

612

УС10.26

П648

293

2003 г.

*Тема:
Участие коры надпочечников
в мышечной деятельности*

ТАРТУСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Ю. Т. ПОХОЛЕНЧУК

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ
В ПРОЦЕССЕ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В БЛИЖАЙШЕМ И ОТДАЛЕННОМ
ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ПЕРИОДЕ**

03. 102 — физиология человека и животных

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

ТАРТУ 1971

Работа выполнена на кафедре физиологии Киевского государственного института физической культуры (заведующий кафедрой - профессор, доктор медицинских наук М.Я. ГОРКИН) и в лаборатории эндокринологии (заведующий - профессор, доктор медицинских наук Н.В. СВЕЧНИКОВА) Института геронтологии АМН СССР.

Научные руководители:

доктор медицинских наук, профессор Н.В. СВЕЧНИКОВА

доктор медицинских наук, профессор М.Я. ГОРКИН

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор Л.Т. ПЯЙ

доцент, кандидат биологических наук А.А. ВИРУ

Дополнительный отзыв дает Ленинградский научно-исследовательский институт физической культуры

Автореферат разослан " 16 " марта 1971 г.

Защита диссертации состоится " 16 " апреля 1971 г. на заседании совета медицинского факультета Тартуского государственного университета по присуждению ученых степеней в области физической культуры и спорта (г. Тарту, ул. Юликооли, 18, ЭССР).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Тартуского государственного университета.

Ученый секретарь ТГУ

И. Маароос
(И. МААРООС)

Одной из необходимых предпосылок для оптимального управления тренировочным процессом, в частности для регулирования нагрузок как в течение одного занятия, так и на протяжении различных тренировочных циклов, является получение исчерпывающей медико-биологической информации о функционировании важнейших систем организма, обеспечивающих мышечную деятельность (В.С. Фарфель, 1961; В.М. Звациорский, 1965 и др.).

Современная эндокринология располагает значительным экспериментальным материалом, указывающим на изменение функции желез внутренней секреции при мышечной деятельности (А.А. Богомолец, 1909; А.А. Виру, 1963; В.П. Эрез, 1964; В.Я. Русин, 1964; К.З. Цуканова, 1964; Ю.Г. Синаук, 1966; Nivoire и соавт., 1958; Kagi, 1955; Frenkel et al., 1962; Bugard, 1966 и др.).

Особый интерес в этом вопросе приобретает изучение функционального состояния коры надпочечников. Как мозговое вещество надпочечника, так и его кора играют исключительно важную роль в механизмах адаптации, трофики и стрессорных реакций организма. Значение надпочечника как железы адаптации особенно ярко проявляется в условиях спортивной деятельности. Нарушения в деятельности этих желез зачастую могут быть одной из основных причин изменения направленности течения жизненных процессов в организме. Однако, роль мышечной деятельности в структурном и функциональном преобразовании и совершенствовании человеческого организма все еще недостаточно исследована, несмотря на огромный опыт, приобретенный спортом.

Изучение восстановительных процессов после физических нагрузок, которые составляют основу рабочей гипертрофии и адаптации организма к окружающим условиям, далеко еще не привлекло того внимания, которого оно действительно заслуживает.

До последнего времени почти все работы были посвящены изучению функционального состояния коры надпочечников в ближайшем восстановительном периоде. И лишь единичные исследователи попытались решить эти вопросы с точки зрения изучения отдаленного восстановительного периода. В то же время для успешного построения тренировочного процесса и врачебно-физиологического контроля немаловажное значение имеет изучение поздних фаз послерабочего периода. В силу этого изучение функционального состояния коры надпочечников после выполнения нагрузок различной продолжительности и интенсивности в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде приобретает значительный интерес. Немаловажное значение в решении поставленного вопроса имеет изучение изменений, наступающих в функциональном состоянии коры надпочечников при применении одноразовой малой и большой физической нагрузки без предварительной тренированности организма к подобного рода напряжениям.

Выяснение влияния больших физических нагрузок на функцию коры надпочечников в условиях эксперимента, может явиться предпосылкой для суждения об оптимальной длительности отдыха перед очередным повторением больших физических нагрузок, получить углубленные сведения о реакции организма, определить тренировочную эффективность последних, глубоко и обосновано подойти к вопросу организации и построению тренировочного процесса.

Учитывая тот факт, что длительная и прочная адаптация может быть достигнута с помощью систематической тренировки, т.е. менее интересным является также изучение функционального состояния коры надпочечников в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде после тренировки.

Исходя из всего изложенного, в настоящей работе поставлены следующие задачи:

1) Выявление влияния одноразовых больших и малых физических нагрузок на функциональное состояние коры надпочечников в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде.

2) Изучение функционального состояния коры надпочечников в процессе тренировки по модельным недельным микроциклам.

3) Изучение функционального состояния железы в поздних фазах послерабочего периода после длительно применяемых физических нагрузок, а также чрезмерных нагрузок с применением "активного" и "пассивного" отдыха.

Работа выполнена на белых лабораторных крысах-самцах, весом 250-320 гр, возраста 5-7 месяцев. Общее количество животных, использованных в работе, 513 (2323 исследования). В качестве физической нагрузки применялась плавательная проба, являющаяся удобной моделью мышечной работы. Крысы плавали при температуре воды 28-30°C, с дополнительным грузом, равным 7-10% от веса животного. Большая нагрузка составляла 27 минут, средняя - 13, малая - 8 минут.

