

86 ✓
912

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. О. В. КУУСИНЕНА

На правах рукописи

Л. Б. СУХИНИНА

**ВЛИЯНИЕ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ
ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК
НА МОРФОЛОГИЮ ПЕЧЕНИ**

(14.751 — Анатомия человека)

(Анатомо-экспериментальное исследование)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

ПЕТРОЗАВОДСК
1971

Работа выполнена на кафедре анатомии (зав. кафедрой — заслуженный деятель науки КАССР, доктор медицинских наук, профессор Н. Б. Лихачева) государственного ордена Ленина и ордена Красного Знамени института физической культуры им. П. Ф. Лесгафта (ректор — профессор Д. П. Ионов).

Научный руководитель: засл. деятель науки КАССР, доктор медицинских наук, профессор **Н. Б. Лихачева**.

Научный консультант: доктор медицинских наук, профессор **В. М. Пинчук**.

Официальные оппоненты:

Доктор медицинских наук, профессор **А. Г. Федорова**

Заслуженный деятель науки РСФСР и КАССР, доктор медицинских наук, профессор **В. А. Самсонов**

Учреждение-рецензент:

Ленинградский педиатрический медицинский институт, кафедра анатомии (зав. — доктор медицинских наук, профессор Г. Ф. Всеволодов).

Автореферат разослан «17» мая 1971 г.

Защита состоится «22» июня 1971 г. на заседании Ученого Совета медицинского факультета Петрозаводского государственного университета им. О. В. Куусинена (г. Петрозаводск, ул. Красноармейская, д. 31).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Ученый секретарь Совета медицинского факультета ПГУ — доктор медицинских наук **А. П. Зильбер**.

Одной из актуальных проблем современной морфологии является исследование процессов адаптации, возникающих под влиянием различных экстремальных воздействий на организм.

Изучение закономерностей анатомо-функциональных процессов приспособления внутренних органов и кровеносной системы к воздействию физических нагрузок различной длительности и интенсивности имеет как общебиологическое, так и практическое значение для современной медицины и спорта. Особое значение в настоящее время в связи с массовостью физической культуры и спорта в нашей стране приобретают вопросы перестройки структур в процессе адаптации и компенсации, требующие разностороннего обоснования режимов тренировки, с учетом одного из положений Ф. Энгельса* о том, что обмен веществ между внешней средой и организмом определяет жизнь. Данный вопрос представляет не только общебиологический интерес, но имеет значение и для философии, в частности, для правильного понимания единства строения и функции (Г. И. Царегородцев, 1966; В. П. Петленко, 1967; Г. А. Югай, 1968; М. Г. Привес, 1968; Г. С. Катинас, 1970 и др.).

Выработать правильную методику физического воспитания, направленную на гармоническое развитие спортсменов, невозможно без изучения тех морфологических процессов, которые протекают в организме под влиянием длительных физических нагрузок.

Биологические аспекты процессов адаптации и компенсации изучаются биохимиками (Н. Н. Яковлев, 1964, 1968; Д. Л. Фердман, 1966; И. Д. Мансурова, 1967; Е. А. Модянова, 1968), физиологами (Н. В. Зимкин с сотр., 1959; Я. А. Эго-

* Ф. Энгельс «Диалектика природы», Госполитиздат, 1952.

линский, 1966; В. В. Власова, Н. И. Георгиевский, В. П. Правосудов, 1970) и несколько меньше—морфологами (М. Г. Привес с сотр., 1961—1970; П. З. Гудзь, 1968, 1970; А. В. Дроздова, 1968—1970 и др.).

• В ряде работ клиницистов подчеркивается, что нерациональное использование физических упражнений, без учета индивидуальных возможностей, может завершиться развитием патологических процессов (И. Г. Акулиничев и др., 1966; К. Л. Гейхман, М. Р. Могендович, 1966; Т. М. Абсалямов, 1967; П. И. Гуменер с сотр., 1967; А. Г. Дембо, 1968 и др.).

• Печень, как один из жизненно важных органов с многообразной функцией и особой структурой кровеносного русла, в значительной мере определяет обменные процессы, депонирование крови, энергетические, а также адаптационные возможности организма.

При изучении влияния спортивных нагрузок на печень у человека, как правило, судят лишь косвенно, по функциональным пробам. Поэтому, несмотря на большое количество работ, до настоящего времени остаются невыясненными структурно-морфологические изменения печени, возникающие под влиянием длительной, ежедневно повторяющейся динамической и статической нагрузок.

Учитывая теоретическое и практическое значение данного вопроса для морфологии, физиологии, биохимии и спортивной медицины, мы предприняли настоящее исследование.

