это время увеличивалось соответственно на 24,0%; 22,5%; 17,6%.

Развитие гипоксии, связанное с интенсивной мышечной деятельностью, показано в целом ряде исследований. Уменьшение содержания CO_2 в альвеолярном воздухе после тяжелой работы происходит одновременно с изменением содержания буферных оснований, уменьшением рН, указывая на истощение бикарбонатов крови. Поэтому определение $\text{P}_{\text{A}}\text{CO}_2$ во время и после спортивных упражнений позволит судить о степени физической подготовленности и функциональном состоянии организма человека.

Таким образом, важным фактором, лимитирующим физическую работоспособность и функции дыхания может быть «двигательная» гипокания, развивающаяся во время напряженной физической работы вследствие элиминации неметаболического излишка CO_2 , как продукта разрушенного бикарбоната крови.

ИЗМЕНЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОЙ ГИПОКСИИ НА КУРОРТЕ ГАЛААЛТЫ

Г. П. Бадалов, О. Б. Исмаилов (Баку)

Экспериментальные исследования по изучению влияния курортных факторов курорта Галаалты на функциональное состояние сердца проводили в шести подгруппах по 4—6 кроликов в каждой. Первую составляли животные с экспериментальным инфарктом миокарда (ИМ), моделированным накануне прибытия на курорт «Галаалты», для которых из числа курортных факторов исключена минеральная вода. Вторая же подгруппа «пользовалась» всем комплексом курорта «Галаалты». У животных третьей и четвертой подгруппы ИМ моделировали через 5—7 дней после доставки на курортное место, т. е. после адаптации к гипоксическим условиям. Причём, третья группа подвергалась только влиянию климатических факторов, а четвертая получала и минеральную воду «Галаалты». Пятая и шестая подгруппы животных были контрольными. Одна из них с ИМ была оставлена в условиях города Баку, а другая — интактные «курортники» — разделена на две части: одна из них получала минеральную воду, а другая обычную воду.

Действие комплекса курортных факторов «Галаалты» (низкогорный климат, морское побережье и минеральная вода) на функциональное состояние сердца оценивалось по электрокардиографическим данным, полученным до и в динамике после воспроизведения инфаркта миокарда.

В деятельности сердца животных (как контрольных, так и особенно оперированных) в первые 2—3 дня пребывания в условиях курорта «Галаалты» отмечаются гипоксические сдвиги: усиливается сократительная способность миокарда, учащается ритм сердечных сокращений. На 2 сутки пребывания интервал P-Q, комплекс QRS и QRST по сравнению с нормой почти не изменяются, а ввиду укорочения интервала T-P (0,17 сек. против 0,20 сек. в норме) ритм сердечной деятельности учащается. Начиная с седьмых суток пребывания на курорте ритм сердечных сокращений интактных животных постепенно приближается к исходному (адаптация), а на 15 сутки исследований деятельность сердца почти нормализуется. Защитные свойства организма обусловлены условиями курорта, в частности снижением парциального давления кислорода и атмосферного давления, а минеральная вода, по-видимому, у здоровых особей никаких реакций со стороны сердечной деятельности не вызывает. У кроликов, доставленных на «курорт» с моделью ИМ признаки нарушения коронарного кровообращения определяются в более ранние сроки, чем у животных, которые с ИМ были оставлены в условиях

Баку. Период «болезни» в условиях курорта сокращается. У животных, находящихся в Баку, тенденция к восстановлению кровоснабжения сердечной мышцы отмечается через три недели. У «курортников» оно наступает значительно раньше и к 15—20 дням исследований деятельность сердца почти полностью восстанавливается. Комплекс курортных факторов, включая минеральную воду «Галаалты», усиливая окислительные процессы в организме, стимулируя защитно-приспособительные реакции, ускоряет восстановление деятельности сердца. Об этом свидетельствуют данные, полученные на животных, у которых инфаркт миокарда создавали после доставки и некоторой адаптации к условиям курорта «Галаалты». ИМ в условиях курорта протекал значительно легче и восстановление начиналось раньше, чем у контрольной группы.

Т. о. комплекс факторов «Галаалты» усиливает компенсаторные возможности сердца и способствует значительно раннему восстановлению его деятельности, нарушенной лигированием артерии.

ФУНКЦИЯ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ У БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ ПРИ ГОРНОКЛИМАТИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ

М. Н. Якушенко, Е. А. Шогенцукова (Нальчик)

Для изучения реакции организма больного бронхиальной астмой на горный климат у 28 больных изучено состояние глюкокортикоидной и минералокортикоидной функции коры надпочечников. У 22 больных была среднетяжелая бронхиальная астма, у 6 — тяжелая. Среди обследованных было 12 взрослых и 16 детей. Методом конкурентного белкового связывания с помощью набора CORTK (Cea-Ire-Sorin) определено содержание гидрокортизона, радиологическим методом с помощью набора ALDOK (Cea-Ire-Sorin) — содержание альдостерона в сыворотке крови. Исследования проведены 3 раза: в г. Нальчик, при поступлении в горы и к концу горноклиматического лечения.

Поступление больных в горы приводит к активации функции коры надпочечников, проявляющейся в увеличении концентрации гидрокортизона, степень которой зависит от тяжести заболевания. Это можно связать с изменением адаптационных возможностей организма больного. В процессе месячного горноклиматического лечения функция коры надпочечников, оставаясь у больных среднетяжелой бронхиальной астмой высокой в течение всего периода наблюдения, несколько снижалась к 30 дню пре-

бывания в горах. У больных с тяжелой бронхиальной астмой мало выраженная активация функции надпочечников при поступлении в горы в дальнейшем проявлялась более заметно, приближаясь по показателям к группе больных со среднетяжелой формой заболевания. У этой группы больных процесс адаптации несколько задержан, что клинически проявляется более удлиненным процессом саногенного действия горного климата.

Минералокортикоидная функция коры надпочечников у больных с различной тяжестью бронхиальной астмой была одинаковой. Поступление больных в условиях горной гипоксии приводит к заметной активации минералокортикоидной функции коры надпочечников, при этом у больных с тяжелой бронхиальной астмой концентрация альдостерона в этот период была более высокой, чем у больных со среднетяжелой формой заболевания. Увеличение содержания альдостерона характерно для острой фазы адаптации. В дальнейшем минералокортикоидная функция коры надпочечников снижалась до фонового уровня.

Однонаправленность изменения концентрации гормонов клубочковой и пучковой зоны надпочечников подтверждает корреляционная связь концентрации гидрокортизона и альдостерона. В острой фазе адаптации происходила одинаковая по силе активация глюкокортикоидной и минералокортикоидной функции коры надпочечников: обнаружена положительная корреляция средней степени между содержанием гидрокортизона и альдостерона. К концу горноклиматического лечения отмечена обратная корреляционная связь между этими показателями.

Таким образом, под влиянием горного климата у больных бронхиальной астмой происходит активация глюкокортикоидной и минералокортикоидной функции коры надпочечников, что является важнейшим компонентом адаптации организма больного к данному фактору и оказывает терапевтическое действие на течение бронхиальной астмы.

ИЗМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО СОСТАВА КРОВИ ПРИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЕ У ДЕТЕЙ И НЕКОТОРЫЕ ПУТИ ИХ КОРРЕКЦИИ

**Н. А. Тюрин, И. А. Глазова, Д. М. Коробко, Е. В. Подусков,
А. П. Шуляк (Москва)**

В последнее время отмечается рост заболеваемости бронхиальной астмой и увеличение числа больных с тяжелым течением болезни, что вызывает необходимость госпитализации этих детей в отделение интенсивной терапии и реанимации. По мнению ряда авторов, это объясняется не только повышенной аллер-

гизацией населения, но и бесконтрольным применением аэрозолей симпатомиметиков.

В течение 5 лет в реанимационном отделении детской клинической больницы № 1 г. Москвы наблюдался 21 ребенок в состоянии астматического статуса в возрасте от 1 года 10 мес. до 14 лет. Длительность от начала астматического статуса до поступления в отделение реанимации составляла от 10 до 24 часов.

Тяжесть состояния определялась дыхательной недостаточностью, которая у 12 детей протекала с явлениями гипокапнии (снижение $p\text{CO}_2$ до 28 мм/рт. ст.), а у 9 — с гиперкапнией (повышение $p\text{CO}_2$ до 83 мм/рт. ст.). Гипокапния, как правило, отмечалась в начальном периоде астматического статуса, а гиперкапния — при большей длительности заболевания. Нормокапнии в наших наблюдениях не отмечалось. Во всех случаях изменения газового состава крови сопровождались гипоксемией $p\text{O}_2$ от 68 до 15 мм/рт. ст.).

Астматическому состоянию сопутствует нарушение гемоконцентрации. Содержание гемоглобина повышалось до 97 ед., а гематокрита до 50%.

У больных с явлениями гипокапнии в комплекс лечебных мероприятий входили; инфузионная терапия (до нормализации реологических свойств крови) бронхолитики — эуфиллин до 20 мг на кг массы тела в сутки по методике Смита; глюкокортикоиды; антибактериальная терапия; сердечные гликозиды и симптоматическое лечение.

У детей с гиперкапнией, как правило, вышеуказанные мероприятия не оказывали положительного эффекта, в связи с чем возникала необходимость в проведении лечебной бронхоскопии с применением лаважа. В последующем, по тяжести состояния, в 7 случаях дети переводились на искусственную вентиляцию легких сроком от 4 до 48 часов.

При отсутствии эффекта от бронхолитиков для купирования астматического статуса в последнее время с положительным эффектом применялся допамин.

Учитывая выраженные изменения газового состава крови во время астматического статуса, у 7 детей в межприступный период астмы нами изучалась функция внешнего дыхания, состав альвеолярного воздуха, газы крови и поликардиография при нарастающей гипоксии с гиперкапнией и при физической нагрузке. Клинико-физиологические исследования позволят выявить корреляцию между показателями кардио-респираторной системы и тяжестью заболевания и найти научно-обоснованные средства коррекции этих нарушений.

НАРУШЕНИЕ ДЫХАНИЯ С ЯВЛЕНИЯМИ ГИПОКСЕМИИ И ГИПОКСИИ У ДЕТЕЙ С ИНОРОДНЫМИ ТЕЛАМИ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

И. Л. Кручинина, Н. А. Тюрин, В. Ф. Китайгородская,
О. П. Алексеева (Москва)

Инородные тела дыхательных путей чаще наблюдаются в детском возрасте, причем преимущественно у детей до 3—5 лет. Частота аспирации инородных тел, именно у детей, обусловлена рядом их анатомофизиологических особенностей.

В дыхательных путях инородные тела могут локализоваться в различных отделах — в гортани, трахее, бронхах. Легкие инородные тела нередко баллотируют в дыхательной трубке.

Тяжесть состояния при этом бывает обусловлена не только воспалительными осложнениями (трахеобронхит, пневмония, ателектаз или абсцесс легкого и др.) но и гипоксией и асфиксией.

Наибольшую опасность для жизни представляют инородные тела, фиксированные в гортани, так как вызывают выраженную степень гипоксии и асфиксию. Опасны также баллотирующие инородные тела, так как в любую минуту при изменении психического и физического состояния ребенка они могут ущемиться в голосовой щели и вызвать асфиксию.

Наиболее часто в детском возрасте инородные тела фиксируются в бронхах, особенно в правом. Однако выраженное гипоксическое состояние наблюдается только при больших размерах инородных тел.

За 5 последних лет в нашей клинике по поводу инородных тел дыхательных путей лечилось 114 детей, 75% из них были в возрасте до 5 лет. Инородные тела гортани наблюдали у 5 детей, баллотирующие — у 18; у остальных (91) инородные тела находились в бронхах (чаще в правом).

При поступлении в клинику общее состояние больных было очень тяжелое: одышка, выраженная гипоксия, цианоз видимых слизистых оболочек, акроцианоз, резкое втяжение уступчивых мест грудной клетки, тахикардия. Дети нуждались в оказании экстренной помощи, которая проводилась очень быстро. После удаления инородного тела состояние больного резко улучшалось, исчезали явления гипоксии.

У больных с инородными телами бронхов гипоксия была выражена в разной степени и зависела от характера инородного тела, его величины и длительности нахождения в бронхе. У больных отмечалась одышка, число дыханий было от 36 до 54 в 1 минуту, а у детей с развившимся трахеобронхитом или пневмонией достигало 60 в 1 минуту.

Следует отметить, что после извлечения инородных тел из бронхов гипоксия оставалась длительно, требовала дополнитель-

ных мер для ее ликвидации. Больных помещали в кислородные палатки, давали увлажненный кислород, вводили 4% раствор соды внутривенно, производили все мероприятия, необходимые для восстановления кислотно-щелочного состояния и снятия токсикоза.

Борьба с гипоксией у больных, аспирировавших инородные тела, должна проводиться в возможно более ранние сроки в целях профилактики необратимых изменений со стороны центральной нервной системы и ряда других органов и систем организма.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СТУДЕНТОВ

В. И. Петров (Москва)

В проблеме изучения состояния здоровья студентов можно выделить определенную группу исследований, посвященных преимущественно изучению физического развития и физического воспитания, основной целью которых является установление изменений показателей физического развития студентов в динамике обучения, разработке оценочных таблиц и стандартов физического развития и оптимальных форм организации физического воспитания с учетом состояния здоровья.

Наряду с характеристикой физического развития важное значение имеет изучение отдельных аспектов заболеваемости студентов вузов разного профиля.

Наиболее широкое распространение при оценке состояния здоровья получил метод изучения заболеваемости по обращаемости, основанный на сплошном учете заболеваний по всем нозологическим формам. Однако изучение заболеваемости только по данным обращаемости не всегда позволяет учесть все случаи заболеваний, что особенно относится к хроническим заболеваниям и к их начальным формам. Это связано с тем, что показатели обращаемости зависят от ряда таких факторов, как доступность медицинской помощи, уровень квалификации врачей, субъективное отношение больного к своему заболеванию и др.

Важное значение при изучении заболеваемости по обращаемости имеет оценка показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности. При этом ценность данного показателя возрастает в том случае, когда анализ показателей временной нетрудоспособности проводится с учетом социально-биологических факторов (возрастно-половой состав, условия обучения и быта, организация и качество медицинского обслуживания и др.). Такой углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности дает возможность выявить конкретные причины отдельных заболеваний и осуществить целенаправленное пла-

нирование и проведение необходимых лечебно-профилактических мероприятий в студенческих коллективах.