Для оценки функционального состояния коры надпочечников использовались следующие тесты: определение экскреции 17-кетостероидов (17-КС) в суточном количестве мочи по методу M. Callow, B. Callow, содержание аскорбиновой кислоты (АК) в ткани надпочечника по методу Н.С.Ярусовой, содержание холестерина в ткани надпочечника по методу Энгельгардта и Смирновой, возникопеническая реакция периферической крови, определение содержания липидов в ткани надпочечника (морфологические исследования), определение адреналина (АД) в мозговом слое надпочечников по методу В.О.Осиной, вес надпочечника.

Все время эксперимента рассматривалось как экспериментально-нагрузочный цикл с периодами: подготовительный, адаптации и чрезмерных нагрузок или "перенапряжения".

Всего произведено 5 серий исследований.

Первая серия исследований проведена на животных, подвергну-тых влиянию малой одноразовой физической нагрузки.

Вторая серия опытов включила животных, получавших большую физическую нагрузку.

Третья серия - ставила целью выявление резервов коры надпочечников под влиянием экзогенного адренокортикотропного гормона (АКТГ) на фоне большой одноразовой нагрузки.

В четвертой серии исследований определяли динамику изменений функционального состояния коры надпочечников в процессе 9-недельного экспериментально-нагрузочного цикла.

В пятой и шестой сериях эксперимента исследовалось время восстановления функции коры надпочечников после чрезмерных нагрузок с учетом "активного" и "пассивного" отдыха.

Параллельно, в качестве контрольных групп, велись исследования функционального состояния надпочечниковой железы у животных того же возраста, пола и веса, но не подвергнутых воздействию физических нагрузок (чистый контроль) и получавших ежедневно внутримышечно инъекцию физиологического раствора в объеме, соответствующем объему вводимого адренокортикотропного гормона (АКТГ), положенного по весу животного (контроль на укол и различные манипуляции).

С целью выявления механизма изменений функционального состояния коры надпочечников под влиянием большой одноразовой нагрузки, произведена также серия исследований по содержанию адреналина в ткани надпочечников. Забивали животных в одно и то же время су-

ток, учитывая суточную периодичность в функционировании как мозгового, так и коркового вещества надпочечников (Б.С.Касавин и Ю.А.Романов, 1966; И.А.Эскин, 1968 и др.). По тем же причинам во внимание принимались и времена года.

Определение исследуемых показателей после плавательной пробы производилось в динамике; сразу после нагрузки, через 24, 72 и 120 часов, а также на 9, 13, 17. и 25 сутки восстановительного периода.

Сохраняя постоянными условия опытов, при использовании вышеописанных методов исследования, надеялись получить точное представление о характере развивающейся эндокринной дисфункции и взаимной зависимости, которая может существовать в деятельности надпочечной железы в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде.

Все полученные результаты исследований в цифровых выражениях подвергнуты вариационно-статистическому анализу (И.А.Ойвин).

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ КРЫС ПОД ВЛИЯНИЕМ ОДНОРАЗОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК РАЗ- НОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ

Исследование функции коры надпочечников у крыс после малой однократной физической нагрузки. Проведенные исследования показали, что выделение 17-КС с суточной мочой до проведения плавательной пробы колебалось в пределах от 50,20 до 150,60 мкг/24 часа. Средняя величина их экскреции равнялась 102,04 мкг/24 часа. Величины 17-КС через 24, 48 и 120 часов после проведения малой однократной физической нагрузки почти не изменились. В первые 24 часа после нагрузки намечалась незначительная тенденция к усилению функции коры надпочечников, а уже в следующие сутки (48 часов после плавания крыс) наблюдалась столь же незначительная тенденция к угнетению функции изучаемой железы. В дальнейшем на протя-

жении 5 суток (120 часов) уровень 17-КС не имел значимых различий в сравнении с исходным.

Содержание АК под влиянием однократной малой физической нагрузки не изменилось ни разу после проведения плавательной пробы на протяжении наблюдаемых 5 суток. Так, если уровень содержания АК у контрольных крыс составлял $6,73 \pm 0,26$ мг/г ткани надпочечника, а сразу после нагрузки он был равен $6,44 \pm 0,22$ мг/г ткани, то уже через 24 часа после нагрузки функциональное состояние коры надпочечников, судя по этому тесту, восстанавливалось. Небольшое снижение содержания АК сразу после нагрузки согласуется в исследованиях с некоторым приростом 17-КС в этот период времени.

Несколько иной характер носили изменения содержания холестерина в ткани надпочечников. Сразу после проведения малой нагрузочной пробы содержание холестерина в ткани надпочечников снижалось как и концентрация аскорбиновой кислоты. Однако снижение это носило статистически достоверный характер (с $22,50 \pm 1,37$ до $14,70 \pm 1,68$ мг%; $P < 0,01$), так как уже через 24 часа оно мало отличалось от содержания холестерина в надпочечниках контрольных крыс ($26,30 \pm 2,36$ мг%). В последующие дни наблюдения содержание холестерина стабилизировалось на уровне величины контроля.

Эозинопеническая реакция периферической крови на малую нагрузку исследовалась сразу после проведения плавательной пробы, через 2, 4, 24, 48 и 120 часов после нее. Во все эти моменты исследования эозинопеническая реакция периферической крови была отрицательной. Снижение количества эозинофилов не превышало 20,6%.

Таким образом, малая физическая нагрузка, проведенная однократно у нетренированных животных, не вызывает существенных изменений в функциональном состоянии коры надпочечников. Уже в течение

первых суток происходит восстановление функции надпочечной железы почти по всем изучаемым тестам. Следовательно, малая нагрузка даже в нетренированном организме не вызывает чрезмерного напряжения железы адаптации, а изменения, полученные в функции надпочечников, носят характер легкой кратковременной стимуляции.

ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ КРЫС ПОСЛЕ БОЛЬШОЙ ОДНОРАЗОВОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

В доступной литературе в основном изучалось состояние гипофизарно-адреналовой системы при длительной мышечной деятельности (Н.В.Зимкин, 1961, 1969; Г.Я.Брейдо, 1962; А.А.Виру, 1963, 1970; Ю.Г.Синаук, 1963; В.П.Эрез, 1963, 1969; К.З.Цуканова, 1964, 1969; Р.А.Джуганян, 1964; Э.Ф.Коренская, 1964, 1967; И.С.Пиралишвили, 1967; Н.В.Свечникова и соавт., 1968; Л.О.Яансон, 1969; Х.В.Экке и соавт., 1969; О.Р.Немирович-Данченко, 1969; *et al.*, 1953; Hill et al., 1956; V. Derogevco, P. Derogevco, 1962 и др.). Вопрос же восстановления функции коры надпочечников после однократной большой физической нагрузки почти не освещен в литературе (Ю.Т.Похоленчук, 1968, 1969; М.Я.Горкин и соавт., 1969; Mitolo, 1961; Wilkins, 1952).

Вот почему интересным представилось выяснение реакции организма на большие физические нагрузки, применяемые однократно у интактных животных.

а) Экскреция 17-кетостероидов (17-КС) с мочой у крыс после однократной большой физической нагрузки. Выделение 17-КС с мочой в первые сутки после однократной большой нагрузки на мышечную систему повысилось вдвое по сравнению с исходным уровнем (48,92 ± 6,02 мкг/24 часа - исходный уровень 17-КС, 88,45 ± 24,63

мкг/24 часа - первые сутки после нагрузки). В течение последующих трех суток наблюдения за состоянием надпочечной железы существенных изменений не наступило. Уровень 17-КС на 3-и сутки даже немного снизился ($74,92 \pm 15,14$ мкг/24 часа). Однако, это снижение экскреции кортикостероидов не достигло исходного уровня. Более того, на пятые сутки после плавательной пробы экскреция 17-КС вновь резко возросла ($179,54 \pm 31,62$ мкг/24 часа). И лишь спустя 9 суток после нагрузочной пробы количество 17-КС стало интенсивно уменьшаться, а к 25 дню восстановительного периода уровень 17-КС, выделяемых с мочой, приблизился к уровню первоначального подъема 17-КС ($87,16 \pm 19,53$ мкг/24 часа).

б) Содержание аскорбиновой кислоты (АК) в ткани надпочечников крыс, получивших большую одноразовую физическую нагрузку претерпело значительные изменения в сравнении с контролем и с данными, полученными при исследовании влияния малой нагрузки.

Сразу после плавания в надпочечниках крыс концентрация АК снизилась с $3,20 \pm 0,19$ мг/г ткани до $2,84 \pm 0,10$ мг/г ткани. Через сутки после нагрузки содержания АК еще больше снизилось и составляло $2,63 \pm 0,14$ мг/г ткани. Это снижение было статистически значимой величиной ($P < 0,05$). К третьему дню после нагрузки концентрация АК достигала исходного уровня, даже несколько превышая его. Но увеличение содержания АК не останавливается, достигнув исходного уровня, а, наоборот, начиная с 5 дня восстановительного периода и до 13 суток продолжает нарастать. Уменьшение ее содержания наступает лишь на 17 день восстановительного периода. Однако, после 17 дня, когда экскреция 17-КС значительно снижается, концентрация АК вновь возрастает.

Таким образом, большая одноразовая физическая нагрузка оказывает существенное влияние на концентрацию АК в ткани надпочеч-

ников. Увеличение концентрации АК сопряжено с уменьшением выделения 17-КС с мочой и наоборот, и находится в прямой зависимости от величины мышечной нагрузки.

в) Изменения содержания холестерина в ткани надпочечников после однократной большой физической нагрузки также носят фазовый характер. В первые часы после проведения нагрузочной пробы концентрация холестерина значительно уменьшилась (с $38,60 \pm 1,67$ до $30,10 \pm 2,30$ мг%). Но как только железа, мобилизовав свои скрытые резервы, адаптировалась к новым условиям, содержание холестерина также значительно увеличилось (на 3 сутки после нагрузки концентрации холестерина равнялась $43,96 \pm 3,69$ мг%). На пятые и девятые сутки количество холестерина в ткани надпочечников приблизилось к исходному. Но в дальнейшем (на 13 сутки) количество холестерина резко нарастает - $71,00 \pm 6,41$ мг% (сверхвосстановление). Восстановление функции надпочечной железы и по этому тесту начинается лишь после 17 дня восстановительного периода, а окончательное восстановление наступает только через 25 дней.

Таким образом, снижение содержания холестерина в первые часы после напряжения сменяется некоторым повышением концентрации его и "мнимым" восстановлением функции железы на 3-и сутки восстановительного периода. Начиная с 9 до 13 суток наступает вторая фаза, которая характеризуется новой волной подъема концентрации холестерина с последующим восстановлением к 25 дню.

Результаты исследований дают право сделать заключение, что большая однократная физическая нагрузка влечет за собой существенные изменения в функции коры надпочечников, носящие фазовый характер. Первая фаза возбуждения наступает сразу после выполнения нагрузки и сменяется фазой угнетения, которую многие авторы ошибочно принимали за восстановление функции. Вторая фаза воз-

буждения наступает в отдаленном периоде и сменяется медленной нормализацией функции.