Задачей работы явилось изучение в эксперименте на половозрелых белых крысах-самцах структурно-функциональных изменений печени и ее кровеносных сосудов (артерии и воротной вены) при различных по характеру воздействиях: 1) под влиянием длительной систематической динамической активности — плавания и 2) под влиянием систематической статической нагрузки — «вис».

Для выяснения влияния этих нагрузок на перестройку структуры печени в процессе адаптации к ним представлялось необходимым исследовать не только макро-микроскопические изменения ткани печени, пластичность ее артериального и венозного русла, но и динамику процессов внутриклеточной регенерации печени с учетом содержания в гепатоцитах ДНК и РНК, способность органа использовать и восстанавливать запасы гликогена и уровень активности сукцинатдегидрогеназы.

Таким образом, мы стремились изучить процессы адаптации печени, учитывая основные стороны деятельности данного органа.

Такой подход дает возможность использовать анатомические данные для врачебного контроля в спортивной медицине, физиологии тренировочных процессов, а также — при рассмотрении вопросов выносливости организма к нагрузкам.

Для сопоставления экспериментальных данных с контролем необходимо было охарактеризовать строение печени и архитектонику ее внутриорганный кровеносного русла у экспериментальных животных (белых крыс) в норме, поскольку описания макро-микроскопического строения печени у крыс скудны и противоречивы (Б. М. Копытин, 1952; М. Б. Новиков, 1954; П. П. Гамбарян, Н. М. Дукельская, 1955; E. J. Farris, 1962; С. А. Овсепян, 1967, 1969; Е. Е. Гупало, 1969; В. П. Карпова, 1969; И. Ю. Хилобок, 1969).

Анализ изученной литературы показал актуальность проблемы влияния спортивных тренировок на структуру органов и особенно — печени в процессе адаптации к нагрузкам (Н. В. Зимкин, Я. А. Эголинский, 1956; А. Ф. Лебедева, 1958; М. Ф. Иваницкий, 1962; Н. А. Бутович, Л. Надор, 1967; В. Добровольский, 1967; А. Васильев, 1968). В литературе подчеркивается частота жалоб спортсменов на боли в области печени во время занятий спортом (А. Г. Дембо, 1959; Н. И. Георгиевский, В. П. Правосудов, В. Г. Смагин, 1969). Однако, причины болей и структурные изменения в данном органе под действием спортивных нагрузок остаются неясны. Имеются лишь единичные работы о влиянии спортивных нагрузок в эксперименте на вес печени (W. Thörner, 1951; И. Л. Юргенс, 1965; Ardle William D., Montoye Henry J., 1967), об увеличении объема печени у спортсменов при занятиях теми видами спорта, которые требуют выносливости (S. Israel, G. Israel, 1966).

За последние годы усилился интерес ученых к влиянию спортивных нагрузок на строение печени и обменные процессы в ней. Группа исследователей охарактеризовала некоторые гистохимические изменения в ткани печени после физических нагрузок (Б. П. Солопаев, 1957; О. Р. Немирович-Данченко, 1964; В. В. Власова, В. П. Правосудов с соавт., 1965, 1968, 1970; Н. П. Кириенко, 1966; Н. Н. Яковлев, 1968 и многие др.). В отдельных работах описано влияние гравитационных перегрузок на паренхиму печени (И. М. Хазен, 1966; В. Г. Петрухин, В. И. Степанцов, 1968) или ее кровеносное

русло (А. В. Дроздова, 1968—1970). Надо полагать, что под влиянием физических нагрузок, используемых нами в эксперименте — плавания и «виса», могут выявиться неспецифические изменения структуры печени и ее сосудов, аналогичные изменениям при патологии и др. процессах. Поэтому одновременно с изучением литературы по вопросу влияния спортивных нагрузок на морфологию печени, мы сочли необходимым ознакомиться также и с литературой, касающейся строения печени и ее кровеносного русла у человека и животных в норме, при некоторых патологических процессах и внешних (медикаментозных и пр.) воздействиях (А. В. Мельников, 1923, 1926; Н. М. Мампория, 1961, 1967; Г. Ф. Всеволодов, 1968; Л. Д. Лиознер, 1968; А. Г. Островский, 1968; К. К. Хейдеманис, Р. Я. Лаздане, 1968; В. М. Бреслер с соавт., 1969; З. П. Лангазо, 1969; Г. А. Родионов, 1969 и многие другие).

В соответствии с поставленной задачей для изучения влияния повторяющейся динамической и статической нагрузок на кровоснабжение и макро-микроскопическую структуру печени и течение некоторых обменных процессов в ней нами было поставлено 2 серии опытов: первая — с ежедневной нагрузкой плаванием в течение 6 месяцев и вторая — с нагрузкой «вис», продолжавшейся 3 месяца.