Материалы заболеваемости по данным обращаемости являются важным источником сведений о потребности в госпитализации и объеме больничной помощи. В свою очередь анализ заболеваемости по данным госпитализации позволяет более рационально планировать лечебно-профилактические мероприятия: режим обучения, санаторно-курортное лечение, лечение в профилактории, диетпитание.

Необходимым разделом при изучении здоровья студентов является анализ данных об академических отпусках по болезни, позволяющий получить дополнительную информацию не только о здоровье, но и судить об эффективности восстановительного лечения. Однако практика показывает, что не всегда лица, находящиеся в академических отпусках подвергаются динамическому наблюдению врачами лечебно-профилактических учреждений, обслуживающих студентов.

Ценную информацию о состоянии здоровья студентов представляют материалы анализа результатов углубленных медицинских осмотров. Проведение ежегодных медицинских осмотров с применением лабораторных и клинических методов дает возможность раннего выявления начальных стадий хронических заболеваний, позволяет выявить тенденции в состоянии здоровья студентов за период обучения в вузе. Ежегодная диспансеризация расширяет контингенты, подлежащие осмотрам. Поэтому возникает необходимость организационной перестройки системы медицинских осмотров путем оснащения их автоматизированной аппаратурой с высокой пропускной способностью. Положительный опыт такой организации осмотров имеется в 1 ММИ им. И. М. Сеченова.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что полноценная характеристика состояния здоровья студентов должна базироваться на комплексном подходе к его изучению с использованием всей медицинской информации.

Одним из факторов, определяющих здоровье студентов, является рациональная организация медицинского обслуживания. В настоящее время в нашей стране медицинскую помощь студентам оказывают врачебные здравопункты, вузовские, межвузовские поликлиники и студенческие отделения городских поликлиник.

Сравнительное изучение медицинской помощи, оказываемой студентам поликлиниками и здравопунктами при вузах, свидетельствует о том, что последние не в состоянии осуществлять в полной мере и объеме все виды специализированной помощи. Поэтому в настоящее время ведущая роль в медицинском обслуживании студентов принадлежит поликлиникам и отделениям городских поликлиник.

Деятельность лечебно-профилактических учреждений, обслуживающих студентов, имеет определенную специфику, что диктует необходимость научного обоснования ее организации.

ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

Э. Э. Саркисянц (Москва)

Важной составной частью — резервом интеллектуального потенциала страны является студенчество. Именно оно дает кадры для научных и учебных учреждений, производства. От того, насколько будет высок уровень идеологической подготовленности, профессионального образования и дееспособности студенчества зависят темпы развития науки и производства. Поэтому укрепление здоровья студентов должно рассматриваться как часть системы подготовки кадров высшей квалификации.

Почти во всех странах студенты выделяются как группа повышенного риска, так как они значительно чаще, чем молодые люди других социальных групп того же возраста, страдают различными соматическими расстройствами и нервно-психическими заболеваниями. Основными причинами повышенной заболеваемости студентов являются такие факторы как академические перегрузки, различные нарушения режима труда и отдыха, а также стрессовые ситуации, связанные с трудностями приспособления молодых людей к студенческой жизни и экзаменационным испытаниям. Поэтому мероприятия по укреплению здоровья студентов должны быть направлены на оптимизацию учебного процесса, гигиеническую регламентацию режима труда и отдыха, рациональную организацию медицинского обслуживания студентов.

Научно-техническая революция привела к бурному росту научной информации. В этих условиях подготовка специалистов высшего звена усложняется. При неизменных сроках обучения увеличивается объем программного материала, вводятся новые разделы, дисциплины, что приводит к перегрузке студентов, особенно младших курсов, в связи с недостаточной их адаптацией к вузовской системе обучения.

Учебную работу в вузе можно рассматривать как разновидность умственного труда. Все сказанное диктует необходимость научной организации труда в вузе и применения к планированию и организации его общепринятых методов планирования и организации трудовых процессов, в основе которых должно лежать нормирование учебного труда.

Задачей научной организации труда (НОТ) в вузе в современных условиях является приведение системы организации учебного процесса в соответствие с уровнем научно-технического прогресса. В НОТ студентов важное значение приобретают поиски внутренних резервов. Одним из таких путей является совершенствование системы организационных и педагогических мероприятий. В первую очередь речь идет о координации учебных планов и программ по вертикали и горизонтали, постоянном поиске новых, более совершенных форм и методов преподавания, контроля знаний и др..

Успешное решение задач, стоящих перед высшей школой, требует специальных социально-гигиенических исследований, направленных на изучение закономерностей формирования здоровья, особенностей режима труда и отдыха, питания и физического воспитания студенчества.

Над различными вопросами этой большой проблемы, в соответствии с заданием МЗ СССР и ГКНТ СССР, на протяжении ряда лет работает наш коллектив.

Изучение режима дня, обучения и работоспособности студентов вузов разного профиля в динамике на одних и тех же контингентах при разных видах учебной нагрузки на протяжении учебного дня и отдельных его периодов, в течение недели, семестра и года; анализ расписания занятий, определение трудоемкости дисциплин; изучение режима и организации питания в вузах позволили дать рекомендации к составлению оптимального расписания занятий, установить оптимальную продолжительность аудиторных и внеаудиторных занятий, дать физиолого-гигиеническое обоснование внедряемых новых методов преподавания ряда дисциплин в медицинском вузе, пятидневной учебной неделе. Изучены особенности суточных колебаний работоспособности, что может явиться основой для составления оптимального распорядка дня, расписания. Физиолого-гигиеническая характеристика различных форм контроля знаний студентов с учетом личностных особенностей дала возможность обосновать целесообразность введения тестовых экзаменов для лиц, склонных к невротическим реакциям.

На основании комплексных физиолого-гигиенических и педагогических исследований показано, что оптимизация форм и методов обучения и контроля знаний студентов позволяет улучшить функциональное состояние организма, повысить работоспособность и активизировать учебную деятельность студентов. Это говорит о необходимости проведения совместных исследований специалистами разного профиля при решении задач НОТ студентов.

Результаты изучения влияния рабочих поз на функциональное состояние организма послужили основанием для проведения серии исследований по изучению работоспособности и произ-

водительности труда в связи с организацией рабочего места. Это позволило обосновать функциональные размеры для аудиторной мебели вузов.

Изучение двигательного режима студентов методом анкетирования и путем хронометражных наблюдений показало, что в их режиме дня преобладают статические компоненты деятельности. При этом выявлены различия в зависимости от пола, места проживания (в общежитии, дома), профиля вуза.

В настоящее время студенчество рассматривается как особая профессионально-производственная группа, объединенная определенной возрастной категорией, специфическими особенностями труда и условиями жизни, которые могут отражаться на состоянии здоровья будущих специалистов.

В этой связи на протяжении ряда лет изучалось состояние здоровья, заболеваемость и организация медицинского обеспечения студентов. Исследование проводилось на основании анализа медицинской документации и динамического наблюдения за одной популяцией студентов за период обучения в вузе, что позволило разработать схему изучения заболеваемости студентов.

Сочетание изучения заболеваемости по результатам комплексных медицинских осмотров, данным обращаемости и нетрудоспособности в процессе обучения и прохождения производственной практики, дало возможность выявить контингент больных и уточнить группу студентов, у которых заболевания, подлежащие диспансерному наблюдению, появились в интервале между осмотрами.

Использование современных статистических методов при анализе (филь вуза), а также качественную и количественную зависимость уровня и структуры ее от влияния ряда факторов, имеющих место в вузе (возраст, пол, условия жизни, курс, факультет, профиль вуза), а также качественную и количественную зависимость заболеваемости от указанных факторов.

Динамическое углубленное изучение состояния здоровья студентов с привлечением разных специалистов и проведением лабораторных исследований дало возможность установить начало возникновения и особенности течения, частоту распространения некоторых заболеваний.

Результаты проведенного сплошного клинико-психологического изучения психического здоровья и характера адаптации к условиям обучения студентов вузов разного профиля позволили установить зависимость адаптации от их личностных особенностей, наличия и форм нервно-психических расстройств, от микросоциальных факторов и профиля вуза.

Повышение качества медицинской помощи и уровня организации работы лечебно-профилактических учреждений, предусмотренное рядом постановлений партии и прави-

тельства требует совершенствования форм и методов работы врачей студенческих поликлиник, учетной и отчетной документации. Анализ существующей в поликлиниках документации и постановка научного эксперимента явились основой для разработки нового учетного документа — медицинская карта студента и учащихся средних специальных учебных заведений.

На основании изучения бюджета времени, форм и методов работы врачей студенческих поликлиник разработаны рекомендации по рациональной организации работы врачей, которые переданы в МЗ СССР и использованы при подготовке нового приказа по медицинскому обслуживанию студентов и положения о враче-терапевте вуза.

Физиолого-гигиеническое обоснование организации учебного процесса, комплексное изучение состояния здоровья за период обучения и организации медицинского обслуживания позволили разработать ряд методических рекомендаций, направленных на оптимизацию режима труда и охрану здоровья студентов.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАННИХ НАРУШЕНИЙ НЕРВНОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

А. И. Киколов, В. В. Плотников (Москва)

К умственной деятельности студента в настоящее время предъявляются все более высокие требования. Структура учебной деятельности студента, составляющая основу его умственного труда, многогранна и своеобразна.

Неизбежность возникновения информационной перегрузки, выраженного эмоционального напряжения при дефиците времени в процессе обучения позволяют прогнозировать следствие влияния этих факторов на организм вновь поступивших в вуз студентов с учетом состояния здоровья, ряда личностных и вегетативных характеристик. Поэтому исследование ранних функциональных нарушений у студентов-первокурсников приобретает первостепенное значение. Именно на первом курсе происходит ломка старого и создание нового стереотипа студента и основная нагрузка при этом падает на центральную нервную систему (ЦНС). Проведение массовых эпидемиологических обследований студентов в начале учебного процесса позволяет строить краткосрочные и долгосрочные прогнозы здоровья студентов в зависимости от выявления у них внешних и внутренних факторов риска, степени и продолжительности их воздействия.

Однако в настоящее время эпидемиолого-профилактические

обследования здоровых лиц связаны с большими трудностями как методологического плана, так и при трактовке результатов исследования. Еще не разработаны специфические методики изучения пограничных состояний организма. Поэтому комплексное изучение церебральных и вегетативных коррелятов является наиболее перспективным подходом к изучению здорового человека.

Ценность эпидемиологических обследований заключается в том, что помимо выявления больных студентов с уже стабильными патологическими изменениями выделяется группа здоровых студентов, подверженных факторам риска, поскольку число нервных перенапряжений информационного характера, неврозов и нарушений структуры сна, а также заболеваемость гипертонией у студентов постоянно возрастают. Поэтому в учебных условиях, особенно в начале учебы, очень важно выделить группу студентов с дезадаптационными психофизиологическими нарушениями, то есть предрасположенных к невротическим и сердечно-сосудистым заболеваниям. Особо следует подчеркнуть, что знание учебных факторов риска, причин и условий возникновения и развития дезадаптации у студентов является важным исходным условием для прогнозирования возможности развития болезни. Такой прогностический подход позволил выявить не только учебные факторы риска, способствующие возникновению болезни, но и воздействовать на эти факторы и контролировать их в процессе обучения и тем самым предотвратить развитие заболеваний.

При проведении массовых эпидемиологических обследований студентов мы решали следующие задачи: комплексное экспериментально-профилактическое и прогностическое обследование студентов, длительные наблюдения за студентами с ранними функциональными нарушениями и выявление учебных факторов риска с целью изучения динамики дезадаптационных механизмов под влиянием процесса обучения, изучение возможностей и способов устранения учебных факторов риска и разработка профилактических рекомендаций, стандартизация и разработка критериев и методов оценки и прогноза начальных проявлений функциональных нарушений нервной и сердечно-сосудистой систем организма.

При проведении комплексного обследования 2142 студентов первого курса МВТУ им. Н. Э. Баумана применялись следующие методы исследования: на первом этапе обследования студенты при заполнении опросника, разработанного нами, отвечали на 50 вопросов, характеризующих уровень их социального комфорта, учебной адаптации, астенизации, тревожности и состояния здоровья. При обследовании нервной системы студентов акцентировалось внимание на таких симптомах неврологического статуса, как нистагм, нарушение конвергенции глазных яблок, симптом

Хвостека, симптомы орального автоматизма, оживление сухожильных и периостальных рефлексов, нарушение координации движений, тремор век и пальцев рук, дистальный и общий гипергидроз. Изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы и мозговой гемодинамики проводилось путем измерения артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС) и регистрации реоэнцефалограммы (РЕГ). Вегетативный тонус оценивался по величине вегетативного индекса Кердо (ВИ), проводился расчет минутного объема кровообращения (МОК).

На основании данных, полученных при обработке ответов на вопросы опросника, неврологического статуса и состояние сердечно-сосудистой системы было выявлено 29,6% студентов с различными социально-учебными и психофизиологическими нарушениями. Наиболее представительными являются группы студентов с наличием артериальной гипертензии (11,9%) и ряда функциональных нарушений ЦНС (13,5%). Заслуживает внимания тот факт, что 29,2% практически здоровых студентов имеют высокий уровень тревожности.

Повторное выборочное обследование этих студентов в период весеннего медосмотра выявило следующее: из 39 студентов с выявленной ранее гипертензией у 8 (20,5%) АД нормализовалось и они в течение года не предъявляли никаких жалоб. У 31 студента на протяжении года цифры АД оставались высокими. Отмечалось незначительное преобладание ваготонии, МОК был в среднем выше, чем в других группах ($p < 0,05$).

В группе студентов с выраженной гипотонией (30 чел.) у половины студентов цифры АД по сравнению с началом учебного года несколько возросли, однако вегетативный тонус исследуемых был крайне неустойчивым и лабильным, индекс Кердо чаще был положительным, что и отразилось на среднем показателе преобладанием симпатического тонуса. МОК в среднем был наиболее низким ($p < 0,05$), а функциональные неврологические сдвиги отмечались чаще.

С точки зрения дезадаптации к процессу обучения группа студентов с функциональными нарушениями нервной системы (35 чел.) представляет особый интерес, поскольку именно здесь за год учебы отмечалось увеличение неврастений и астеноневрозов, диагностированных ранее. Именно в этой группе 22 студента имели высокий уровень тревожности, тогда как в других группах количество высокотревожных не превышало 33—36%. В период сессии, которая является критическим моментом адаптации студента, изменения исследуемых психофизиологических параметров свидетельствуют о более интенсивном нарастании перенапряжения у высокотревожных студентов. Кроме того, эти студенты по ряду неврологических показателей являются как бы

переходным звеном между здоровыми и астенизированными студентами.