Исследования по всем тестам, определяющим функциональное состояние коры надпочечников, дают право утверждать, что начало восстановления функции железы после большой однократной нагрузки на новом гормональном уровне начинается с 17 дня восстановительного периода. В результате чего при больших однократных физических нагрузках оценку изменения функции изучаемого органа или системы необходимо давать с учетом существующего отдаленного восстановительного периода.

Следует также упомянуть, что процессы восстановления протекают закономерно с явлениями "суперкомпенсации". Надпочечник после нагрузки функционирует на новом приспособительном уровне, характеризующемся рабочей гипертрофией. Чтобы решить вопрос о происхождении этих изменений функции надпочечной железы, являются ли они первичными под влиянием нагрузки, или наступают вследствие изменений в гипоталамо-гипофизарной области, были проведены исследования с нагрузкой АКГР.

г) Нагрузочные пробы с адренокортикотропным гормоном (АКТГ).

Раздел работы включает: контрольные исследования - проба на физиологический раствор, пробу с АКГР на интактных животных, пробу с АКГР на опытных животных.

Контрольные исследования - проба на физиологический раствор.

Общезвестно, что система гипоталамус-гипофиз-кора надпочечников обладает высокой реакционной способностью и вовлекается в реакцию организма при различных стресс-ситуациях. Естественно возник вопрос, не вызывают ли сами по себе проводимые процедуры (укол, введение растворителя гормона, захват крысы коридангом и др.) своеобразного стресс-состояния у животных? Вот почему параллельно с

серией исследований влияния экзогенного АКГГ проведена серия контрольных опытов с введением интактным животным на протяжении 25 дней (в установленные условия основного опыта дни) физиологического раствора в дозах, равных по объему АКГГ, рассчитанному на вес крыс.

В процессе исследования эозинопенической реакции периферической крови на введение физиологического раствора выявить какие-либо достоверно значимые изменения в содержании эозинофилов не удалось. Выделение 17-КС при введении физиологического раствора существенно не отличалось от исходного уровня. Не выявлено изменений ни в содержании АК, ни холестерина в ткани надпочечников под влиянием физиологического раствора. Таким образом, манипуляции, которым подвергались животные в процессе проведения различных проб и нагрузок, не могли сами по себе обусловить те значимые сдвиги в функции надпочечной железы, которые получены в результате мышечной нагрузки и пробы с АКГГ.

Проба с АКГГ на интактных животных. Для получения возможности проведения сравнительного анализа выполнена серия исследований действия экзогенного АКГГ на функцию коры надпочечников интактных крыс. Целью исследования являлось выявление чистого влияния физической нагрузки на гипофизарно-адреналовую систему.

Экспериментальным путем установлено, что для взрослых крыс оптимальной дозой является доза АКГГ в 5 ед/100г веса животного. Дозы в 0,25, 0,50 и 1,0 ед/100 г веса крысы вызывали не существенные и не характерные изменения функции надпочечников под влиянием этого гормона. Интактные животные дали специфическую реакцию на введение экзогенного АКГГ в дозе 5 ед/100 г веса животного, что выразилось резким подъемом в экскреции 17-КС. Выделение последних увеличилось более чем вдвое и прирост их составил 240,1%. При этом

закономерно и статистически достоверно снизилось содержание АК в ткани надпочечников (с $3,00 \pm 0,24$ мг/г ткани до $2,30 \pm 0,19$ мг/г ткани) и холестерина (с $38,60 \pm 3,53$ мг% до $30,02 \pm 2,24$ мг%). Эозинопеническая реакция была положительной. Снижение абсолютного количества эозинофилов составляло 60,7%.

Проба с АКТГ на опытных животных. Целью исследований этой серии опытов явилось выявление оптимальных доз АКТГ на функциональное состояние коры надпочечников животных, получавших большую физическую нагрузку. Оценку результатов давали в сравнении с функциональным состоянием коры надпочечников крыс, не получавших АКТГ после большой физической нагрузки в те же дни восстановительного периода (1, 3, 5, 9, 13, 17, 25).

Анализ полученных результатов показал, что в первые сутки после большой физической нагрузки (фаза возбуждения коры надпочечников), зарегистрирована извращенная реакция коры надпочечников на введение экзогенного АКТГ. При этом вместо повышения выделения 17-КС с мочой в ответ на введение АКТГ в первые сутки после нагрузки и на 3, 5 и 9 сутки получено резкое снижение экскреции 17-КС. Лишь на 17 сутки восстановительного периода, когда резкая стимуляция коры надпочечников сменяется нормализацией функции и установлением ее на новом приспособительном уровне, реакция коры надпочечников на введение АКТГ становится нормальной (АКТГ вызывает прирост в выделении 17-КС). К концу восстановительного периода (25 сутки) реакция коры надпочечников обретает специфичность.

Эозинопеническая реакция крови выявила не менее интересные закономерности. Так, в ближайшем восстановительном периоде (сразу после нагрузки) наблюдалось снижение количества эозинофилов крови на 35,7%, через 2 и 4 часа отмечено наибольшее снижение их соответственно 88,3% и 86,7%. По мере возрастания активности коры над-

почечников под влиянием нагрузки на 5, 9 сутки, эозинопеническая реакция ослабевала и на 13 сутки становилась неадекватной. Вместо развития эозинофилии в ответ на выделение экзогенного АКГГ получена эозинофилия, продолжавшаяся до 17 дня восстановительного периода. На 25 день эозинопеническая реакция крови вновь обрела нормальное выражение.