Материал и методы исследования

Эксперимент проводился на беспородных белых крысах-самцах с одинаковым весом около 180,0 (средний вес 180,5) в начале опыта, одной партии, одного календарного возраста, молодые (по классификации Г. А. Родионова, 1969) — 5 месяцев к началу эксперимента. В опыте использовано 130 животных, из которых 70 подвергалось динамической нагрузке плаванием, 20 — статической нагрузке «вис», а 40 служили контролем. Для анатомического исследования употреблено 71, а для гистологического — 59 животных.

Крысы были перемаркированы и взвешивались каждые 10 дней. Данные наблюдений и результаты исследований ежедневно вносились в дневники — протоколы на каждое животное. Условия содержания и кормления соответствовали нормативам, утвержденным Министерством Здравоохранения СССР от 10/III-1966 г.

Нагрузки, даваемые животным, имели ритмичный характер, постепенно нарастали по времени, работа чередовалась с отдыхом. При проведении опыта мы тщательно следили за

постоянством температуры как в помещении вивария, так и воды при плавании крыс, т. к. в литературе имеются указания на возникновение гемодинамических сдвигов в системе воротной вены (Ю. Э. Виткинц, 1940) и изменений размеров клеток тканей животных (R. Chambers, 1908; М. Б. Новиков, 1954) в зависимости от внешней температуры.

Мы сочли оптимальной для плавания крыс температуру воды равную $+35, +36^{\circ}\text{C}$. 70 крыс подвергались 6 раз в неделю, по утрам, до кормления постепенно возрастающей по времени от 10 до 90 минут тренировке плаванием на протяжении 6 месяцев. Во время плавания животных заставляли активно перемещаться в большой ванне.

Динамическая тренировка была разделена на два трехмесячных этапа, между которыми животные получили две недели отдыха.

С целью изучения адаптационных процессов кровеносной системы печени и ее паренхимы в динамике тренировочного процесса животных забивали в разные сроки: после однократной нагрузки, двух недель тренировки, через 1,3 и 6 месяцев плавания.

Чтобы проследить за динамикой обменных процессов в печени и восстановлением их во время отдыха после нагрузки, исследования производили не только сразу после извлечения из воды, но и через час, через 1, 3 и 6 суток.

Одновременно с подопытными всегда умерщвляли и крыс из контрольной группы, которых содержали в тех же условиях, но не подвергали физической нагрузке.

Для изучения влияния статической нагрузки на архитектуру кровеносных сосудов и паренхиму печени было сконструировано специальное приспособление: фанерный щит с прикрепленными к нему деревянными штырями длиной 50 и 70 см с насечками. Щит укреплялся над ванной с водой. Ежедневно до кормления 20 крыс размещали на верхних концах вертикальных стержней под щит, который не позволял им перемещаться вверх. Животные активно не передвигались и лишь пассивно спадали вниз при полном утомлении, когда уже не могли удерживать вес своего тела.

Макро-микроскопические исследования печени в этой серии опыта осуществлялись после однократной нагрузки, через 1 и 3 месяца ежедневных тренировок как сразу после «виса», так и в процессе отдыха, т. е. в те же сроки, что и с динамической нагрузкой.

Для макроскопического исследования кровеносного русла животных умерщвляли эфиром, для гистологического исследования — механически. Во время вскрытия и препарирования отмечались макроскопические изменения, размеры, внешний вид, степень кровенаполнения печени. После извлечения печень взвешивали и в последующем высчитывали весовой коэффициент органа (К. К. Хейдеманис, Р. Я. Лаздане, 1968).

Для определения влияния динамической и статической нагрузок на архитектуру печеночной артерии, воротной вены и паренхиму печени были использованы анатомические (препарирование, инъекция сосудов), рентгенологические (рентгено- и микрорентгенография), гистологические и гистохимические методы исследования.

Для изучения внутриорганного русла печеночной артерии и воротной вены пользовались общепринятой методикой инъекции сосудов рентгеноконтрастной массой Гауха в модификации М. Г. Привеса (1948) с последующей рентгенографией всей печени, отдельных долей и серий срезов. Сосуды заполнялись контрастной массой сразу же после умерщвления животного, до наступления трупного очоления во избежание посмертных изменений в печени.

С целью выявления влияния нагрузок на микроскопическую структуру печени, темп ее внутриклеточной регенерации и особенности углеводного обмена изготавливались гистологические препараты в виде блоков (Р. Меллорс, 1957) для максимальной унификации при окраске их. Для общей оценки гистологической структуры печени, состояния гепатоцитов и их ядер срезы окрашивались гематоксилин-эозином и по Ван-Гизон. Для выявления ДНК и РНК применен метод Браше. Степень насыщения печени гликогеном определяли по методу Шабадаша, а уровень активности сукцинатдегидрогеназы — по методу Зеликмана и Рутенберга в модификации Шелтона и Шнейдера. Липиды выявляли окраской гистологических препаратов шарлахом красным.