Анализ РЭГ высокотревожных студентов в период сессии показал, что к концу сессии отмечается увеличение интенсивного пульсового кровонаполнения сосудов головного мозга в обоих полушариях ($p < 0,05$), если у низкотревожных студентов к середине сессии отмечается смена доминантности полушария по кровораспределению и регистрируется правосторонний тонус, то у большинства высокотревожных студентов левостороннее прева-лирование кровонаполнения сохраняется не только до конца сессии, но и остается таковым после каникул ($p < 0,05$). Стрессовое воздействие сессии по разному отражается на гемодинамике мозга здоровых, высокотревожных и больных студентов. Наиболее значительно выражена интенсивность пульсового кровонаполнения на стрессовую реакцию у студентов с функциональными нарушениями ЦНС и у высокотревожных студентов по сравнению со здоровыми.

Важность эпидемиолого-профилактических исследований заключается ещё в том, что помимо выявления больных студентов с изменениями нервной и сердечнососудистой систем выделяется группа здоровых студентов, подверженных факторам риска. Комплексный подход к проведению эпидемиологических исследований студентов позволяет установить дисбаланс между различными системами организма. Обследование студентов приобретает прогностическое значение и может выявить ряд факторов риска, ведущих к перенапряжению ЦНС, а раннее выявление студентов, подверженных заболеваниям, позволит целенаправленно воздействовать на них и предотвратить развитие патологии, академические отпуска по болезни и отчисление студентов из вуза.

ПРОБЛЕМА НАПРАВЛЕННОСТИ В АДАПТАЦИИ СТУДЕНТОВ

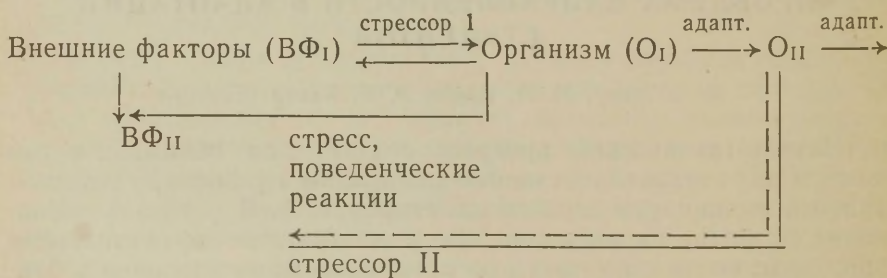
Л. Э. Кару, М. П. Клейн, Э. Я. Кахар (Тарту)

Научно-технический прогресс создаёт для человека, в том числе и для студента, постоянно меняющиеся условия, к которым каждый индивидуум должен адаптироваться. В условиях социализма развитие науки и техники и повышение эффективности производства не могут идти по пути ущемления здоровья и благосостояния человека. Именно поэтому мы должны тщательно исследовать сложные процессы и возможность адаптации студентов как наших будущих специалистов. Процесс адаптации протекает в постоянной взаимосвязи между внешней средой

(социальными, экономическими, культурными, физическими, химическими и биологическими факторами) и конкретным человеком (в зависимости от его генетических предпосылок, способности реагировать, толерантности и выносливости) (М. Шеффер, 1976).

В этом отношении человек и процесс адаптации представляется в виде открытой системы, и его взаимосвязь с внешней средой нужно изучать комплексно: с одной стороны, исследовать длительность, характер, интенсивность и значение различных факторов внешней среды, а с другой — характер, интенсивность и динамику реакций организма студентов на различные внешние раздражения. Воздействие внешних факторов на организм студента при быстром развитии общества усиливается в связи с увеличением количества этих факторов и усложнением их внутренней структуры. Это приводит к напряжению приспособительных и адаптационных биохимических, нейрофизиологических и поведенческих механизмов студента. В условиях такой напряжённости могут возникать серьёзные дисфункции организма вследствие даже незначительных врождённых или приобретённых нарушений, которые при более спокойной жизни оставались бы незамеченными. Примером таких возникающих при адаптационном напряжении расстройств являются т. н. «болезни цивилизации» — неврозы, ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, нарушения мозгового кровообращения и т. п., число и частота которых растёт, несмотря на развитие медицины. Всё это с особой силой сказывается у мужчин, смертность которых в возрасте 25—70 лет в 2,5—4 раза выше, чем у женщин того же возраста. Для более близкого изучения причин таких нередко приводящих к смерти болезней и исследования процессов адаптации нужны комплексные медико-социальные исследования.

Процессы адаптации человека к условиям внешней природной и социальной среды можно изобразить по упрощённой схеме:



ВФ_I означает комплекс внешних факторов в данный (или исходный) момент времени, влияние которых может оказаться стрессором для организма.

O_1 означает данное (или исходное) состояние систем организма, на которое в определённый момент влияет $ВФ_1$. После этого влияния наступает первый этап стрессовой или поведенческой реакции, которому последует адаптация, и развивается новое состояние внутренних биохимических, нейро-физиологических и поведенческих реакций (O_{II}). В то же время, внешние факторы также претерпевают изменения — как по внутренним законам их собственного развития, так и вследствие активного воздействия со стороны человека. Образуются новые комплексы внешних факторов ($ВФ_{II}$), которые в свою очередь влияют на организм O_{II} . Это значит, что организм человека фактически постоянно должен адаптироваться к условиям, которые постоянно меняются и в которых всегда будет доля нового.

С социально-гигиенической точки зрения важно, в каких направлениях протекают процессы адаптации студента.

Направленность этих процессов может оказаться разной и в общих принципах следующей:

1. Прогрессирующая направленность адаптации ($O_1 < O_{II} < O_{III}$), при которой организм успешно адаптируется к новым ситуациям и в ходе этого достигает новые уровни, более совершенные, чем на предыдущих этапах адаптационного процесса. Такую направленность условно можно называть направлением здоровья.
2. Стабилизирующая направленность ($O_1 \cong O_{II} \cong O_{III}$), при которой внешние факторы либо мало меняются, либо организм активно остерегается изменений и разнообразия. При такой направленности адаптации организм практически и не повреждается и мало или совсем не развивается.
3. Регрессирующая направленность ($O_1 > O_{II} > O_{III}$), при которой каждый новый уровень жизнедеятельности организма менее совершенный и появляются помехи в деятельности. Условно такую направленность можно называть направлением болезни или дезадаптацией.
4. Смешанная направленность, при которой в каждый определённый отрезок времени одно направление может чередоваться или оказаться вытесненным другим, или одни системы организма развиваются прогрессирующим, а другие — регрессирующим направлением.

При изучении организма человека как объекта социально-гигиенического исследования нужно для каждого человека установить такой предел внешних факторов и их влияния, при котором организм был бы поврежден как можно меньше. Наряду с этим, для определенного человека необходимо находить такие виды и качества действий, при которых процессы адаптации носили бы для него прогрессирующую направленность. Для

выполнения определенных действий и работ следует выявлять людей, для которых необходимая адаптация к этому виду работы или деятельности носила бы максимально прогрессирующую (или стабилизирующую) направленность.

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ИХ ЗДОРОВЬЯ

С. И. Тамм (Таллин)

Система подготовки специалистов в вузе требует обеспечить высокую интенсивность и качество процесса обучения, сохраняя при этом контингент учащихся. Подготовка будущих учителей предъявляет также свои особые требования.

Напряженность и ответственность работы учителя может привести и приводит к истощению психических и физических ресурсов, к росту текучести при отсутствии профессиональной адаптации. Основы такой профессиональной адаптации должны быть заложены со студенческой скамьи.

Опираясь на исследования, проводимые в эстонских школах, в качестве основ для будущей профессиональной адаптации можно выделить:

- успешность учебной и внеучебной деятельности студентов,
- их здоровье и
- мотивацию к будущей профессии.

Таким образом, понятие профессиональной адаптации включает в себя профессиональный, психологический и медицинский аспекты. Поэтому исследование особенностей адаптации и формирование ее основ осуществляется в ТПедИ на междисциплинарном уровне: медиками, педагогами, психологами, социологами.

Интеграция усилий специалистов разных профессий становится возможной при наличии единого концептуального подхода к будущему учителю как активному деятелю — субъекту.

Субъект обладает тремя уровнями регуляции и саморегуляции, тесно связанными между собой:

- физической (организменные реакции)
- психической (интеллектуальная, эмоциональная регуляции)
- личностной (ценностная, нормативная регуляции и др.).

От согласованности действия этих уровней зависит успешность реального поведения субъекта, его работоспособность, развитие, а также здоровье в целом. Вся жизнедеятельность субъекта протекает в условиях среды, которую условно можно

разделить на физическую (предметно-пространственную), психологическую и социальную.

Возникновение различных отклонений от нормы (болезней, конфликтов, разочарований и др.) бывает связано с дисгармонией между различными уровнями регуляции субъекта и среды. Для коррекции отклонений необходимо уточнить на каких и между какими именно уровнями субъекта и среды возникли напряжения, а также — их продолжительность.

Продолжительное напряжение, возникшее на одном уровне регуляции, может распространиться и на другие уровни. Поэтому в процессе коррекции отклонений невозможно ограничиваться только социальной или биологической адаптацией, но необходимо подключать также ряд промежуточных форм (психофизиологическая, психическая, психосоциальная, в том числе и профессиональная адаптация), объединяющих социальное и биологическое в единое целое.

Как в возникновении заболевания, так и в восстановлении и укреплении здоровья важную роль играет **интраперсональная адаптация** — равновесие и гармония внутри собственного «я»: согласованность ценностей, установок, целей, самооенок, потребностей, т. е. гармония в отношениях к миру и к себе. Многокомпонентность внутренней структуры личности и неравномерное созревание каждого из компонентов существенно увеличивают вероятность дисгармоний, и, стало быть, число факторов риска для здоровья.

Особенности физического развития и состояние здоровья (физический уровень) сами по себе не являются личностными характеристиками, но могут входить в контексте психических реакций в структуру личности в условиях, когда от них зависит работоспособность и особенности общения человека.

Данные самооенок свидетельствуют о том, что студентки склонны излишне критически оценивать свое физическое развитие, предъявляя завышенные требования к идеальному телосложению, что часто приводит к повышению тревожности.

Продолжительное эмоциональное напряжение и тревожность, вызванные психосоциальными факторами, в свою очередь, влияют на снижение самооенок, ухудшение внимания, памяти, психомоторной координации, академической успеваемости, а также вызывают вегетативные и др. функциональные сдвиги.

Эффективным средством коррекции эмоционально-стрессовых реакций перед экзаменами можно считать применяемую нами рациональную психопрофилактику.

На основании динамического исследования морфо-функционального состояния организма (нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, иммунологической и свертывающей систем), а также индивидуально-психологических особенностей студентов были установлены местные оптимальные

антропометрические индексы и рабочие критерии оценки состояния здоровья студентов. На основании этих критериев были выделены следующие уровни состояний здоровья:

- 1) — оптимальное здоровье (для данных условий среды);
- 2) — здоровье, отягощенное факторами риска (в том числе — наследственностью);
- 3) — душевный и социальный дискомфорт;
- 4) — здоровье с наличием сдвигов в физиологических функциях (физический дискомфорт);
- 5) — здоровье, отягощенное частыми острыми заболеваниями;
- 6) — компенсированное хроническое заболевание;
- 7) — декомпенсированное хроническое заболевание.

У студентов **второго, третьего и четвертого** уровней здоровья отмечается пониженная работоспособность. Они также расположены к психосоматическим заболеваниям и нуждаются в превентации. Об этом обычно не знают и сами студенты. Зачастую отсутствуют и данные об этих лицах во врачебном пункте вуза.

Данный подход к изучению здоровья студентов позволяет так построить работу службы здоровья, чтобы адресовать ее услуги строго в соответствии с состоянием здоровья студентов.

В настоящее время в ТПедИ создан **кабинет профессиональной психогигиены и рекреации**, главная задача которого состоит в реализации принципа **санаготики** — развития у студентов навыков охраны своего здоровья. Осуществление этой задачи связано с формированием способности самостоятельной оценки своего здоровья на основе аутодиагностики и обнаружения причин появления симптомов.

С этой целью студенты знакомятся с **аутосаногенезом** (описания особенностей процессов своей жизнедеятельности и выявления факторов воздействующих на их развитие и здоровье также с данными о собственных физиологических и психосоматических особенностях. Такой способ самоконтроля укрепляет способность самостоятельного принятия решений относительно собственного здоровья. Это способствует своевременному принятию мер по его укреплению, а также облегчает профессиональную адаптацию.

В зависимости от уровня состояния здоровья студентов применяются также различные профилактические и реабилитационные методы: рациональная психотерапия, рациональная гимнастика, релаксация, психологический тренинг обучения навыкам общения.

Приведенный подход показывает, что деятельность службы здоровья может быть выражена не только в воздействии на субъективные организмические факторы, но и в активизации у студентов процессов саморегуляции внутренней и внешней среды.

МОДЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТУДЕНТОВ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

В. И. Мазуревич (Мурманск)

Среди многих проблем в системе высшей школы проблема физического состояния студенчества занимает особое место.

Вводя представление о том, что уровень физического состояния студенческой молодежи может служить критерием оценки здоровья, физического развития, функционального состояния организма и физической подготовленности, мы полагаем, что в нем отражаются связи с окружающей средой, где большое влияние оказывают климато-географические условия региона.

Исследования многих авторов (Авцын, Арнольди, Бобров, Данишевский, Ефремов, Казначеев, Кандрор, Лебедев, Рапорт, Слоним, и др.) показали, что экстремальные климато-географические условия, присущие Крайнему Северу, накладывают на физическое состояние человека свою особенность. Можно сказать, что в процессе адаптации происходят некоторые перестройки (изменения) в состоянии здоровья, морфологических, физиологических и физических показателях, формируя определенный уровень физического состояния у проживающих в высоких широтах.

В связи с этим мы сочли целесообразным опубликовать некоторые материалы исследований, проведенных нами в 1960—1980 годах. Материалом для изучения послужили данные, полученные в результате анализа заболеваемости, углубленного медицинского осмотра, медико-биологического исследования и контрольных испытаний по физической подготовленности студентов Кольского Заполярья. В обследовании приняло участие свыше 12 тыс. студентов, которые являлись коренными жителями (аборигены первого поколения русской национальности) Кольского полуострова.

Материалы указывают на сниженный уровень состояния здоровья студенческой молодежи Заполярного педвуза. Это выражается в довольно большом количестве лиц, отнесенных к подготовительной (10,3—15,6%) и специальной (14,8—16,3%) медицинским группам.