Таким образом, резервы коры надпочечников сохраняются лишь до 9-13 дня восстановительного периода после однократной большой физической нагрузки. Затем чрезмерное напряжение приводит к истощению их и лишь с восстановлением функции железы они также восстанавливаются. Сопоставление результатов проведенной нагрузки АКГГ у интактных и опытных животных позволяет заключить о первичной стимуляции гипоталамо-гипофизарной системы мышечной работой и вторичным включением в реакцию коры надпочечников под влиянием эндогенного АКГГ, вырабатываемого в повышенном количестве возбужденным аденогипофизом. Только в такой ситуации можно представить направление реакции на экзогенный АКГГ у животных, получивших интенсивную мышечную нагрузку, вызвавшую стимуляцию выработки и выброса эндогенного АКГГ. Насыщение организма избыточным количеством АКГГ и вызвало угнетение (вплоть до временной блокады) функции надпочечной железы.

д) Реакция мозгового слоя надпочечника на большую однократную физическую нагрузку. Естественно, получив, такие результаты, нельзя было обойти стороной еще один, не менее значимый, фактор в механизме происходящих изменений - это непременно включение такого мощного гормонального фактора как катехоламины. Изучая изменение содержания адреналина (АД) и кортикостероидов в моче, Goodall а. Meenan (1956), Grui a. Beetnam (1957), Suzumi , Yamashita, , Matamura (1959) показали, что во время мышечной работы у людей и

животных увеличивается как скорость образования гормонов коркового и мозгового вещества надпочечников, так и их выделение. В настоящее время накопились данные, свидетельствующие о том, что в регуляции системы гипофиз-кора надпочечников немалая роль принадлежит адреналину. Предполагается прямое поступление АД из мозгового в корковый слой надпочечника и непосредственное его действие на кортикальные клетки. Вот почему вполне обоснован интерес к изучению изменения выделения катехоламинов из ткани надпочечников при различных физиологических и патологических состояниях, связанных с изменением и нарушением мышечной деятельности.

Особенностью содержания АД в ткани надпочечников крыс, получивших большую однократную физическую нагрузку, является фазовость его выделения на протяжении изучаемого восстановительного периода.

Так, сразу после нагрузки содержание АД практически не изменилось, через 24 часа получено достоверно значимое снижение его, но после 5 дня и всех последующих дней восстановительного периода содержание АД в ткани надпочечника становилось высоким. Лишь на 17 день восстановительного периода концентрация АД уравнивалась с исходным уровнем и к 25 дню функциональное состояние мозгового вещества надпочечника вернулось к норме. Очевидно, стимулирующее влияние физической нагрузки и трансформации его посредством нервных импульсов, носящих фазовый характер, влечет за собой такие же фазовые колебания в выбросе АКТИГ и, естественно, под его влиянием периодические и взаимосвязанные изменения в функции надпочечной железы.

Таким образом, проведенные исследования функционального состояния надпочечной железы под влиянием нагрузок различной продолжительности показали, что к применению их у нетренированных особей

надо относиться с осторожностью и большим вниманием. Если однократная малая физическая нагрузка вызывает у нетренированных животных легкую стимуляцию функции коры надпочечников и быстрое ее восстановление до исходного уровня, то по-иному обстоит дело с результатами проведения большой однократной нагрузки у таких же нетренированных животных. Особого внимания заслуживает фазовость течения изменений в функции гипофизарно-адреналовой системы и длительность восстановления их функции.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ КРЫС В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИРОВКИ

Неподготовленный организм с трудом справляется с большими нагрузками, даже однократными. В то же время, длительная и прочная адаптация организма может быть достигнута с помощью систематической тренировки.

Дальнейшей задачей наших исследований явилось изучение функционального состояния коры надпочечников в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде после тренировки и следующих за ним чрезмерных нагрузок с "активным" и "пассивным" отдыхом. С этой целью применялся экспериментально-нагрузочный цикл длительностью в 9 недель, строившийся на основании модельных недельных микроциклов. При его построении учитывались данные о восстановлении функции коры надпочечников. Наблюдения проводились на 170 взрослых крысах-самцах. На протяжении всего тренировочного процесса после каждой недели, независимо от характера примененного в тренировке микроцикла, животные подвергались 4-минутному контрольному плаванию с последующим исследованием по всем тестам.

В течение первой и второй недели подготовительного периода был применен метод постепенно увеличивающей нагрузки, так как в

работе использовались интактные животные. В первый день крысы плавали I минуту, а каждый последующий день продолжительность нагрузки увеличивалась еще на I минуту. Такого принципа в работе придерживались Н.Н. Яковлев и Л.И. Ямпольская (1950). В результате примененного метода, крысы в первую неделю цикла получили нагрузку общей продолжительностью, равной 21 минуте, а во II неделю - 57 минутам. В течение третьей недели был применен первый "разкачивающий" недельный микроцикл, характеризовавшийся тем, что имел кроме нагрузки по принципу первых 2-х недель еще одну "ударную" нагрузку 27 минут. В сумме крысы наплавали в течение 3-й недели 72 минуты. Распределение нагрузок в течение 3-й недели тренировочного цикла: понедельник и четверг - малая, вторник, среда и суббота - средняя, пятница - большая и воскресенье - отдых.

Большую или "ударную" нагрузку предпочли давать на 5 день тренировки. В выборе дня проведения большой нагрузки руководствовались тем, что ей должен предшествовать определенный подготовительный период. Такой микроцикл рекомендуется на первом этапе подготовительного периода, когда решается задача повышения функциональных возможностей организма.

Первые три недели экспериментально-нагрузочного цикла с постепенно возрастающей в своей продолжительности и незначительной по силе нагрузке, вызвал умеренную стимуляцию функции коры надпочечников. Это проявилось увеличением экскреции 17-КС (с $102,04 \pm 18,02$ до $136,50 \pm 32,89$ мкг/24 часа) и незначительным снижением концентрации холестерина и АК в ткани надпочечников.