Гистологическое и гистохимическое исследования производились путем изучения препаратов под микроскопом МБИ-1 и цитоморфометрии при помощи вставного измерительного окуляра. При этом определяли размеры печеночных долек и количество гепатоцитов с учетом размеров их ядер, приходящихся на единицу площади, — в 10 полях зрения микроскопа в каждом препарате при увеличении, равном $\times 280$.

Процентное соотношение числа гепатоцитов с различными ядрами мы назвали гепатоцитограммой.

При оценке результатов гистохимических исследований принималось во внимание топографическое распределение и степень насыщения цитоплазмы клеток гликогеном, РНК, ДНК, СДГ. Общий уровень содержания того или иного гистохимически выделяемого вещества, т. е. его количественная оценка производилась по шестибальной системе: —; +; ++; +++; ++++; +++++. Результаты исследований заносили в специальные протоколы по выработанным для этой цели схемам. Цифровые данные подвернуты количественному анализу методом биометрии.

По ходу выполнения работы составлено 130 дневников, 189 протоколов, изготовлено: 1008 гистологических препаратов, 71 анатомический препарат, 340 рентгенограмм, 43 сводных цифровых таблицы, 12 схем и графиков и 60 фотографий.

Результаты собственных исследований

В процессе наблюдения за животными оказалось, что **одинаковая** ежедневно повторяющаяся, возрастающая по времени **нагрузка плаванием вызывала различную индивидуальную реакцию** у крыс одинакового пола возраста и веса в начале опыта. Тех животных, у которых отсутствовала видимая внешняя реакция на динамическую нагрузку, не отмечалось отставания прибавки веса по сравнению с контролем, мы отнесли к числу тренированных. К концу первого месяца эксперимента были выделены в группу перетренированных крысы, у которых плавание сопровождалось появлением признаков утомления (экзофтальм, цианоз по краю век в форме очковой оправы, усиление окраски радужки и рефлекса с глазного дна в начале плавания, сменявшееся побледнением радужки и рефлекса с глазного дна при более выраженном утомлении животного, а также двигательное возбуждение). Описанные симптомы проявлялись как в совокупности, так и в любом их сочетании. Различный эффект от действия одной и той же физической нагрузки на одинаковых экспериментальных животных, содержащихся в одинаковых условиях с контрольными, может быть объяснен их индивидуальными различиями в адаптационных возможностях, которые, в свою очередь, зависят от способности организма приспособить свой биологический ритм к повышению нагрузки в условиях опыта.

По мере тренировок у животных возникает стойкое состояние тренированности. Так, если через 1,5 месяца, более чем у половины плававших животных было двигательное возбуждение, то через 5 месяцев двигательная реакция возникла лишь в 3,3% случаев. Ввиду того, что те проявления у крыс, которые выявлены при перетренировке, в основном, соответствуют признакам нарастания гипоксии (Н. А. Агаджанян с соавт., 1966; Е. А. Коваленко с соавт., 1966 и др.), можно считать, что состояние перетренированности крыс при плавании — результат недостаточного снабжения тканей, в частности Ц. Н. С., кислородом.

Как показали результаты второй серии эксперимента со статической нагрузкой «вис», физические возможности крыс самостоятельно удерживаться на вертикальном шесте чрезвычайно малы. Животные быстро утомлялись и пассивно спадали со стержня. В начале тренировок время статической нагрузки не превышало 5—7 минут. Максимум продолжительности «виса» — 30 минут — отмечен к концу месяца тренировок. В последующие сроки время способности крыс удерживаться на стержне уменьшалось и через 3 месяца не превышало 10 минут. Аналогичную «волнообразность» способности крыс удерживаться в «висе» описали и другие авторы (И. И. Брехман, 1968).

Проведенный эксперимент подтвердил имеющиеся в литературе данные (Г. А. Родионов, 1969 и др.) о том, что в норме с возрастом у крыс меняется вес их тела по определенной кривой, прогрессивно нарастая в течение жизни.

При наличии адаптации к физической нагрузке характер кривой динамики веса не нарушается, и вся она располагается на уровне, превышающем контроль, как это было в группе тренированных животных при плавании. При перетренировке под действием плавания уровень кривой веса тела крыс значительно ниже нормы. Так, к концу третьего месяца опыта разница в весе между перетренированными и контрольными животными достигала в среднем 105,0.