При анализе заболеваемости обращает на себя внимание значительный удельный вес сердечно-сосудистой патологии (6,8—8,2%), органов дыхания (15,4%), превалирует хронический тонзиллит и тенденция к увеличению числа лиц с нарушением органов зрения (миопическая рефракция) до 52,2%. Артериальное давление в пределах нормы установлено у 78,0% обследованных, повышенное — у 8,4%, пониженное — у 13,6%. При гипотоническом состоянии у студентов отмечалась сниженная умственная и

физическая работоспособность, предъявлялись жалобы на головную боль неприятные ощущения в области сердца.

При определении степени резистентности капилляров у большинства обследованных (64,6%) была выявлена низкая их стойкость, что есть следствие длительного «ультрафиолетового голода» и постоянно сниженного С-витаминного обеспечения организма. Гематологическая картина у студенток характеризовалась значительной сезонной динамикой показателей, которые были особенно низкими в период полярной ночи.

Отмечается, что большинство физиологических показателей у студенток (гипотония, анемичное состояние, лейкопения, С-гиповитаминоз, снижение стойкости капилляров, повышенная чувствительность кожного покрова к ультрафиолетовым лучам) продолжают нести отпечаток своеобразных региональных климато-географических условий.

За данный временной период отмечается улучшение физического развития студенток (рост, вес) и снижение показателей окружности грудной клетки, жизненной емкости легких и становой силы.

При анализе физической подготовленности отмечается снижение показателей, характеризующих скоростно-силовые качества студенток.

На основании проведенного исследования составлена модель физического состояния студенток Кольского Заполярья.

Таким образом, влияние окружающей среды (социальной и климатической) оказывает видимое изменение на физическое состояние студенческой молодежи Заполярного края.

Поскольку качество окружающей среды и уровень физического состояния тесно связаны между собой, характер этих связей может быть выражен определенными качественными и количественными показателями в отдельных регионах. По-видимому, это как раз та задача, к решению которой следует стремиться в исследованиях уровня физического состояния студенческой молодежи. В то же время, выявляя отдельные отрицательные факторы (социальные и климатические), оказывающие воздействие на здоровье, физическое развитие и подготовленность студенческой молодежи, необходимо принимать соответствующие меры для частичной или полной их нейтрализации.

В связи с этим в институте разработана система оздоровительно-профилактических мероприятий, которая внедрена в практическую деятельность, что позволит повысить общий уровень физического состояния студенчества Кольского Заполярья.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ В МОСКВЕ

К. Т. Ветчинкина (Москва)

Проблема адаптации человека к новым климато-географическим и социальным условиям является одной из актуальных проблем биологии и медицины. Большое количество исследований посвящено приспособлению человека в экстремальных условиях среды — в холодном и жарком климате, в горах и пустынях, в космическом полете и при погружении в глубины океана. О том, как адаптируются люди, приехавшие из тропических и субтропических стран, в умеренном климате средней полосы СССР, до сих пор известно мало.

Данная работа посвящена изучению этого аспекта проблемы адаптации. В ней исследовался процесс приспособления студентов Университета дружбы народов имени Патриса Лумумбы, представителей 105 стран Азии, Африки и Латинской Америки, в условиях Москвы.

Проведен комплексный статистический анализ (методом бесповторной случайной выборки) заболеваемости 3500 студентов Университета дружбы народов, среди которых 2830 иностранцев и 670 советских студентов из средней полосы СССР. Уровень заболеваемости советских студентов был принят за базовый уровень отсчета (контроль). Иностранные студенты были разделены на 4 группы по их этнографическим особенностям и географическим условиям стран приема: на представителей стран Ближнего и Среднего Востока, Юго-Восточной Азии, Латинской Америки и Африки.

Для оценки адаптивных изменений устойчивости организма важное значение имеют физиологические показатели, характеризующие данный контингент студентов при их поступлении в Университет. Были исследованы рост и масса тела студентов, соотношение роста и массы тела, окружность грудной клетки (во время паузы, на вдохе и на выдохе), жизненная емкость легких, сила мышц (ручная и станочная), а также время восстановления частоты сердечных сокращений после дозированной физической нагрузки.

По уровню физического развития студенты распределяются следующим образом: на первом месте — студенты из СССР, на втором — из Африки, на третьем — из Латинской Америки, затем студенты из стран Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии.

В процессе адаптации иностранных студентов к условиям жизни в Москве устойчивость их организма изменяется по годам обучения, что отражается на динамике их заболеваемости по некоторым группам нозологических форм. К ним относятся

болезни органов дыхания, вегетососудистые дистонии, болезни сердечно-сосудистой системы и желудочно-кишечного тракта, а также различные неврозы. По-видимому, эти заболевания можно считать болезнями адаптации.

Анализ заболеваемости по всем указанным группам нозологических форм показал, что изменения устойчивости организма в процессе адаптации имеют некоторые определенные закономерности. В течение первого года пребывания в Москве иностранные студенты болеют относительно мало, на втором году заболеваемость резко возрастает, достигая максимальных величин для всех групп болезней, кроме неврозов; затем в последующие годы она постепенно снижается и к пятому году обучения становится сравнимой с заболеваемостью советских студентов. Динамика заболеваемости неврозами отличается от описанной тем, что наибольшее количество неврозов наблюдается на третьем году обучения. Советские студенты значительно меньше иностранцев страдают вышеуказанными болезнями, и только заболевания сердечно-сосудистой системы распространены среди них больше, чем среди иностранцев.

Изменения устойчивости организма у всех студентов, независимо от региона, наступают в одни и те же сроки. Однако надежность защитных механизмов различных физиологических систем у представителей разных регионов неодинакова. Это проявляется в том, что студенты из Юго-Восточной Азии больше страдают болезнями органов дыхания, студенты из стран Ближнего и Среднего Востока — вегетососудистыми дистониями, африканцы — заболеваниями желудочно-кишечного тракта, латиноамериканцы — неврозами, а советские студенты — сердечно-сосудистыми заболеваниями. Можно предположить, что иммуно-реактивные и защитные регуляторные механизмы у представителей разных регионов обладают определенной специфичностью, обусловленной генотипическими и фенотипическими особенностями организма.

Следует отметить, что характер кривой заболеваемости по перечисленным группам нозологических форм, а следовательно, и адаптивных изменений у советских и иностранных студентов аналогичен. Это свидетельствует о том, что у советских студентов, привычных к климатическим особенностям средней полосы СССР, также имеет место нелегкий для организма период адаптации к новым условиям жизни и обучения в вузе.

Динамика язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки проявляет другую закономерность, чем все заболевания, описанные выше: число больных язвенной болезнью от первого к последнему году обучения постепенно увеличивается. Аналогичная динамика наблюдается у гипертонической болезни, что свидетельствует о явлениях дезадаптации у некоторого числа студентов.

Существует много заболеваний, динамика которых практически не зависит от сроков пребывания в Москве, т. е. эти болезни не связаны с физиологическими аспектами адаптации. К ним относятся туберкулез, инфекционные и аллергические заболевания, болезни суставов, заболевания периферической нервной системы, травмы и др..

В данной работе была сделана попытка установления связи заболеваемости с погодными условиями Москвы. Наиболее отчетливо изменение устойчивости организма в процессе адаптации отражается в динамике ОРЗ; кроме того, ОРЗ тесно связаны с изменением теплового состояния человека. Динамика ОРЗ за 5 лет обучения у студентов 1971 года приема была сопоставлена с погодными условиями Москвы за 1971—1975 г.г.

По данным Гидрометцентра СССР были составлены графики изменения различных метеорологических показателей (температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, количества осадков, скорости ветра и продолжительности солнечного сияния) по их среднемесячным характеристикам. Была исследована зависимость динамики ОРЗ от комплекса метеофакторов, для чего было составлено линейное уравнение регрессии в многомерном пространстве, характеризующее «жесткость» погодных условий.

Сопоставление колебаний полученного критерия жесткости погоды с динамикой ОРЗ дало коэффициент корреляции около 0,7. В то же время это сопоставление показало, что закономерности изменений устойчивости в адаптационном периоде (подъем заболеваемости на втором году обучения с последующим постепенным ее снижением) не связаны с погодными факторами.

Критерий жесткости погодных условий был сопоставлен также с динамикой вегетативных неврозов и неврозов. Связь между ними оказалась весьма близкой по характеру к той, которая наблюдалась по отношению к динамике ОРЗ. Это позволяет предположить, что предложенный критерий жесткости погоды имеет более общий характер и отражает влияние погодных условий на резистентность организма.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ.

А. И. Яроцкий (Гродно)

Длительная и напряженная в режиме дня студента вуза деятельность высших систем мозга, сочетающаяся с усиливающимся влиянием факторов гипокинезии и гиподинамии, обуславливает формирование специфического морфо-функционального

статуса организма, характеризующегося снижением активности функциональных систем, а также уровней физического развития и физической подготовленности.

В Гродненском госуниверситете по данным оценки уровней физической подготовленности и развития функциональных систем методом выборочного комплекса физических нагрузок и функциональных проб, принятых по критериям в диапазоне физиологических стандартов за 100%, выявлено заметное улучшение физического состояния студентов после второго года обучения и последующее снижение его. При этом относительная суммарная выраженность уровня физического состояния студентов по годам обучения составляла: на первом (в начале обучения) — 45%, на втором (в конце четвертого семестра) — 80%, на третьем — 70%, на четвертом — 60%, на пятом — 40%. Отсюда следует, что в периоды от третьего до выпускного курсов обучения должны быть внесены существенные коррективы процесса физического совершенствования студентов, предусматривающие максимальное использование прежде всего физиологических резервов двигательной адаптации как важнейшего канала укрепления и сохранения здоровья человека.

Необходимо коснуться теоретических предпосылок поиска физиологических резервов направленного совершенствования функциональных систем организма методом двигательной активности.

Есть объективные основания поставить вопрос о дифференциальном расчете суммарного оптимума мышечных нагрузок, рационально распределенных в режиме бодрствующего времени суточной периодики и циклах физического совершенствования. Требуется корреляционный расчет на основе физиологических критериев ритма, длительности, интенсивности, характера, последовательности, кратности, переключений, эмоциональной окраски, мотивации двигательных действий.

Другим существенным физиологическим резервом двигательной адаптации студентов, по нашим данным, является активация механизмов перерабатывающей функции мозга в условиях интенсивной вестибуло-проприоцептивной афферентации. У более 900 обследованных нами студентов стато-кинетическая устойчивость к окончанию годовичного учебного цикла не имеет тенденции роста, что согласуется с положением Г. Л. Комендантова и Н. А. Разолова (1979) о снижающейся стато-кинетической устойчивости у современного человека.

Специфическое оздоровительное значение для студентов приобретает такой адаптативный резерв как активация сосудистых рефлексогенных зон в измененных условиях действия силы гравитации. Под влиянием физических нагрузок, сопряженных с воздействием силы гравитации в направлении таз-голова, достигается совершенствование прессио-депрессорных механизмов регу-

ляции кровообращения. У студентов обнаружен феномен нарастания минимального артериального кровяного давления в циклах суточной и годичной периодики.

Особая роль при усиливающемся влиянии факторов гипокинеза и гиподинамии принадлежит активации механизмов неспецифического повышения устойчивости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды, что может достигаться определенной структурой физических нагрузок в сочетании с другими воздействиями. Ранее выдвинутое нами положение о единице двигательной, тепловой и лучевой адаптации содержит методологическую основу моделирования структуры и средств практических мероприятий, направленных на повышение неспецифической устойчивости организма к неблагоприятным факторам среды.

Вышеотмеченные физиологические резервы двигательной адаптации рассматриваются нами как основополагающие в определении структуры мышечных нагрузок, направленных на укрепление и сохранение здоровья студентов вузов. Важнейшим требованием физиологического обоснования физических нагрузок оздоровительной направленности является проведение их в оптимальные отрезки времени суточной периодики и в циклах физического совершенствования.

ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ЗДОРОВЬЯ МОЛОДОГО ОРГАНИЗМА

Р. В. Силла (Таллин)

Как двигательная активность (ДА), так и здоровье (ЗД) определяются генетически и обуславливаются влиянием окружающей среды. ДА управляет ЗД человека, а от ЗД зависит, в свою очередь, его ДА. Понимая ЗД в формулировке ВОЗ (полное физическое, психическое и социальное благосостояние человека, при котором отсутствуют болезни, а также физические и психические дефекты), следует признать, что влияние ДА распространяется на все проявления ЗД — на физическое и умственное развитие и работоспособность человека, его социальное поведение и т. д.. В более узком понимании ЗД (наличие или отсутствие болезни) особую важность имеет влияние ДА на гормональную систему, обмен веществ (особенно белковый, минеральный), кровеносную, иммунную и др. системы организма.

С другой стороны, состояние ЗД конкретного человека, а также коллектива (семья, школы, детского или трудового коллектива) определяет уровень ДА. Определяющими факторами явля-

ются при этом ограничивающие ДА отклонения ЗД, осознанность дефицита в ДА и т. д..

Во взаимовлияниях ДА и ЗД можно констатировать определенную градацию. Влияние ДА на организм зависит от параметров ДА (продолжительности, интенсивности и качества, частоты и количества повторений ее), а также от аналогичных характеристик отдыха. В свою очередь, на уровень ДА влияет состояние ЗД — характер и тяжесть болезни, стадия ее развития, степень компенсации, или при отсутствии отклонений ЗД — крепость ЗД, уровень физического и умственного развития человека.

Влияние ДА на ЗД может быть недостаточным, либо стимулирующим или, наоборот, угнетающим. Те физические нагрузки или тот уровень ДА, которые стимулируют укрепление ЗД или обеспечивают сохранение его высокого уровня, признают оптимальными (нормокинезия). Полезное действие ДА на ЗД реализуется различными механизмами — повышением функционального потенциала органов, тканей и клеток, экономизацией их обмена веществ и увеличением функционального резерва, повышением эффективности регуляции гомеостаза и функционирования механизмов общей адаптации и др.. Иной уровень ДА, который не удовлетворяет потребность организма в движениях, или заметно превышает ее, является соответственно физической недогрузкой (гипокинезией) или чрезмерной перегрузкой (гиперкинезией) и оказывает вредное влияние на ЗД. При гипокинезии вследствие недостаточной выраженности влияния ДА, обмен веществ и энергии в организме постепенно приобретает вредную для ЗД направленность, уменьшается функциональный потенциал организма и его адаптационные возможности. Вредное влияние чрезмерной ДА на ЗД может происходить посредством разных механизмов — путем истощения пластического резерва и др. веществ в организме (частичный голод), путем повреждения клеток и тканей при чрезмерных нагрузках (спортивный травматизм мы здесь не обсуждаем), путем систематической недогрузки одних органов при высокой активности других и т. д.. К оптимальной следует отнести и такую большую ДА, которая вызывает непродолжительное угнетение ЗД, чему затем после прекращения нагрузки следует продолжительная фаза стимуляции. Однако, при них необходимо избегать действия дополнительных болезнетворных факторов (инфекций и т. д.). Опасность гиперкинезии возрастает при повторении чрезмерных нагрузок, при недостатке отдыха и др. условий восстановления после нее, и, конечно, при уменьшенной сопротивляемости организма (болезнь и др.).