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о благоприятном воздействии на кору надпочечников физических нагрузок, выполненных в подготовительном периоде. Примененная физическая нагрузка вызвала легкую стимуляцию функции коры надпочечников, что

повысило в некоторой мере сопротивляемость организма и способствовало сохранению гомеостаза в условиях мышечной деятельности. Усиление функции гипофиза и коры надпочечников в этот период времени можно объяснить возбуждением центральной нервной системы, стимуляцией аденогипофиза и выброса большого количества АКТГ, которое неотъемлемо в начальной стадии мышечной тренировки.

Общеизвестно, что физическая нагрузка сопровождается расходом энергетических ресурсов организма. Однако, во время отдыха восстановление энерготрат происходит обычно не до исходного уровня, а с избытком. Именно в этот момент и наблюдается повышение функциональных возможностей организма. Вот почему примененный "ударный" микроцикл на IV неделе строился на базе "сверхвосстановления" от предшествующей нагрузки. За IV неделю крысы в общем наплавали 110 минут. Распределение нагрузки на протяжении этой недели выглядит следующим образом: понедельник - малая; вторник - средняя; среда, четверг и пятница - большая; суббота - средняя и воскресенье - отдых. Такой метод распределения нагрузок заимствован из литературы, он апробирован, используется при определенном уровне физической подготовленности и является эффективным для достижения высокой степени тренированности.

При анализе полученных данных под влиянием "ударного" микроцикла не удалось выявить каких-либо значительных изменений в экскреции 17-КС. Уровень их в суточном количестве мочи после микроцикла составил $136,21 \pm 42,29$ мкг/сутки, что несколько выше исходного уровня - $102,04 \pm 18,02$ мкг/сутки и почти не отличается от показателей 3-й недели - $136,50 \pm 32,89$ мкг/сутки. В это время содержание холестерина в ткани надпочечников достоверно увеличилось (с $22,50 \pm 1,37$ до $82,50 \pm 2,16$ мг% через 24 часа, $P < 0,01$). Увеличение холестерина в ткани надпочечников крыс при длительном

выполнении большой физической работы является, по-видимому, выражением гипертрофических процессов в коре надпочечников. Такое предположение представляется возможным, так как в этот период наблюдается увеличение веса надпочечников. IV неделя тренировки способствовала также увеличению концентрации АК (с $6,73 \pm 0,26$ мг/г ткани до $7,46 \pm 0,31$ мг/г ткани) в ткани железы.

Таким образом, 4-я неделя тренировочного цикла вызвала небольшое увеличение веса надпочечников, накопление в них АК и холестерина и повышение 17-КС в сравнении с исходным уровнем.

Принимая во внимание данные литературы и беря в основу результаты полученных данных о состоянии надпочечников после выполнения тренировки по "ударному" микроциклу, можно было бы полагать, что нагрузку следует увеличить в следующую неделю тренировки. Но, учитывая причины процессов истощения надпочечников и периода восстановления их функции, повышение нагрузки было бы рискованным и нецелесообразным. Вот почему в следующую (V) неделю тренировочного процесса был избран "разгрузочный" цикл, в котором объем и интенсивность нагрузки были снижены в сравнении с предыдущей неделей. Цикл носил характер отдыха. Животные плавали без дополнительного груза. Суммарное время плавания 48 минут. Распределение нагрузки по дням: понедельник - малая; вторник - средняя; среда - малая; четверг - средняя; пятница - малая; суббота - средняя; воскресенье - отдых.

Несмотря на то, что животные выполняли минимальную работу, получены достоверно значимые сдвиги в функциональном состоянии коры надпочечников. Выделение 17-КС увеличилось по сравнению с исходными величинами почти в 3 раза (с $102,04 \pm 18,02$ мкг/24 часа до $303,23 \pm 64,04$ мкг/24 часа), а содержание холестерина в ткани надпочечника резко снизилось (с $82,50 \pm 2,16$ мг% до $35,99 \pm 1,68$ мг%)

в сравнении с предыдущей неделей, хотя по отношению к контролю ($22,50 \pm 1,37$ мг%) оно оставалось еще повышенным. Такой же характер изменений наблюдался и в концентрации АК. Она статистически достоверно снизилась в сравнении с данными, полученными на IV неделе (с $7,46 \pm 0,31$ мг/г ткани до $6,02 \pm 0,26$ мг/г ткани) и приблизилась к показателям контроля ($6,73 \pm 0,26$ мг/г ткани).

Таким образом, пятая неделя тренировочного цикла оказала благотворное влияние на функции коры надпочечника и на состояние тренированности организма. Исходя из механизма действия больших физических нагрузок на систему гипофиз-кора надпочечников, данные о функции коры надпочечников, полученные после V недели тренировки, можно объяснить влиянием отдыха на эту систему. Вполне возможно, что большие мышечные нагрузки, примененные на IV неделе микроцикла, вызвали чрезмерную выработку эндогенного АКТГ, а избыточное влияние последнего привело вместо стимуляции надпочечников к их неадекватной реакции (тенденция к повышению АК и достоверное увеличение концентрации холестерина в ткани надпочечников). Отдых на V неделе тренировочного цикла уменьшил возбуждение аде-ногипофиза, но выработка им АКТГ в достаточном количестве поддерживалась малыми нагрузками в течение V недели, что и проявилось в стимулирующем влиянии и адекватной реакцией коры надпочечников на АКТГ. Полученные данные оправдывают построение и применение "разгрузочного" микроцикла на V неделе тренировочного процесса.