Наряду с различием внешних проявлений и прибавки веса в ответ на нагрузку плаванием у тренированных, перетренированных животных, а также в ответ на воздействие статической нагрузки, имелись различия в перестройке архитектоники кровеносного русла и структур паренхимы печени в этих группах животных. В связи с этим вопросы, касающиеся изучения кровоснабжения печени и характера ее

гистологических изменений, рассмотрены параллельно для групп контрольных, тренированных и перетренированных животных при плавании в сопоставлении с теми же показателями при статической нагрузке.

Наши наблюдения позволили сделать вывод о том, что печень крысы является трехдолевой, причем две доли из трех (правая и хвостатая) — лопастные. Прежде, чем приступить к анализу результатов, полученных в эксперименте, мы считали необходимым охарактеризовать строение внутриоргана артериального и венозного русла (воротной вены) печени белых крыс в норме.

Источником кровоснабжения печени является общая печеночная артерия. Длина внесердечной части ее у взрослых крыс не превышает $20 \pm 0,64$ мм, а диаметр $0,8 \pm 0,04$ мм. Для печени белых крыс характерно наличие одного ствола печеночной артерии, который, как правило, делится на три ветви I порядка в воротах долей соответственно трем основным долям печени. На рентгенограммах, сделанных с препаратов с инъецированным рентгеноконтрастной массой артериальным руслом, удастся проследить внутриорганные ветви I—VI порядков, которые постепенно уменьшаются по длине и диаметру от I до последующих порядков. Это же характерно и для русла воротной вены, но диаметр как вне-, так и внутриорганных ветвей ее в 4—5 раз шире, а в целом сеть значительно гуще, чем в системе печеночной артерии. Воротная вена вне печени представлена общим стволом длиной от 25 до 36 мм и диаметром 1,5—3 мм, в зависимости от возраста животного.

У тренированных животных из числа плававших, как и при статической нагрузке, архитектура внутриоргана русла печеночной артерии полностью соответствует контролю на всех этапах тренировки. У перетренированных крыс при плавании в течение первых трех месяцев отмечается небольшая извитость и расширение артериальных ветвей I—II порядков. К концу 6-го месяца тренировок в этой группе животных наблюдается расширение диаметра на 0,1 мм в ветвях I порядка по сравнению с контролем, извитость, местами петлеобразный ход отдельных ветвей I—II порядков печеночной артерии.

В отличие от внутриоргана русла печеночной артерии русло воротной вены претерпевает значительные изменения под влиянием нагрузки плаванием. Уже 2-х недельная тренировка приводит к удлинению диаметра ветвей I порядка на

0,2—1,0 мм (при $p \leq 0,01$). В группе тренированных животных нагрузка в течение одного и трех месяцев вызывает дальнейшее удлинение, расширение и извитость в ветвях I—IV порядков, увеличение их количества (до 189; в контроле — 153).

Возможность увеличения числа ветвей воротной вены мелких порядков становится объяснимой, если учесть данные Е. Б. Закржевского (1960) и А. Фишера (1961) о том, что «в обычных условиях функционирует $\frac{1}{4}$ всех кровеносных капилляров». А. С. Залманов (1966) особое внимание обращал на возможность капилляров «постоянно изменяться», изменять диаметр в 2—3 раза, увеличивать свой общий объем, или «претерпевать обратное развитие» в зависимости от функции органа.

Под действием плавания в течение 6 месяцев у тренированных животных происходит еще большее расширение, удлинение внутриорганных ветвей воротной вены; мелкие ветви (IV—VI порядков) становятся сильно ветвящимися, появляются единичные мелкие мешковидные расширения в ветвях II—III порядков, которые не обнаруживаются после 2-недельного отдыха. При микроскопическом исследовании печени тренированных животных отмечается застой в системе воротной вены сразу после плавания, сменяющийся ишемией органа через 1 час отдыха на ранних этапах тренировки. По мере адаптации к нагрузке (3—6 месяцев плавания) кровенаполнение сосудов (по данным гистологического исследования) нормализуется.

В тех случаях, когда плавание привело к срыву компенсации и вызвало состояние перетренированности крыс, наблюдались значительные изменения в русле воротной вены печени. Помимо увеличения длины и диаметра внутриорганных ветвей воротной вены, наблюдавшегося и в печени тренированных животных, имела место гипотония русла воротной вены. Доказательством последнего служили макроскопически видимые мешковидные выпячивания в ветвях III—IV порядка, неравномерность диаметра этих вен. Аналогичные данные о наличии венозного стаза при медленном нарастании гипоксии имеются у А. В. Сергиенко, В. П. Смирнова (1968). Эти изменения носят не только функциональный характер, но и имеют морфологическую основу, поскольку при гистологическом исследовании обнаружено истончение стенок междольковых сосудов, заполнение эритроцитами крови всего просвета сосудов, а также инфильтрация эритроцитами око-

лососудистых зон паренхимы печени. Микроскопическая картина позволяет думать, что у перетренированных животных было значительное замедление тока крови — стаз с повышением давления в системе воротной вены. Застойное полнокровие органа у перетренированных крыс сочеталось с разрежением на рентгенограммах рисунка ветвей воротной вены мелких порядков (IV—VI).