Оценка действия ДА на организм усложняется тем, что одни и те же нагрузки одновременно могут оказывать угнетающее влияние на одни органы и системы организма, стимулирующее — на другие, и быть безразличными для третьих. Вредное влияние

может быть и незаметным — уменьшается только «количество» ЗД (т. е., способность организма сопротивляться болезнетворным факторам), либо вызывать незначительное ухудшение ЗД — предболезнь (которая затем может перейти в болезнь). Характер взаимодействия ЗД и ДА зависит от возраста и пола, уровня физической тренированности организма, генетических факторов.

В повседневной жизни наиболее широкое распространение имеет малоподвижный образ жизни, менее — оптимальный уровень ДА и еще менее — гиперкинезия. Однако, опасность гиперкинезии увеличивается тем, что многие из вызванных ею нарушений ЗД могут иметь необратимый характер и могут развиваться в течение короткого времени физической перегрузки, в то время как отрицательное влияние гипокинезии усугубляется постепенно и вызванные ею нарушения ЗД долго имеют обратимый характер.

РАБОЧАЯ ПОЗА И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗМА СТУДЕНТОВ

Т. Ш. Миннибаев, О. П. Сараджева (Москва)

Учебная деятельность как разновидность умственного труда большую часть времени протекает в сидячей позе и сопровождается постоянным статическим напряжением нервно-мышечного аппарата, направленным на поддержание тела в определенном положении. Психо-физиологический комфорт в процессе занятий и успешность учебной деятельности в значительной мере зависят от биомеханических характеристик рабочей позы. Формирование рабочих поз во время учебных занятий определяется организацией и оборудованием рабочего места студентов.

С целью рационализации рабочей позы студентов проводилось комплексное физиолого-гигиеническое изучение ряда систем организма, организующих и регулирующих приспособительные реакции для поддержания позы. Биохимический анализ и эргономическая оценка рабочих поз в процессе аудиторных занятий (по данным фотогониометрии) выявили выраженное асимметричное положение туловища, изменение углов наклона звеньев тела и смещение центра тяжести. Такая поза приводила к развитию неблагоприятных сдвигов ряда физиологических систем организма. Изменения функционального состояния ЦНС проявлялись в увеличении амплитуды микроколебаний тела (стабилография), что свидетельствует об ухудшении устойчивости и усложнении регуляции позы. При этом выявлено значительное статическое напряжение позных мышц, приводящее к увеличению амплитуды их биопотенциалов. Большинство опро-

шенных студентов при пользовании во время учебных занятий существующей аудиторной мебелью отмечали неудобство и утомительность рабочей позы. Утомительность неудобных поз определяется тем, что статическое мышечное напряжение в процессе занятий носит постоянный характер, вызывающий непрерывную импульсацию от нервных центров.

Неудобные позы влекут за собой рефлекторное перераспределение тонуса мышц и тем самым изменяют функциональное состояние ряда систем организма. Так, в наших исследованиях выявлено увеличение частоты дыхательных движений, что свидетельствует о включении компенсаторно-приспособительных механизмов и увеличении физиологической стоимости акта дыхания. При этом исследование легочных объемов методом спирографии выявило достоверное уменьшение средних величин показателей жизненной емкости легких и минутного объема дыхания. Хотя полноценность функции дыхания не нарушалась, что объясняется большими приспособительными возможностями этой системы, она достигалась за счет снижения эффективности вентиляции и повышения нагрузки на дыхательную мускулатуру.

Плетизмографические исследования выявили у определенной части студентов нарушения гемодинамики сосудов нижних конечностей, что вызвано несоответствием высоты сиденья и длины голени у обследованных.

В целях оптимизации рабочей позы в соответствии со средними величинами антропометрических данных студентов моделировалась аудиторная мебель. Рабочая поза, которая формировалась при этом, по эргономическим, биомеханическим и физиологическим показателям была оптимальной. На основании этих данных предложены функциональные размеры аудиторной мебели.

РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТОНИИ У СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ И РОЛЬ ФАКТОРОВ «РИСКА» В ЕЕ СТАБИЛИЗАЦИИ

Ж. И. Петровская (Москва)

Актуальность изучения артериальной гипертонии (АГ) у студентов определяется высокой распространенностью данного заболевания в указанной биосоциальной группе по сравнению с другими контингентами молодежи аналогичного возраста. В настоящее время изменяются представления о сущности АГ в подростковом и юношеском возрасте. По данным ряда авторов лица с такой гипертонией составляют группу высокого риска

для развития в будущем гипертонической болезни (Антонова Л. Т., Студениеин М. Я. и др.).

Учитывая изложенное, нами, по плану Международного кооперативного исследования в рамках СЭВ по ювенильной гипертонии, проводилось изучение распространенности АГ среди студентов одной возрастной группы с проспективным наблюдением за течением АГ на протяжении всех лет обучения, а также выявление факторов, способствующих возникновению заболевания. С этой целью был проведен первый скрининг, который предусматривал сбор сведений о курении; приеме лекарств (в том числе гипотензивных), определение массы и длины тела, частоты пульса и трехкратное измерение артериального давления (АД). У девушек дополнительно изучались особенности становления и течения менструальной функции. На основании данных измерения артериального давления были построены кривые процентуального распределения. При этом повышенным считался уровень артериального давления относящийся к верхним 5% кривой распределения.

Для выявления факторов «риска» были разработаны социологические анкеты, предусматривающие изучение наследственности по линии отца и матери, семейной ситуации с момента рождения, наличие вредных привычек. Кроме того учитывался такой фактор, как избыточный вес. Всем студентам с АГ проводилось углубленное детальное обследование в амбулаторных и стационарных условиях.

Одним из наиболее важных направлений в нашем исследовании являлось изучение стабильности повышенного артериального давления, выявленного при осмотрах, а также частота новых случаев АГ в группе сравнения.

Проведенное нами исследование показало высокую распространенность АГ в однородной по возрасту популяции студентов, которая намного превышает заболеваемость других социальных групп молодежи аналогичного возраста. При этом АГ отличается высокой стабильностью и протекает часто бессимптомно, что определяет необходимость активного ее выявления.

Среди факторов «риска» важнейшими оказались наследственная отягощенность (чаще по линии матери), курение, различные нервно-психические факторы (конфликтные ситуации в семье, алкоголизм, болезнь или смерть одного из родителей). Большую роль в происхождении АГ играет ожирение, которое было выявлено чаще у студентов с АГ, чем в контрольной группе. В результате обследования студентов с помощью психологических тестов нами установлено, что АГ чаще возникает у подростков с определенными личностными чертами (тревожность, возбудимость и др.).

Полученные данные послужили основанием для проведения лечебно-профилактических мероприятий. Выбор метода лечения

определялся уровнем АД и состоянием обследуемого, т. е. был строго индивидуален.

Немедикаментозная терапия (ограничение приема соли, диетотерапия, повышение физической активности, рациональный режим труда и отдыха, запрещение курения) проводилась при нестабильном и незначительном повышении АД, что у большинства студентов привело к его снижению и улучшению самочувствия. При стабильном и высоком уровне АД применялось медикаментозное лечение с учетом индивидуальных особенностей студента.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что раннее выявление и своевременное проведение лечебно-профилактических мероприятий, с учетом индивидуальных особенностей, является эффективным средством лечения артериальной гипертонии.

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ ТБИЛИССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Н. В. Ростомбекова, Г. М. Понаренко, Т. В. Мшвиладзе (Тбилиси)

Изучалось состояние здоровья и функциональное состояние отдельных систем организма у 164 студентов (математики и филологи) в динамике пятилетнего обучения в университете.

Ежегодно в начале учебного года и перед его окончанием проводился углубленный медицинский осмотр, антропометрия, определение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ЧСС, АД, УОК, МОК до и после пробы с дополнительной нагрузкой — 20 приседаний за 30 сек.), некоторых показателей вентиляционной функции легких (ЧД, ЖЕЛ, МВЛ, МОД), мышечная работоспособность (становая и ручная динамометрия) и умственная работоспособность (объем перерабатываемой зрительной информации). Оценка физического развития проводилась по разработанным нами стандартам (антропометрия 3 тыс. человек).

Исследования показали, что преобладающее большинство студентов (61,0—84,0%) имеет нормальное физическое развитие. От начала обучения к его окончанию число лиц с нормальным физическим развитием несколько снизилось, хотя и оставалось преобладающим. Ухудшение чаще происходило за счет дефицита веса. В 3,2—5,6% физическое развитие ухудшилось за счет превышения веса.

У большинства студентов наблюдалось улучшение показателей антропометрии. В значительном числе случаев возросла становая мышечная сила, сила кистей рук чаще снижалась.

Почти у всех студентов в динамике обучения в университете

повысилась умственная работоспособность (99,0% у математиков и 81,0% у филологов).

Гемодинамические показатели в основном находились в пределах нормы в динамике всего периода обучения у большинства наблюдаемых. В начале обучения в значительном числе случаев имела место тахикардия. Со второго года обучения происходила постепенная нормализация ЧСС. У обследованных в большинстве случаев была выявлена нормальная реакция на пробу с ДН (учащение ЧСС, повышение систолического и понижение диастолического АД). От первого года обучения к окончанию университета более чем у половины студентов отмечалась тенденция к снижению УОК, МОК. Необходимо отметить, что наблюдавшиеся изменения находились в пределах возрастных норм в большинстве случаев.

Изучение состояния здоровья показало, что в структуре заболеваемости первое место занимает хронический холецистит, на втором — гипотония, далее следует ожирение второй и третьей степени и др.. Наибольшее число случаев гипотонии было выявлено на третьем году обучения, в дальнейшем у большинства обследованных происходила нормализация АД.

Анализ материалов по годам обучения показал, что наибольшее число неблагоприятных изменений, в особенности со стороны сердечно-сосудистой системы, наблюдалось в начале обучения, что, видимо, объясняется утомлением и нервным напряжением после выпускных школьных экзаменов и вступительных экзаменов в университет, а также в динамике третьего года обучения, что мы считаем возможным объяснить увеличением учебной нагрузки, введением в программу более сложных предметов.

Различий в реакциях юношей и девушек выявлено не было. Различия в реакциях организма в зависимости от специальности были выявлены лишь по показателям умственной работоспособности (большее число случаев повышения у математиков).

АДАПТАЦИЯ СТУДЕНТОВ К УЧЕБНОЙ НАГРУЗКЕ В ДИНАМИКЕ ОБУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

**Н. Ф. Борисенко, Ю. А. Литвинова, И. И. Слепушкина,
А. Г. Глущенко (Киев)**

Одной из наиболее актуальных проблем гигиены умственного труда студентов является адаптация организма к учебной нагрузке, в значительной мере обуславливающая уровень работоспособности и успешность обучения, особенно на младших курсах.

Целью настоящих исследований являлось изучение особенностей течения процессов адаптации у студентов медицинского вуза в динамике всех шести лет обучения. Под наблюдением находилось около 200 студентов (кратность обследований составляла 6—8 раз на каждом году обучения), исследования проведены с учетом влияния различных факторов: организация учебной работы, режим труда и отдыха, двигательная активность, состояние здоровья, гигиеническая характеристика учебных аудиторий.

Установлено, что на начальном этапе обучения работоспособность студентов достоверно снижается к концу учебного дня и недели, у 20% студентов отмечаются гипотензивные реакции артериального давления. К концу первого учебного года, в течение которого наиболее выражена ломка сложившегося до поступления в вуз стереотипа учебных занятий и режима дня, процессов социальной адаптации, отмечаются наиболее неблагоприятные изменения функциональных показателей: значительно ухудшается функциональное состояние центральной нервной системы, снижаются функции памяти и внимания, достоверно снижается систолическое и пульсовое давление, уменьшаются ударный и минутный объемы крови. Степень выраженности изменений функций центральной нервной и сердечно-сосудистой систем уменьшается от первого к третьему году обучения; уже в динамике третьего года эти изменения укладываются в пределы физиологически допустимых, что позволяет сделать заключение о наступлении адаптации к учебной нагрузке у большинства студентов на этом этапе обучения. Улучшение функций высшей нервной деятельности у студентов при обучении на старших курсах вследствие совершенствования адаптации к учебной работе сопровождается тем не менее неблагоприятными изменениями гемодинамических показателей. Формируется устойчивая группа лиц с гипотензивными (19,2%), стойкими гипертензивными (5,4%) реакциями артериального давления, у 2,4% определяется гипертоническая болезнь. Это связано с неблагоприятным влиянием суммарной учебной нагрузки за весь период обучения, когда обеспечение высокой работоспособности достигается ценой значительного напряжения отдельных систем организма, в частности, сердечно-сосудистой.

Выявлено значительное влияние на течение процессов адаптации типа ВНД и личностных особенностей студентов. У лиц со слабым, тормозным типом ВНД, с тревожно-мнительными чертами характера, ригидностью мышления, акцентированных адаптация к учебной нагрузке наступает в более поздние сроки. За весь период обучения они имели достоверно более низкий балл успеваемости.

Сроки наступления адаптации к режиму и условиям обучения в высшей медицинской школе, оцениваемые по различным кри-

териям — социальным, физиологическим, клиническим, психологическим, не одинаковы.

Для сокращения периода адаптации студентов к учебной нагрузке, повышения эффективности их обучения необходимы наряду с совершенствованием программ и методики обучения дальнейшая разработка и внедрение мероприятий по рационализации режима учебных занятий, в частности, большей их индивидуализации, отдыха, повышению двигательной активности, улучшению качества медицинского обслуживания.

К ВОПРОСУ О ПРОГНОЗИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ

Н. А. Должанская (Москва)

В гигиенических исследованиях последних лет при изучении здоровья отдельных групп населения все чаще стали применяться методы математического моделирования. Это связано с необходимостью количественных оценок воздействия на здоровье факторов окружающей среды, т. к. на основании таких оценок могут быть научно обоснованы и разработаны конкретные лечебно-профилактические мероприятия.