После пятидневной тренировки весь месячный цикл был повторен с тенденцией к нарастанию физических нагрузок. Динамика нагрузок как и раньше имела волнообразный характер. Каждый последующий микроцикл строился на более высокой основе, чем предыдущий, по объему и интенсивности нагрузок.

Для повышения интенсивности работы у экспериментальных жи-

вотных был увеличен груз, который составлял 10% от веса животного. Продолжительность плавания на втором этапе практически осталась без изменений. Разница во времени заключалась только лишь в построении недельных микроциклов. Так, на VI неделе тренировочного процесса животные выполняли работу по времени равную 86 минутам, а большая нагрузка применялась дважды. Суммарная нагрузка на VII и VIII неделях экспериментально-нагрузочного цикла имела тенденцию к дальнейшему нарастанию и была самой большой в сравнении с ранее примененными микроциклами. Животные в сумме наплавали соответственно 100 и 124 минуты. На VII неделе тренировки большая нагрузка была выполнена трижды, а на VIII неделе - 4 раза. И, наконец, IX неделя тренировки необходима была для активного отдыха и небольшой по объему "разминочной тренировки" перед выполнением чрезмерных нагрузок. Она давала право, тем самым, располагать на получение эффекта восстановления "сверхвосстановления" перед выполнением чрезмерных нагрузок. Суммарно животные наплавали за IX неделю 28 минут, что несколько выше выполненной работы за I неделю тренировочного процесса (21 мин.), а интенсивность работы была выше, так как животные плавали с дополнительным грузом, равным 10% их веса.

Тренировочные нагрузки в течение второй половины экспериментально-нагрузочного цикла вызвали увеличения веса надпочечников (с 82,6 мг до 42,1 мг), накопление в них холестерина (с 22,50±1,37 до 71,10±8,98 мг%) и АК (с 6,73±0,26 до 7,86±0,10 мг/г ткани) и усиление экскреции I7-KC (с 102,04±18,02 до 145,40±30,45 мкг/24 часа). Очевидно, такую реакцию коры надпочечников можно расценивать как проявление возникновения более высокого уровня функциональных возможностей железы. Это подтверждается также и морфологическими исследованиями, производившимися на различных

этапах тренировочного процесса. Так, через два месяца тренировки, когда биохимические исследования констатируют определенную стабильность в показателях, характеризующих функциональные возможности железы, морфологические исследования надпочечников показывают накопление в последних больших запасов липидов и холестерина. Надпочечники как бы демонстрируют свои возможности и готовность к выполнению повторных физических нагрузок. В надпочечнике в это время не только повышается образование липидов и холестерина, но и выделяется большое количество анаболических гормонов (17-кетостероиды), которые, как известно, оказывают стимулирующее влияние почти на все обменные процессы в организме со специфическим действием на обмен белков. Сочетая в себе большую стимулирующую и регулирующую силу как на центральную нервную систему, так и на обменные процессы, андрогены (анаболические гормоны) являются также мощным фактором в увеличении мышечного массива и мышечной силы. Все это не может не сказываться на общей готовности организма не только к восприятию, но и правильной ответной реакции на повышенную мышечную нагрузку.

Таким образом, полученные данные дают нам право считать, что по мере развития приспособительных возможностей организма, надпочечники как и другие органы и системы подвергаются тренировке. Систематические занятия по программе микроциклов не вызывают истощения функции коры надпочечников у экспериментальных животных. Наоборот, морфологические и биохимические исследования свидетельствуют об образовании нового, более высокого приспособительного уровня в процессе тренировки. Иными словами, используемый тренировочный процесс позволил подвести организм животных к выполнению чрезмерных физических нагрузок.

ДИНАМИКА ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧРЕЗМЕРНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Полагая, что исследования закономерностей изменения функции коры надпочечников после тренировочного процесса могут быть полезными при планировании повторных больших физических нагрузок и определении длительности интервалов между ними, возникла необходимость изучения поставленных вопросов. С этой целью после проведения тренировочного цикла была применена чрезмерная нагрузка в конце 9 недели. При этом животные 2 дня подряд получали физическую нагрузку, в 3 раза превышающую большую во времени плавание с дополнительным грузом, равным 10% от веса их тела.

Восстановительный период наблюдался в 2-х направлениях: I группа животных - восстановление функции коры надпочечников проходило с применением "активного" отдыха, II группа - с "пассивным" отдыхом. В качестве "активного" отдыха в эксперименте использовались лишь повторные раздражители умеренной силы. За функцией коры надпочечников наблюдали в течение 25 дней. При этом выявлено, что чрезмерные нагрузки после тренировки по типу экспериментально-нагрузочных циклов, вызвали фазовое течение восстановительного периода, зависящее от условий, в которых протекало восстановление. Активный режим сопровождался следующей фазовостью течения восстановления: а - фаза начального стимулирования длилась 1-8 дня, б - фаза "мнимого" восстановления функции (3-5 сутки), в - фаза нового активирования функции коры надпочечников (9-12 сутки) и г - фаза нормализации функции (после 13 суток). У крыс, восстановительный период которых сопровождался "пассивным" отдыхом, наблюдался сдвиг вправо во всех фазах. Наступление всех фаз во времени (кроме I-й) запаздывало на 3-4 дня и более, а полного восстановления функции коры надпочечников не наступало даже на

25 сутки восстановительного периода.

Таким образом, отдых с сохранением активного состояния благотворно влияет на адаптационные способности организма и способствует скорейшему восстановлению функции коры надпочечников. Эти данные могут быть полезными для решения вопроса применения повторных больших физических нагрузок после "перенапряжений".