Отдых в течение 2-х недель не дает полной нормализации в системе воротной вены при перетренировке. На основании этого можно думать, что описанные изменения кровеносного русла при физическом перенапряжении и отсутствии адаптации к нагрузке, являются перестройкой архитектоники с необратимыми, в известной мере, изменениями, главным образом, — в системе воротной вены.

В целом под влиянием нагрузки плаванием архитекtonика внутриоргaнного русла печеночной артерии претерпевает несравненно меньшие изменения, чем русло воротной вены. Это можно объяснить тем, что под действием динамической нагрузки, происходящей в водной среде, возникают значительные сдвиги в обменных процессах, которые влекут за собой изменения в системе воротной вены, приносящей с током крови вещества, участвующие в обменных процессах. Иная функция печеночной артерии определяет и ее «стойкость» при воздействии физических нагрузок.

В противоположность динамической — **статическая нагрузка не приводит к видимым макроскопическим изменениям кровеносного русла печени:** ход сосудов, длина и диаметр их ветвей I—V порядков не отличается от контроля. Возможно, что отсутствие видимой перестройки архитектоники кровеносного русла, несмотря на значительное утомление животных, зависит от кратковременности влияния данной нагрузки, ибо положение в «висе» для крыс не физиологично, а также от хорошей регуляции гемодинамики.

Адаптация организма к повторяющейся физической нагрузке — процесс сложный, захватывающий не только сосудистую систему печени, но и ее паренхиму, в клетках которой очень скоро изменяется уровень внутриклеточных обменных процессов и интенсивность физиологической регенерации.

Критерием для оценки интенсивности процессов физиологической регенерации служили данные цитоморфометрии по 4 параметрам: 1) размер печеночной дольки (произведение

двух ее диаметров); 2) общее число клеток на единицу площади; 3) процентное соотношение количества ядер разных размеров (гепатоцитограмма) и 4) количество содержания РНК в цитоплазме клеток и ДНК, РНК в ядре. При этом активизацию синтеза РНК и ДНК мы трактовали, аналогично И. А. Аниной (1968), как результат действия компенсаторных механизмов в ткани печени.

Рост крыс, прибавка веса тела, абсолютного веса печени контрольной группы сопровождались небольшим равномерным увеличением весового коэффициента печени и площади печеночной дольки на протяжении эксперимента: абсолютный вес печени увеличивался от $12,45 \pm 0,8$ до $14,78 \pm 0,7$ г.; весовой коэффициент печени — от 0,036 до 0,039; площадь печеночной дольки — от 15,13 до 19,0 кв. мк. После **однократного плавания**, оказывающего в целом стрессовое влияние, абсолютный вес печени и площадь печеночной дольки уменьшаются, а относительный вес печени (весовой коэффициент) — несколько увеличивается: абсол. вес печени = $10,96 \pm 0,9$; весовой коэфф. печени = 0,041 (при $p < 0,01$); площадь печеночной дольки = 11,08 кв. мк. В дальнейшем при регулярных тренировках в **группе тренированных крыс** абсолютный вес и весовой коэффициент печени превышают эти показатели в контроле, размер же печеночных долек на 13,5—26,1% меньше нормы на ранних этапах опыта, и лишь к концу 3-го месяца становится близким к контролю. У **перетренированных животных** в течение 6 месяцев плавания наблюдается отставание прироста абсолютного веса печени и роста размеров печеночной дольки, хотя относительный вес органа (весовой коэффициент), больше нормы: абсолютный вес печени $8,7 \pm 0,8$ — $13,4 \pm 1,05$ г.; весовой коэфф. печени 0,041—0,042; площадь печеночной дольки 14,0—14,9 кв. мк. К концу эксперимента площадь печеночной дольки перетренированных крыс, в среднем, на 21,6% меньше, чем в контроле. **Отдых животных в течение 6 суток** после плавания не приводит к нормализации этих показателей.

При **статической нагрузке** абсолютный вес и весовой коэффициент печени превышают эти показатели в контроле (особенно после нагрузки в течение одного месяца) и, примерно, соответствуют данным в группе тренированных крыс после динамической нагрузки.