Так, например, при изучении влияния атмосферного воздуха промышленных городов на состояние здоровья детского населения применение методов математического прогнозирования, основанного на использовании многофакторного анализа (Е. М. Черепов, 1973), и метод расчета вероятностей наступления некоторых событий в жизни поколения путем построения таблиц по типу таблиц доживаемости (Э. А. Новикова, 1980) и др., дало возможность создать математические модели, позволяющие прогнозировать вероятностные уровни заболеваемости в зависимости от изменения ряда факторов внешней среды. Однако, необходимо отметить, что применение этих методов, как правило, связано с дополнительными сложными расчетами, а, в ряде случаев, требует и машинной обработки, что затрудняет их использование в учреждениях практического здравоохранения.

В процессе обучения в ВУЗе на состояние здоровья студентов оказывает влияние комплекс разнообразных факторов, многие из которых поддаются количественному учету и являются управляемыми (продолжительность обучения, учебная нагрузка, режимные факторы и др.). Кроме того студенты являются социальной группой, находящейся под постоянным медицинским контролем, что позволяет непосредственно осуществлять лечебно-

профилактические мероприятия, разработанные на основе данных научного прогноза.

В этой связи для прогнозирования здоровья студентов нами был применен метод, основанный на нормировании интенсивных показателей НИП (Е. Н. Шиган, 1973, 1980), которые входят в статистическую отчетность органов здравоохранения. Попытка разработать критерии прогнозирования заболеваемости с помощью данного метода была сделана на примере изучения состояния здоровья студентов Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева. Для определения уровня и характера заболеваемости, возникающей за период обучения в ВУЗе, была изучена динамика состояния здоровья лиц, поступивших на первый курс здоровыми. Полученные показатели заболеваемости анализировались в связи с комплексом биологических и социально-гигиенических факторов.

В результате последовательных этапов статистической обработки были выявлены факторы, оказывающие достоверное влияние на заболеваемость. Наиболее значимыми факторами были: «пол», «возраст при поступлении», «профиль факультета», «совмещение учебы с работой и др.

На основании полученных данных для распознавания риска заболеваний была разработана оценочная таблица и шкала риска заболеваемости студентов.

Используя оценочную таблицу и шкалу риска врач лечебно-профилактического учреждения может прогнозировать здоровье отдельного студента и осуществлять целенаправленные лечебно-профилактические мероприятия.

СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

А. А. Безродных, В. И. Гагарин, А. П. Ефимова (Якутск)

Охрана здоровья студентов является важнейшей составной частью профилактического направления современной отечественной медицины, особенную актуальность приобретает проблема сохранения здоровья будущих молодых специалистов в экстремальных условиях Крайнего Севера.

В Якутском государственном университете, располагающем девятью факультетами, обучается свыше 5000 студентов, среди которых значительный удельный вес составляют представители коренных национальностей Севера — якуты, эвены, юкагиры.

Об относительно высокой заболеваемости студентов северного ВУЗа страны свидетельствуют данные А. И. Соловьевой,

Г. С. Аржаковой (1979 г.), С. И. Местниковой (1979 г.),
Н. К. Павловой, И. А. Александровой (1979 г.).

Якутским государственным университетом в инициативном порядке впервые в нашей стране была создана студенческая поликлиника на общественных началах с обслуживающим персоналом из числа выпускников медицинского факультета.

Работа студенческой поликлиники, как оригинальной структурной единицы (насчитывающий уже 3-летний период), строится по линии усиления поликлинического приёма студентов ЯГУ, а также по линии усиления профилактической работы в виде осуществления диспансеризации, главным образом, больных ревматизмом, хроническими заболеваниями бронхо-лёгочной системы, заболеваниями желудочно-кишечного тракта. В работе поликлиники в качестве консультантов и кураторов общественной поликлиники, активное участие принимают и преподаватели медицинского факультета, осуществляя специализированную помощь, сотрудники ПНИЛ ЯГУ.

Анализ организации медицинского обслуживания студентов университета за период с 1980 г. по 1982 г. позволяет отметить положительную динамику общего здоровья студентов со снижением случаев активной обращаемости, особенно по поводу острых респираторных и простудных заболеваний, обострений хронических болезней (ревматизм, пневмония и гастроэнтерологическая патология). Несмотря на несомненное улучшение общего состояния здоровья студентов, нельзя не отметить значительное, присущее северному региону своеобразие соотношения отдельных нозологических единиц.

Так, на 1-ом месте среди заболеваний с частой утратой трудоспособности стоят острые респираторные и простудные заболевания, составляющие по дням нетрудоспособности 5297 (при 6012 на 1980 г.), пневмонии и обострения хронических неспецифических заболеваний легких составили 48 дней (при 70 днях нетрудоспособности в 1980 г.).

Наиболее отчетливо изменение медобслуживания студентов ЯГУ сказалось на группе диспансерных больных. В структуре взятого под динамическое наблюдение контингента ведущее место на протяжении последних 3 лет занимают ревматизм и врожденные пороки сердца, а также хронические неспецифические заболевания органов дыхания и туберкулёз.

Таким образом, усиление профилактической работы, тщательный контроль за состоящими на диспансерном учете студентами определили отчетливое снижение заболеваемости, связанной с переохлаждением и сниженной сопротивляемостью организма. Так, если в 1981 и 1982 годах количество случаев по острым респираторным и простудным заболеваниям составило 1655 и 1153, соответственно, то в 1980 году оно соответствовало 1763 случаям.

Следует отметить, что введенный нами оригинальный метод диспансерного наблюдения с участием студентов старших курсов равно, как организованный на общественных началах поликлинический прием оказывает отчетливо положительное влияние на состояние здоровья студентов одного из наиболее северных ВУЗ-ов страны.

ЗДОРОВЬЕ СТУДЕНТОВ И ФИЗИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ

А. Г. Щедрина (Новосибирск)

Современные представления о здоровье, помимо наличия или отсутствия какого-либо заболевания, включают уровень и гармоничность морфологических и функциональных показателей, достигаемые в процессе развития биологических и физических возможностей человека. В связи с таким подходом к понятию здоровья возрастает значение рационально организованного физического воспитания, перед которым стоит задача сознательного воздействия на процесс физического развития, целесообразного управления им. Последнее предполагает необходимость углубления знаний о закономерностях биологического развития организма в конкретный возрастной период.

Студенческий возраст представляет собой период, когда заканчивается биологическое созревание организма и происходит социальное становление личности. По уровню развития здоровья студенчество далеко не однородная масса даже при отсутствии каких-либо заболеваний, что предъявляет высокие требования к рациональной организации физического воспитания в вузе, достижению адекватности его биологическим потребностям развивающегося организма.

Изучение здоровья студентов (3034 чел.) в динамике учёбы показало, что при завершении роста в длину в этот период продолжается морфофункциональное развитие и совершенствование организма, уровень которого зависит от пола, места постоянного жительства — в городе или селе и характера двигательного режима в пубертатный период. У мужчин в большинстве случаев увеличение морфологических и функциональных показателей отмечается на протяжении учёбы; у женщин такая динамика наблюдается лишь в первые три года. В дальнейшем у части из них морфофункциональные показатели здоровья стабилизируются, а у значительной части, как у ряда мужчин, к окончанию института проявляются процессы инволюции отдельных функций на фоне общего развития. Это относится к тем функциональным показателям, развитие которых филогенетически свя-

зано с мышечной деятельностью — сердечно-сосудистая и мышечная системы.

Прекращение занятий спортом при поступлении в вуз и физической культурой после окончания второго курса существенно сказывается на показателях здоровья. Так, если содержание резервного жира в организме при поступлении было наименьшим, а уровень физической работоспособности (PWC-170) наибольшим у студентов в прошлом спортсменов и сельских жителей, то к периоду окончания вуза эти различия становятся несущественными за счёт более выраженного прироста жирового компонента у последних и снижения функционального состояния сердечно-сосудистой системы в связи с прекращением физической тренировки.

О недостаточных функциональных резервах организма у значительной части студентов свидетельствуют результаты сдачи нормативов комплекса ГТО, что по нашим наблюдениям является не только следствием низкой физической подготовленности, но и может быть объяснено биологическими (конституционными) особенностями организма, что должно найти отражение в методике физического воспитания школьников и студентов.

Нами было установлено, что наличие хронического заболевания в анамнезе не обязательно сочеталось с низкими морфологическими или функциональными показателями здоровья и, наоборот, отсутствие хронического заболевания не всегда обеспечивало высокий уровень показателей здоровья. Адекватная физическая тренировка в процессе индивидуального развития, особенно в пубертатный период, обеспечивала достаточно высокий уровень развития резервных возможностей организма, прежде всего сердечно-сосудистой системы. Поэтому распределение студентов на медицинские группы в условиях компенсации патологического процесса в том или ином органе должно проводиться не только с учётом заболевания, но в первую очередь с учётом уровня здоровья, что повысит эффективность физического воспитания студентов, обеспечит индивидуальный подход.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ, ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ

Н. П. Неверова (Орехово-Зуево)

Профессиональная ориентация и отбор студентов, успех их дальнейшего обучения и трудовой деятельности в определенной степени зависят от состояния физического и психического здоровья на всем протяжении студенческого периода жизни, что

диктует необходимость разработки единой программы. Эта программа должна иметь цель прогнозировать состояние здоровья будущих специалистов различных областей народного хозяйства на всем протяжении обучения и далее в процессе трудовой деятельности. Специальные исследования, которые выполнены и будут более целенаправленно проводиться впредь, позволят, по-видимому, разработать наиболее вероятные «витальные циклы» для отдельных профессий, которые могут рассматриваться как своеобразные эталоны здоровья. Одновременно можно будет установить и типичные отклонения, по отношению к которым будут также целенаправленно разрабатываться меры профилактики.

Методической основой прогнозирования и профилактики здоровья студентов наиболее оптимально может быть использован метод донозологической диагностики (В. П. Казначеев, Р. М. Баевский, А. П. Берсенева, 1980). Он получил достаточно широкое распространение при обследовании практически здоровых людей и позволяет проводить разделение их на 3 основных группы в зависимости от состояния тех или других систем организма — абсолютно здоровые, в состоянии напряжения и состояния препатологии (В. П. Казначеев, 1973, 1980). Наибольшее число наблюдений выполнено на сердечно-сосудистой системе при помощи метода математического анализа сердечного ритма (Р. М. Баевский, 1977, А. П. Берсенева, 1980, С. П. Акинина, П. С. Амарян, Н. П. Неверова, 1979). Установлено, что степень напряжения механизмов, регулирующих ритм сердца, характеризует адаптацию к специфическим особенностям труда студентов различных вузов (Московское высшее техническое училище им. Н. Баумана, педагогические институты). Этот метод позволил установить адаптивные резервы и их реализацию как в период семестра, так и экзаменационной сессии. С целью прогнозирования состояния этот метод был применен для обследования учителей различного возраста, получены ориентировочные данные к прогнозу на длительный период их трудовой деятельности. Врачебный контроль физического состояния студентов вузов и специальных средних учебных заведений, помимо общепринятых мер должен включать методы донозологической диагностики, в т. ч. хорошо зарекомендовавший себя метод математического анализа сердечного ритма.

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ В СТУДЕНЧЕСКОЙ ПОЛИКЛИНИКЕ

А. В. Кичигин (Москва)

Проведение ежегодных углубленных и качественных медицинских осмотров студентов вузов является залогом снижения их заболеваемости. Раннее выявление острых и хронических заболеваний, своевременное, на ранних стадиях болезни проведенное лечение, позволит не только снизить потери учащимися учебного времени, но и приведет к уменьшению числа предоставляемых по болезни академических отпусков.

Профилактическая работа в среде иностранных граждан, приезжающих на обучение в Ордена Дружбы народов Университет дружбы народов им. П. Лумумбы осуществляется городской поликлиникой № 25 ГУЗМ с первых дней их прибытия в СССР.

Профилактические осмотры учащихся университета проводятся по схеме, утвержденной МЗ СССР. На первом, втором и предпоследнем годах обучения — комиссионно, т. е. осматриваются бригадой врачей, в состав которой входят терапевт, хирург, невропатолог, отоларинголог, окулист, гинеколог, инфекционист. Обязательно проводится флюорография. Особое внимание уделяется осмотрам студентов на подготовительном факультете. Во время заезда иностранных учащихся с июня по сентябрь, ежегодно, организуется карантин, в котором, в течении 3—5 дней студенты проходят углубленный медосмотр. Данные медосмотра фиксируются в индивидуальном журнале амбулаторного наблюдения, а выявленная патология на специальных бланках поступает от врачей-специалистов к врачу подготовительного факультета в день ее выявления. Студенты, у которых выявлена патология, при необходимости госпитализируются в стационар и берутся на диспансерный учет.

Начиная с 1981—1982 учебного года все прибывающие студенты берутся на диспансерный учет с разделением на группы практически здоровых, группу риска и группу с хроническими заболеваниями. Кратность медицинских осмотров контингентов разных групп определяется индивидуально.

В течении всего периода обучения студентам проводится ряд профилактических прививок.

На подготовительном факультете всем студентам-иностранцам, а советским студентам по показаниям, проводится вакцинация противостолбнячной сывороткой с последующей ревакцинацией через 10—12 месяцев. В целях выявления инфицированности туберкулезом иностранным студентам ставится туберкулиновая проба. При отрицательной реакции на туберкулин студенты вакцинируются.

Для профилактики неспецифических заболеваний верхних дыхательных путей и повышения устойчивости студентов-иностранцев к непривычным климатическим условиям, по схеме, разработанной кафедрой внутренних болезней медицинского факультета университета дружбы народов, применяется иммуномодулятор левамизол.