Лишь с установлением существования отдаленного восстановительного периода нам представилось возможным подтвердить, что процессы восстановления протекают регулярно и закономерно, с явлениями "суперкомпенсации" или "сверхвосстановления". В отдаленном восстановительном периоде железа адаптации функционирует на новом приспособительном уровне, характеризующемся рабочей гипертрофией. Это подтверждается некоторыми морфологическими особенностями коры надпочечников. В период восстановления кора надпочечников претерпевает ряд существенных трансформаций. Сводятся они к нормализации накопления и распределения липидов в корковом слое. В пучковой зоне отмечается наличие хромофобной полоски, что указывает на определенную, довольно высокую потребность в обмене стероидных гормонов в тренированном и отдыхающем организме.

Совершенно понятно, что данные экспериментальных исследований, полученные на многочисленных группах и видах животных, не могут быть безоговорочно перенесены на человека. Однако, они могут быть полезны и должны быть учтены в поисках построения наиболее рациональных форм модельных тренировочных микроциклов для занимающихся спортом.

В Ы В О Д Ы

1. Изучение отдаленного восстановительного периода является эффективным методом для определения тренированности организма.

2. Одноразовая малая физическая нагрузка вызывает у нетренированных животных легкую кратковременную стимуляцию функции коры надпочечников. Восстановление функции железы после такой нагрузки наступает в первые 24 часа.

3. Большая одноразовая физическая нагрузка вызывает у нетренированных животных существенные изменения в функции коры надпочечников, носящие фазовый характер. Начало восстановления на новом гормональном уровне начинается с 17 дня восстановительного периода.

4. Большие физические нагрузки оказывают стимулирующее влияние первично на гипоталамо-гипофизарную систему животных, а стимуляция надпочечника носит вторичный, опосредованный характер и зависит от повышенной выработки и выброса эндогенного АКТГ гипофиза.

5. Биохимические и функциональные изменения, происходящие в организме животных под влиянием систематических физических нагрузок, (тренировка по программе микроциклов) дают право предполагать о развитии нового уровня механизмов приспособления, обеспечивающих возможность организму выполнять работы большой мощности. Систематические занятия по программе микроциклов не вызывают истощения железы.

6. Динамика восстановительных процессов у экспериментальных животных после выполнения чрезмерных физических нагрузок зависит от их режима в восстановительном периоде:

а) сочетание увеличения функциональных резервов коры надпочечников в тренировочном цикле с экономным их расходом в условиях применения повторных раздражителей умеренной силы в восстановительном периоде, обеспечивает, наряду с другими факторами, более быстрое восстановление функции надпочечников, повышение выносливости и работоспособности организма;

б) растренировка ("пассивный" отдых) значительно затягивает восстановление функции железы.

7. Приведенные данные о структурно-функциональных изменениях в коре надпочечников при различных физических нагрузках в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде свидетельствуют о больших компенсаторных возможностях тренированного организма животных.

8. В процессе адаптации организма животных к физическим нагрузкам система гипоталамус-аденогипофиз-кора надпочечников развивается и совершенствуется, приобретая новый, более высокий уровень нейрогуморальной регуляции функции.

9. Показатели функционального состояния коры надпочечников могут быть рекомендованы в качестве функциональной пробы, дающей право судить об адаптации организма.

СПИСОК РАБОТ

опубликованных по материалам диссертации

1. Функции коры надпочечников после применения однократных нагрузок различной интенсивности. - Материалы научной конференции по итогам научно-исследовательской работы за 1968 г. Киев, 1969, 116-117.
2. Функциональное состояние коры надпочечников после мышечной работы различной интенсивности в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде. - Материалы республиканской конференции. Физиология, биохимия и патология эндокринной системы. Киев, 1969, 168-169.
3. Влияние физических нагрузок различной интенсивности на функциональное состояние надпочечников и гонад в ближайшем и отдаленном восстановительном периоде. - Эндокринные механизмы регуляции приспособления организма к мышечной деятельности. Симпозиум, Тарту, 1969, 141-146.
4. Sarcina musculara si posibilitatile adaptative ale unui organism in perioadele apropiate si departate de refacere. - Al 11-lea congres european de medicina sportiva. Bucuresti. 1969.
5. О роли коры надпочечников и гонад в адаптации к мышечной деятельности. - Ученые записки Ленинградского института физической культуры им. Л.Ф.Лесгафта. Специальный выпуск, посвященный 70-летию профессора Н.В.Зимкина. Ленинград, 1970, 220-227.
6. Влияние мышечных нагрузок длительного действия на секреторную функцию надпочечников. - Материалы международного симпозиума. Двигательная активность и старение. Киев, 1969, 182-187.
7. Изучение некоторых функционально-морфологических особенностей коркового вещества надпочечников под влиянием больших физических нагрузок. - Материалы научной конференции по итогам научно-исследовательской работы за 1969 г. КГИФК, Киев, 1970, 156-158.
8. Sur l'role du cortex surrenal dans l'adaptation a l'activite musculaire. - Труды II-го Европейского конгресса по спортивной медицине. Бухарест (в печати).
9. Функциональное состояние коры надпочечников в процессе мышечной деятельности и восстановительного периода. - Материалы I-й научной конференции Киевского научно-исследовательского института медицинских проблем физической культуры. Киев (в печати).
10. Динамика восстановительных процессов у экспериментальных животных после мышечного "перенапряжения", - Сборник трудов. Физиология, биохимия и патология эндокринной системы. Харьков (в печати).

6404

БИБЛИОТЕКА
Львівського державного
університету імені
Івана Франка

БФ 16294 Подписано к печати 23.2.1971 г.
Зак 114 Объем 1 п.л. Тираж 250 экз.
ЦБТИ МЛП УССР