Специальные исследования паренхимы печени показали, что в норме у контрольных крыс на протяжении опыта преобладают зрелые гепатоциты с небольшими светлыми ядра-

ми. У контрольных крыс, забитых через 6 месяцев после начала опыта содержалось 1,2% двуядерных клеток и 98,8% составляли одноядерные гепатоциты. Среди последних 51,8% приходилось на клетки с ядрами малых размеров и лишь 1,8% — с крупными ядрами. **Динамика содержания ДНК и РНК в гепатоцитах, уловимая визуально, отсутствовала.**

Однократное плавание не меняет общего количества клеток, приходящихся на единицу площади, и соотношений их в гепатоцитограмме. **Общее количество гепатоцитов на единицу площади в ткани печени как в группе тренированных, так и в группе перетренированных крыс, превышает количество гепатоцитов в контроле, особенно на ранних этапах тренировки.** Вместе с тем у тренированных животных **заметна активизация процессов физиологической регенерации:** двухнедельная тренировка вызывает увеличение числа крупноядерных гепатоцитов в 40 раз по сравнению с контролем на том же этапе. В последующее время опыта в гепатоцитограмме увеличивается число двуядерных, а также клеток с ядрами средних размеров, особенно после 6 месяцев плавания. **Клетки печени этих крыс богаты ДНК и РНК.** Через 6 суток отдыха животных после плавания гепатоцитограмма и содержание ДНК, РНК в гепатоцитах становятся сходными с таковыми в контроле.

У перетренированных крыс эта же нагрузка на первом этапе угнетает физиологическую регенерацию, ибо в гепатоцитограмме значительно преобладают мелкоядерные формы, совершенно отсутствуют клетки с крупными ядрами, уменьшается число гепатоцитов с ядрами средних размеров; содержание ДНК, РНК ядрышка и цитоплазмы понижено. Изменения в гепатоцитограмме сохранялись и в процессе отдыха. Через 6 месяцев у этих животных наблюдается дальнейшее торможение регенераторных процессов.

«Вис» вызывает усиление физиологической регенерации ткани печени, особенно через месяц тренировок, т. е. на максимуме функциональных возможностей крыс к этой нагрузке.

Об уровне обменных процессов печени мы судили по динамике расходования и восстановления гликогена гепатоцитами, а также по активности сукцинатдегидрогеназы. Как показали наблюдения, ежедневная длительная постепенно возрастающая нагрузка плаванием приводит к увеличению запасов гликогена печени. **При наличии адаптации к нагрузке происходит экономное, частичное расходование гликогена**

в процессе работы с последующим восстановлением до нормы к концу суток отдыха через фазу перенасыщения.

Состояние перетренированности при плавании белых крыс, как правило, **сопровождается нарушениями утилизации гликогена**, вызывая значительное увеличение углеводов запасов печени аналогично тому, как это бывает при длительных нагрузках на выносливость (Н. Н. Яковлев, 1964). Нормализация в процессе отдыха отмечена лишь через трое суток.

Во время статической нагрузки наблюдается **полное расхождение гликогена печени** с восстановлением его до нормы через 3 часа отдыха. При этом уровень насыщения гликогеном печени зависит от продолжительности статической нагрузки, а восстановление его происходит более плавно, чем при динамической нагрузке.

Изучение динамики активности СДГ показало: **состояние тренированности** животных развивается на фоне усиления активности СДГ сразу после нагрузки, некоторого снижения ее в первые часы отдыха с восстановлением до нормы через 3 часа. **При перетренировке** отмечается значительное понижение активности СДГ сразу после прекращения плавания с быстрым восстановлением ее до нормы во время отдыха. Следовательно, состояние перетренированности развивается на фоне угнетения того этапа окислительно-восстановительных процессов в печени, в которых принимает участие сукцинатдегидрогеназа.

При исследовании обмена жиров нам не удалось проследить сколько-нибудь отчетливую зависимость между степенью тренированности животных, уровнем насыщения печени гликогеном и количеством в ней липидов.

Сопоставление результатов изменения кровеносного русла печени, ее весовых показателей, роста печеночной долики и других компонентов гепатоцитов по данным анатомического, гистологического и гистохимического исследований позволяет думать, что наблюдавшееся увеличение весового коэффициента или относительного веса печени под влиянием физических нагрузок, идет двумя путями: за счет большего кровенаполнения органа и за счет изменений в паренхиме печени. **У тренированных животных** под действием плавания **увеличение органа** происходит частично **за счет увеличения емкости русла воротной вены**, а частично — **за счет усиления регенераторных процессов** и активизации синтеза отдельных клеточных элементов (ДНК, РНК, СДГ, гликогена). **У перетренированных животных** относительный вес печени, по-види-

тому, увеличивается только за счет гемодинамических сдвигов — застойных явлений, как в русле воротной вены, так и в системе печеночной артерии.