Эти и ряд других профилактических мероприятий позволили снизить заболеваемость студентов с временной утратой трудоспособности с 49,5 случаев на 100 и 336,6 дней на 100 в 1981 г. до 36,5 случаев и 291,4 дня в 1982 году.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ НА УМСТВЕННУЮ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТУДЕНТОВ

П. Г. Шамров, В. С. Зайцев (Москва)

Разработана методика экспресс-оценки умственной работоспособности по данным микроинтервалов интенсивной умственной работы в течение 1 минуты (тест ИУР-1). Проведены комплексные психофизиологические исследования реабилитирующего влияния физических упражнений на умственную работоспособность 17 студентов посредством регистрации ЭЭГ и ЭКГ во время выполнения теста ИУР-1. Изучены также вызванные кашлем исследуемого колебания электрического потенциала кожи, артериальное давление частота сердечных сокращений до и после напряженной умственной работы и после физических упражнений. Каждого студента обследовали повторно 2—6 раз, в первой и второй половине дня. Всего проведено 72 исследования. Умственную работоспособность определяли в результате математической обработки микроинтервалов теста ИУР-1 с учетом общего времени выполнения теста, величины ошибки, длительности максимальной операции, суммы замедленных операций и других показателей умственной работы. Полученный интегральный критерий (от 0 до 100 единиц) служил показателем количественной оценки умственной работоспособности и реабилитирующего влияния физических упражнений. Дополнительными критериями реабилитирующего влияния физических упражнений были: уменьшение латентного периода и увеличение амплитуды вызванных колебаний электрического потенциала кожи, нормализация артериального давления, увеличение степени десинхронизации альфа-ритма ЭЭГ во время умственной работы и другие. Установлено, что положительный эффект реабилитирующего влияния физических упражнений обуславлива-

ется уровнем возбуждения высших отделов ЦНС исследуемого. С развитием утомления реабилитирующее влияние физических упражнений во второй, по сравнению с первой половиной дня, снизилось у большинства исследуемых (с 60,6 до 69,4% случаев). Разработан способ визуализации результатов комплексных психофизиологических исследований и количественной оценки психофизиологических возможностей студентов во время умственной работы с помощью построения психофизиограмм утомления, которые могут служить объективными показателями для определения цены изменения умственной работоспособности исследуемых.

АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СТУДЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ РЕВМОКАРДИТ, В ПРО- ЦЕССЕ ЗАНЯТИЙ ФИЗИЧЕСКИМ ВОСПИТАНИЕМ

В. В. Пономарева, Б. Т. Романов (Москва)

В результате научно-технической революции интенсифицировался учебный процесс в вузах, что привело к росту отсева студентов по состоянию здоровья (М. П. Мирошников, А. Н. Михайлов, Р. В. Рожанец, М., 1974). Это обстоятельство подняло на новую высоту проблему адаптации студентов к условиям обучения в вузе.

Более всего повышает адаптивные возможности человека регламентированная физическая нагрузка. Студенты такую нагрузку получают при прохождении курса физического воспитания, однако, до сих пор встречаются врачи, которые освобождают студентов, перенесших ревмокардит, от занятий по физической культуре.

Нами была предложена и апробирована методика физического воспитания студентов, перенесших ревмокардит и направленных в специальное медицинское отделение, которая включала в течение двух семестров занятия ОФП с исключением развития таких физических качеств, как статическая сила и быстрота, и в течение следующих двух семестров — плавание стилем «басс».

Так как в патологический процесс при ревмокардите вовлекаются сократительные элементы миокарда (Д. К. Геворкян, 1968; А. И. Струков, В. С. Пауков, 1970), что оказывает свое влияние и на общую гемодинамику, мы решили исследовать влияние предложенной методики на сократительную функцию сердца, на степень и характер его приспособляемости к физической работе.

Для этого мы провели анализ данных ЭКГ, ФКГ, фазового анализа систолы, функциональных проб с изменением положения тела и с дозированной физической нагрузкой у 284 студентов, перенесших ревмокардит, причем 254 студента занимались по предложенной нами методике, а 30 студентов представляли контрольную группу и от занятий были освобождены.

Через два года после повторных исследований было выявлено, что у студентов, занимавшихся физическим воспитанием наблюдается четкое улучшение сократительной функции миокарда. Так, отмечалось достоверное укорочение периода напряжения до $0,08 \pm 0,002$ сек. ($P < 0,05$), удлинение периода изгнания до $0,27 \pm 0,002$ сек. ($P > 0,01$), увеличение диастолы до $0,496 \pm 0,02$ сек. ($P < 0,05$) и внутрисистолического показателя (ВСП) до $89,8 \pm 0,3\%$ ($P < 0,05$), уменьшение индекса напряжения миокарда (ИНМ) до $23,8 \pm 0,3\%$ ($P < 0,01$).

У студентов, освобожденных от физического воспитания отмечалось удлинение периода напряжения до $0,104 \pm 0,006$ сек. ($P < 0,05$), уменьшение ВСП до $82,5 \pm 1,01\%$ ($P < 0,05$), увеличение ИНМ до $28,8 \pm 1,2\%$ ($P < 0,05$), уменьшение механического коэффициента до $2,4 \pm 0,2$ ($P < 0,05$). Все это указывает на функциональную недостаточность и нарушение сократительной способности сердечной мышцы у студентов, перенесших ревмокардит и незанимавшихся физическим воспитанием.

Анализ данных функциональных проб показал, что занятия физическим воспитанием по предложенной методике нормализуют реакцию сердечно-сосудистой системы на дозированную нагрузку и изменения положения тела, что свидетельствует об улучшении приспособленности сердечно-сосудистой системы студентов и об увеличении их тренированности.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о повышении адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы студентов, перенесших ревмокардит, в процессе занятий физическим воспитанием в специальном медицинском отделении по разработанной методике.

ВЛИЯНИЕ ДОЗИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА УМСТВЕННОЕ УТОМЛЕНИЕ

Д. И. Дусенко (Харьков)

Проблема умственного утомления, нервного напряжения и перенапряжения привлекает сегодня внимание врачей, физиологов, педагогов, психологов и, безусловно, людей, страдающих от вышеупомянутых нарушений. Умственное перенапряжение является результатом длительной умственной деятельности человека,

а систематически повторяющееся перенапряжение часто вызывает различного рода расстройство функциональных систем организма.

Последствиями умственного переутомления являются различные болезни и прежде всего — сердечно-сосудистой системы.

По данным ВОЗ среди лиц умственного труда процент заболеваний сердечно-сосудистой системы значительно выше, чем среди людей, занимающихся физическим трудом.

Большинство авторов (А. В. Коробков, 1962; В. Г. Архангельский, В. А. Кондратьев, 1962; В. Э. Нагорный, 1964—1972; И. М. Трахтенберг, 1977 и др.) стоят на той точке зрения, что умственное переутомление можно предупредить гигиеной умственного труда.

В наших исследованиях ставилась задача изучить метод дозированных физических нагрузок как один из путей профилактики при умственном утомлении.

Наиболее высокое умственное напряжение у студентов наблюдается в период зачетной и экзаменационной сессии. В эти сроки и были проведены исследования. Для чего были подобраны две группы студентов, одна из которых находилась в малоподвижном режиме (как и большинство студентов в период сессии), а студенты второй группы ежедневно получали дозированные физические нагрузки в объеме 60—70 минут со средней интенсивностью (при пульсе 120—130 уд./мин). Студенты готовились к экзаменам по 12—14 часов, физические нагрузки применялись после 6—7 часов умственной работы.

В данном эксперименте изучалась динамика изменений простой двигательной реакции, реакции выбора, скорости логических действий и зрительной памяти в зависимости от умственного утомления. Обследования проводились через каждые 8—10 дней.

В результате проведенных исследований у студентов обеих групп отмечено увеличение времени простой двигательной реакции, реакции выбора и времени, затраченного на выполнение логических действий.

Если эти показатели сравнить для каждого студента, находившегося в малоподвижном режиме, то достоверные изменения в сторону увеличения времени произошли у 86,5% студентов по простой реакции; у 89,2% студентов — по реакции выбора, а у 83,8% студентов — по выполнению логических действий. У студентов, подвергавшихся воздействию дозированных физических нагрузок, достоверные изменения наблюдались соответственно: по простой реакции — у 16,6%; по реакции выбора — у 26%; по времени логических действий — у 30% студентов.

В задачу исследований также входил контроль за артериальным давлением, в результате чего у 52,5% студентов отмечено повышение давления.

Таким образом, устойчивость исследуемых функций значительно выше у студентов, которые в период напряженного умственного труда получали профилактические физические нагрузки. Это позволяет сделать вывод о том, что при правильном их подборе по интенсивности, объему и времени можно значительно повысить умственную дееспособность и предупредить последствия умственного переутомления.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У СТУДЕНТОВ ИЗ ЖАРКИХ СТРАН

Н. А. Ахмедов (Москва)

Постоянный рост численности студентов из развивающихся стран в различных учебных заведениях Советского Союза ставит новые задачи перед медицинской наукой и практическим здравоохранением.

В материалах ряда авторов отмечаются различия между спектром патологии сердца у жителей стран с жарким и умеренным климатом. Данное обстоятельство затрудняет оценку выявленных при электрокардиографии различных отклонений от принятых нормативов.

Проведен анализ данных ЭКГ-обследования 1306 человек из 74 стран, прибывших на обучение в Москву. Количественный и региональный состав исследуемой группы распределялся следующим образом: 429 студентов из Азии, 416 — из Африки, 461 — из Латинской Америки. Возрастные рамки: 17—30 лет.

Отклонения от ЭКГ-нормативов выявлены в 242 случаях — 18,53% от всех обследованных, в том числе: синусовая тахикардия с частотой сердечных сокращений 100—110 в 1 минуту — 44 (3,37%); синусовая брадикардия (45—55 в 1 мин.) — 49 (3,75%); выраженная синусовая аритмия — 48 (3,68%); предсердная и желудочковая экстрасистолия — 6 (0,46%); изменения предсердий — 13 (0,99%); атриовентрикулярная блокада I степени — 16 (1,23%); синдром преждевременного возбуждения желудочков — 16 (1,23%); неполная и полная блокада правой ножки пучка Гиса — 12 (0,92%); изменения конечной части желудочкового комплекса — 38 (2,91%).

Отдельно рассматривались замедление проведения по правой ножке пучка Гиса — 109 случаев (8,12%) и элевация сегмента ST в грудных отведениях — 59 (4,52%).

При обсуждении выявленных изменений отмечена большая частота синусовой тахикардии у студентов из Азии — 6,29%; синусовой брадикардии и аритмии у африканцев, соответственно — 6,97 и 4,08%; изменения предсердий и атриовентрикуляр-

ная блокада I степени у представителей Африки — 1,68% в обоих случаях. Синдром преждевременного возбуждения желудочков чаще встречается у студентов из Азии — 1,63%, синдром ранней реполяризации желудочков у африканцев — 9,13%, также как и изменения конечной части желудочкового комплекса ЭКГ — 5,77%.

Анализ клинических, лабораторных и инструментальных данных показал, что выявленные изменения связаны с рядом факторов и их сочетанием: значительной распространенностью гемоглобинопатий, высокой паразитарной инвазированностью и проводимой в связи с ней химиотерапией, несбалансированным питанием. Не исключена возможность последствий перенесенных миокардитов и перикардитов, а также начальных стадий различных тропических кардиомиопатий, в том числе, эндомиокардиального фиброза, фиброэластоза, а также болезни Чагаса.

Группа студентов с ЭКГ-изменениями наблюдалась в течение 3—6 лет. Отмечена тенденция к нормализации ЭКГ-показателей. Для оценки сократительной функции сердца использовалось эхокардиографическое обследование. Исследования проведены в трех группах студентов — всего у 172 человек. Выявлено, что в первые 1—3 дня после приезда в Москву у молодых людей из стран с жарким климатом определяется увеличение минутного объема и сердечного индекса по сравнению с контрольной группой советских студентов. К третьему году жизни в Москве различий не отмечалось. Полученные результаты указывают на тенденцию к нормализации показателей деятельности сердца у наблюдаемого контингента, что, вероятно, обусловлено оздоровлением среды обитания и лечебными мероприятиями, проводимыми медицинскими учреждениями.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕАКЦИИ НА ГИПОКСИЮ И ГИПЕРКАПНИЮ У СТУДЕНТОВ С РАЗЛИЧНЫМ ПСИХОНЕВРОЛОГИЧЕСКИМ СТАТУСОМ

О. Н. Соколова, А. В. Кичигин, И. Пас Басанта, А. Сальдивар (Москва)

Астенические и астеноподобные состояния — весьма распространенные синдромы в клинике нервных, психических и соматических болезней. Среди неврозов выделяют отдельную нозологическую форму — неврастению, в клинике которой астеническая симптоматика представлена наиболее демонстративно.

Амбулаторная практика поликлиники № 25 ГУЗМ показывает, что астенические состояния являются наиболее частой патологией у студентов и приводят к снижению успеваемости,

увеличению количества академических отпусков, а иногда и к отчислению студентов из вуза.

Нами была обследована группа студентов-иностранцев Университета дружбы народов, находящихся под наблюдением невропатолога и психиатра с диагнозом астенический синдром. Данные объективных исследований не выявили у данной группы студентов органической патологии. Клинический, экспериментально-психологический методы, а также результаты ЭЭГ показали, что астеническую симптоматику у обследуемой группы следует рассматривать в рамках пограничных психических расстройств.

У всех больных обнаруживались функциональные изменения электрической активности головного мозга в виде снижения амплитуды α -ритма, его нерегулярности или полного отсутствия. У большинства больных обнаруживались признаки повышенной возбудимости гипоталамических структур. Экспериментально-психологическое исследование данной группы обнаружило нарушение динамики умственной работоспособности в виде истощаемости мыслительных процессов.

В дополнение к вышеперечисленным методам проводились физиологические исследования, включающие спирографию, велоэргометрию, функциональные пробы с возвратным дыханием и гипоксической гипоксией. В результате проведенных исследований было показано, что у данной группы больных имеет место выраженное увеличение частоты дыхательных движений в покое, что приводило к возрастанию минутного объема дыхания и развитию гипокпапии. Тем не менее у них наблюдалось снижение максимальной вентиляции легких и уменьшение резерва дыхания по сравнению с контрольной группой студентов. При пробе с возвратным дыханием в ряде случаев отмечалось резкое увеличение вентиляторной реакции на гиперкапнию. Так, прирост дыхательного объема на каждый мм ртутного столба PCO_2 составлял 20—30 мл. Была выражена и субъективная окраска гиперкапнии, хотя значения CO_2 во вдыхаемом воздухе составляло 20—50 мм рт. ст., т. е. такие значения, которые у здоровых обследуемых не вызывали тягостных ощущений. Наиболее ярко данная симптоматика проявлялась у лиц с так называемой акклиматизационной астенией. Во время выполнения физической нагрузки была отмечена неадекватность изменения артериального давления в соответствии с ростом нагрузки. Отмечалось увеличение потребления O_2 при физической нагрузке по сравнению со здоровой группой обследуемых.

Эти предварительные данные свидетельствуют о более узких адаптационных возможностях студентов с астеническим синдромом и являются предметом дальнейшего изучения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие проблемы адаптации

Н. А. Агаджанян. Социальная физиология: адаптация и здоровье человека	3
А. А. Виру. Изменения белкового обмена в процессах адаптации	13
О. Г. Газенко, А. Д. Егоров. Гомеостатическая регуляция и адаптация в длительных космических полетах	19
В. П. Казначеев. Адаптация, конституция и здоровье (сегодня, завтра)	27
Ф. З. Меерсон, Г. Т. Сухих, Л. С. Каткова. Механизм индивидуальной адаптации к основным факторам и ситуациям окружающей среды	31
Б. И. Ткаченко, Д. П. Дворецкий, С. А. Поленов. Органное кровообращение при гипоксии и гипертермии	38
Д. С. Саркисов. Структурные основы надежности биологических систем при адаптации к различным экстремальным условиям	43
В. А. Фролов. Роль лизосом в адаптации и дезадаптации сердца к повышенной нагрузке	50
Г. Н. Сердюковская, Л. М. Сухарева, Н. Г. Самооткина, Е. И. Шубочкина. Физиолого-гигиеническое совершенствование обучения и профилактики заболеваемости учащейся молодежи	56
Н. Р. Деряпа. Физические факторы среды и адаптация человека	58
В. А. Матюхин. Хронофизиологические аспекты адаптации к северным регионам	61
Л. Л. Каплун, Д. В. Демин, С. Н. Филиппова. Проблема адаптации человека как методологическая основа первичной профилактики	63
В. Ю. Куликов, Г. И. Грозовский. Надежность биосистемы при адаптации	65
Д. Н. Маянский, Н. В. Воронина. Ретикуло-эндотелиальная система (РЭС) и адаптивно-восстановительные процессы	67
Н. Г. Колосова, Ю. П. Шорин, В. Г. Селятицкая, О. В. Папафилова. Перекисное окисление липидов и особенности эндокринной регуляции при адаптации крыс к холоду	68
Г. Д. Губин, Н. А. Агаджанян, В. Л. Хрушев, А. М. Дуров. К вопросу о медико-биологической оценке экспедиционно-вахтовых режимов труда в условиях Заполярья	69
Ю. В. Лупандин. Новый экспериментальный подход к изучению влияния экстремальных факторов среды на постуральную функцию	71

Адаптация и двигательная активность

Н. В. Зимкин. Физиологическая характеристика особенностей адаптации двигательного аппарата к разным видам деятельности . . .	73
В. В. Меньшиков, Т. Д. Большакова, Е. П. Гитель, В. В. Городецкий, И. И. Епизарян. Полипептидные гормоны в адаптации к мышечной деятельности	76
П. К. Кырге. Глюкокортикоиды в регуляции адаптации организма к физическим нагрузкам и звенья, лимитирующие их действие .	78
Н. Н. Яковлев. Механизмы адаптации к мышечной деятельности и проблема перекрестной адаптации	81
А. С. Мозжухин, Д. Н. Давиденко. Роль системы физиологических резервов спортсмена в его адаптации к физическим нагрузкам	84
К. М. Смирнов. Проблема оптимума в двигательной активности человека	87
В. Я. Русин. Перекрестный эффект и его механизмы при адаптации к мышечным нагрузкам	89
Ф. И. Фурдуй, Е. И. Штирбу, С. Х. Хайдарлиу, Л. П. Марин. Особенности адаптационных процессов при двигательной недостаточности	90
М. И. Калинин. Фосфорилирование ферментов и структурных белков и регуляция адаптационного процесса в мышцах . . .	91
Н. И. Волков. Адаптация энергетического метаболизма у человека к воздействию физических нагрузок при систематических занятиях спортом	93
В. Л. Карпман. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы к максимальным нагрузкам при блокаде бета-адренергических рецепторов	94
П. П. Озолин. Адаптационные изменения периферического кровообращения при мышечной деятельности	96
И. А. Држевецкая, Н. Г. Беляев, Л. К. Караулова. О взаимосвязи эндокринной регуляции обмена кальция, гомеостаза глюкозы и функции коры надпочечников в восстановительном периоде после мышечных нагрузок	97
Е. Б. Сологуб. Центральные механизмы адаптации к предельным физическим нагрузкам	98
И. Д. Суркина, З. С. Орлова, Г. С. Орлова, Ю. В. Бородин, Е. П. Шумай, С. В. Шестакова, С. К. Добринина, С. В. Котелевцев. Особенности адаптации иммунной системы к напряжениям современного спорта	99
Г. Л. Апанасенко, Д. М. Недопрядко. Роль аутоиммунных реакций в механизмах срочной и долговременной адаптации к мышечной деятельности	101

Ю. П. Сергеев, В. В. Язвиков. Биологическая закономерность специфической адаптации организма к мышечной работе	102
Ю. П. Сергеев, В. В. Язвиков. Морфо-функциональные характеристики скелетно-мышечных волокон смешанных скелетных мышц спортсменов в условиях неадекватных генотипу физических нагрузок	103
З. Т. Турсунов, М. В. Абдусаматова, М. Д. Пулатова, М. Умарова, Т. В. Нагибина. Развитие адаптации к высокой температуре в зависимости от степени двигательной активности	105
Ш. К. Курбанов. Гипердинамия и адаптационные изменения на уровне органов кишечного пищеварения	107
Т. П. Сээне, К. П. Алев. Изменения в составе субъединиц миозина скелетных мышц в зависимости от характера двигательной активности	108
Э. В. Варрик, В. Э. Ээпик, Т. П. Сээне, А. А. Виру. Динамика синтеза и расщепления белка при систематической мышечной деятельности	109
О. И. Имелик, Р. А. Кольк, К. В. Кизанд. О балансе электролитов при беге	110
О. И. Данилова, А. Л. Поленов, С. С. Каюмова, И. А. Држевецкая. Влияние мышечных нагрузок на продукцию кортиколиберина отдельными структурами гипоталамуса	111
Л. А. Шитов, А. Н. Герасевич, А. В. Шаров. Изменения концентрации сахара и инсулина плазмы крови при статических нагрузках различных по интенсивности и длительности	112
Я. В. Скардс, А. О. Паэглитис. Факторы, лимитирующие согласование доставки O_2 и аэробного ресинтеза фосфогенов и их адаптация при тренировке на выносливость	114
Я. В. Скардс, А. О. Паэглитис, Д. Р. Матисоне. Селективная дилатация сосудов сопротивления и магистральных артерий как один из механизмов адаптации кровоснабжения скелетных мышц к их энергетическим потребностям	115
Т. Э. Ольм. Математический анализ процесса адаптации	117
Д. Н. Давиденко. Методические подходы к исследованию функциональных резервов спортсменов	118
Д. Р. Рустанова. Значение некоторых стрессорных факторов в развитии адаптации и выносливости спортсменов	119

Адаптация организма к гипоксии и гиперкапнии

Д. И. Рыжак, А. В. Молодюк, С. Б. Артифексов, А. А. Прохорова. Роль гипоксии в нарушении репродуктивной функции при гипотермии	121
А. А. Башкиров. Биоритмологические аспекты адаптации организма к гипоксии	124
Л. К. Щельцын. Электрофизиологические исследования нервных механизмов регуляции сердечного ритма в условиях асфиксии	126
Л. Д. Лукьянова. Механизмы регуляции кислородзависимых процессов в клетке у животных с разной чувствительностью к гипоксии	128
И. Г. Власова. К вопросу о клеточных и тканевых механизмах адаптации к гипоксии	131
Н. А. Агаджанян, А. И. Елфимов, А. Е. Северин, В. В. Ещенко, В. В. Бутылкин, С. А. Шастун, Р. П. Стеклова. Реакция на гипоксию и гиперкапнию при адаптации к жаркому климату	134
Т. М. Зеленская, А. С. Зверкова. Особенность адаптивных реакций крови и соединительной ткани у близнецов на пребывание в горах	136
С. П. Гарабажиу, В. Е. Руженков. Особенности физической работоспособности людей, прибывших из различных регионов в процессе адаптации к климато-географическим условиям Кисловодского курорта	137
Е. А. Шогенцукова, М. Н. Якушенко. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы у больных бронхиальной астмой в условиях горного климата	138
В. В. Бутылкин, Л. П. Дорина, И. И. Лизунова, А. Е. Северин, Л. В. Шевченко, А. Сальдивар, И. Пас-Басанта. Реакция внешнего дыхания на гиперкапнию у лиц с различными уровнями физической работоспособности	139
С. С. Александрова, Л. В. Шевченко, С. А. Шастун. Сравнительное морфологическое и физиологическое исследование индивидуальных особенностей адаптации животных к гипоксии	141
Л. Б. Ким. Характер трудовой деятельности и функциональная система дыхания северян	143
С. А. Шастун, В. И. Торшин, А. А. Башкиров, Л. Д. Лукьянова. К вопросу о прогнозировании индивидуальной устойчивости животных к гипоксии	144
Э. Б. Янушевская, Г. А. Плисов, Н. Я. Головенко, Л. И. Шрагина. Роль микросомной системы в изменении резистентности организма при гипоксических воздействиях	145
В. И. Торшин. Влияние адаптации к гипоксии на судорожную устойчивость животных	146

В. С. Мищенко. Физиологическая реактивность системы дыхания при адаптации к напряженной мышечной деятельности	147
В. Г. Ткачук, В. С. Мищенко, А. И. Елфимов, Г. М. Куликов, Ю. А. Полатайко. Характеристика индивидуальных особенностей взаимодействия гипоксического и гиперкапнического стимулов дыхания как метод прогноза резервов адаптации спортсменов	149
А. В. Лупандин. О повышении устойчивости к утомлению в условиях гипоксии	150
Ю. Л. Кислицын. Особенности применения локальных методов восстановления в практике подготовки спортсменов, тренирующихся в проявлении выносливости	152
В. В. Зайцев, И. Г. Власова, В. И. Торшин, С. А. Шастун, О. И. Андрущенко, А. А. Башкиров. Изучение корреляций между действием веществ на перекисное окисление липидов и вызванную и спонтанную активность нервных клеток	153
А. А. Корнеев. О корреляциях между сократительной функцией и интенсивностью процессов окислительного метаболизма при гипоксии на модели изолированного сокращающегося сердца	155
Г. Н. Чернобаева. Содержание АТФ, АДФ и АМФ в мозге крыс с различной чувствительностью к гипоксии	156
О. А. Попова. Особенности работы систем микросомного окисления у устойчивых и неустойчивых к гипоксии крыс в условиях хронической гипоксии	157
Л. В. Сорокина, Л. П. Власова. Влияние адаптации к гипоксии на терморегуляционную активность мотонейронного пула	158
Н. П. Красников, Ю. А. Буков, С. И. Найдич, В. А. Глыбоченко. Влияние ступенчато-возрастающей нагрузки на парциальное давление кислорода и углекислого газа в альвеолярном воздухе	159
Г. П. Бадалов, О. Б. Исмаилов. Изменение сердечной деятельности в условиях умеренной гипоксии на курорте Галалты	161
М. Н. Якушенко, Е. А. Шогенцукова. Функция коры надпочечников у больных бронхиальной астмой при горноклиматическом лечении	162
Н. А. Тюрин, И. А. Глазов, Д. М. Коробко, Е. В. Подусков, А. П. Шуляк. Изменения газового состава крови при бронхиальной астме у детей и некоторые пути их коррекции	163
И. Л. Кручинина, Н. А. Тюрин, В. Ф. Китайгородская, О. П. Алексеева. Нарушение дыхания с явлениями гипоксемии и гипоксии у детей с инородными телами дыхательных путей	165

Научные основы охраны здоровья студентов

В. И. Петров. Состояние здоровья и организация медицинского обслуживания студентов	167
Э. Э. Саркисянц. Физиолого-гигиенические аспекты здоровья студентов вузов	169
А. И. Киколов, В. В. Плотников. Исследование ранних нарушений нервной и сердечно-сосудистой системы студентов в процессе обучения	172
Л. Э. Кару, М. П. Клейн, Э. Я. Кахар. Проблема направленности в адаптации студентов	175
С. И. Тамм. Адаптация студентов и критерий оценки состояния их здоровья	178
В. И. Мазуревич. Модельная характеристика физического состояния студентов Кольского Заполярья	181
К. Т. Ветчинкина. Особенности адаптации иностранных студентов в Москве	183
А. И. Яроцкий. Физиологические аспекты проблемы охраны здоровья студентов вузов	185
Р. В. Силла. Взаимозависимость двигательной активности и здоровья молодого организма	187
Т. Ш. Миннибаев, О. П. Сараджева. Рабочая поза и функциональное состояние организма студентов	189
Ж. И. Петровская. Распространенность артериальной гипертонии у студентов младших курсов и роль факторов «риска» в её стабилизации	190
Н. В. Ростомбекова, Г. М. Понаренко, Т. В. Мшвилдадзе. Состояние здоровья студентов Тбилисского государственного университета	192
Н. Ф. Борисенко, Ю. А. Литвинова, И. И. Слепушкина, А. Г. Глущенко. Адаптация студентов к учебной нагрузке в динамике обучения в медицинском вузе	193
Н. А. Должанская. К вопросу о прогнозировании здоровья студентов	195
А. А. Безродных, В. И. Гагарин, А. П. Ефимова. Состояние здоровья студентов в условиях Крайнего Севера	196
А. Г. Шедрина. Здоровье студентов и физическое воспитание	198
Н. П. Неверова. Методические основы донозологической диагностики, прогнозирования и профилактики здоровья студентов	199
А. В. Кичигин. Опыт проведения профилактических мероприятий в студенческой поликлинике	201
П. Г. Шамров, В. С. Зайцев. Исследования влияния физических упражнений на умственную работоспособность студентов	202

В. В. Пономарева, Б. Т. Романов. Адаптация сердечно-сосудистой системы студентов, перенесших ревмокардит, в процессе занятий физическим воспитанием	203
Д. И. Дусенко. Влияние дозированных физических нагрузок на умственное утомление	204
Н. А. Ахмедов. Анализ состояния сердечно-сосудистой системы у студентов из жарких стран	205
О. Н. Соколова, А. В. Кичигин, И. Пас Басанта, А. Сальдивар. Сравнительная характеристика реакции на гипоксию и гиперкапнию у студентов с различным психо-неврологическим статусом	206

Тартуский Государственный Университет. Физиологические проблемы адаптации.
Тезисы IV Всесоюзного симпозиума по физиологическим проблемам адаптации.

На русском языке.

Редактор Виру А. Технический редактор Прээ К. Корректор Уускюла Л.
Сдано в набор 23. 11. 83. Подписано в печать 26. 04. 84. МВ-00781. Формат бумаги 60×90/16.
Типографская бумага № 2. Гарнитура литературная. Высокая печать. Усл. печ. л. 13,5.
Усл. кр-отт. 13,75. Уч. изд. л. 16,7. Тираж 1000. Заказ № 2508. Цена руб. 1. 20. Типогра-
фия им. Ханса Хейдеманна. 202400 Тарту, Юликооли 17/19.

Цена 1 руб. 20 коп.