Анализ сопоставлений результатов макро- и микроскопических исследований показал наличие зависимости состояния обменных процессов печени на клеточном уровне от гемодинамических сдвигов в системе воротной вены. В целом, дававшиеся нами физические нагрузки вызывали совокупность сочетанных сдвигов. Все описанные изменения зависят от характера и продолжительности нагрузки, тренированности к ней и биологического ритма данного индивидуума, ибо варианты перестроек зависят от свойств тканей и составляющих их клеток (А. А. Войткевич, Г. П. Краснощеков, 1968), а также от индивидуальных различий нарастания устойчивости к гипоксии (Е. И. Дмитриев, Б. Л. Скворцов, 1965).

Как показали наши исследования, печень обладает большими потенциальными возможностями к морфологической перестройке и достаточными резервами для компенсации в процессе приспособления организма к экстремальным воздействиям.

Весь комплекс изменений архитектоники кровеносных сосудов и гистохимических сдвигов в печени в свете учения И. П. Павлова можно рассматривать, как факт «приспособляемости» организма к условиям физической нагрузки, ... «в основе которого лежит простой рефлекторный акт, начинающийся известными внешними условиями» (И. П. Павлов, 1951).

Определение закономерностей анатомо-функциональных изменений под влиянием физических нагрузок, выявленные в данном эксперименте, отражают основное положение, выдвинутое П. Ф. Лесгафтом о формообразующем значении функции.

Приведенные данные свидетельствуют о необходимости строгой индивидуализации тренировочного процесса даже в эксперименте. Особенно важен индивидуальный подход к тренировочному режиму спортсменов с учетом функциональных возможностей организма во избежание парадоксальных реакций и срывов компенсаторных процессов. Индивидуальный подход даст возможность не только спортивному врачу, но и тренеру, своевременно выявить приспособляемость организма к предъявляемым нагрузкам, ибо «только в руках практического врача прикладная анатомия может быть поучительна» (Н. Пирогов, 1881).

На основании полученных данных можно сделать следующие В Ы В О Д Ы:

1. Постепенно возрастающая многократно повторяющаяся динамическая нагрузка плаванием, примененная к белым крысам одного возраста, веса и пола, у большинства животных завершается адаптацией к указанной нагрузке, у части же крыс очень скоро приводит к срыву компенсации — состоянию перетренированности.

2. Состояние перетренированности крыс при плавании характеризуется комплексом внешних проявлений (экзофтальм, цианоз краев век, носа, губ, двигательное возбуждение), в сочетании с отставанием прибавки веса, нарушениями обменных процессов печени на клеточном уровне и застойными явлениями в системе воротной вены.

3. Под влиянием длительной нагрузки плаванием у животных происходят макроскопические изменения архитектуры кровеносного русла печени, более выраженные в воротной вене, чем в системе печеночной артерии, которые зависят от индивидуальных реакций, компенсаторных возможностей организма и сроков тренировки.

4. Изменений архитектуры артериального русла печени у тренированных животных по сравнению с контрольной группой макроскопически не выявляется. У перетренированных крыс к концу 3-го месяца эксперимента наблюдается расширение, удлинение и извилистость хода части внутриорганных ветвей артерии. В последующие сроки эти изменения более постоянны.

5. Под действием динамической нагрузки плаванием выявляется ряд характерных особенностей перестройки архитектуры воротной вены, а именно: увеличение количества ветвей III—IV порядков, удлинение ветвей I—IV порядков, увеличение диаметра вен I—II порядков, появление подкапсульных мешковидных расширений, преимущественно в центральных и каудальных отделах долей в группе перетренированных животных, более выраженное после 6 месяцев тренировки.

6. Под влиянием длительной статической нагрузки «вис» не происходит видимой перестройки архитектуры кровеносного русла печени.

7. Одним из проявлений адаптации под действием физической нагрузки (как динамической при наличии тренировки, так и статической) уже на ранних этапах тренировки является повышение функциональной активности внутрикле-

точных процессов, что морфологически выражается в усилении физиологической регенерации.

8. Усиление функциональной активности гепатоцитов в процессе адаптации к нагрузке происходит как путем новообразования клеток (амитотическим делением), так и интенсификацией их деятельности: увеличения размеров ядер, появления новых двуядерных гепатоцитов, а также активизации синтеза РНК и ДНК.

9. При наличии признаков перетренированности во время плавания происходит торможение регенераторных процессов с одновременным блокированием гликогена в ткани печени.

10. Динамика утилизации и восстановления гликогена в печени различна в зависимости от длительности, характера физической нагрузки и степени тренированности животных.

11. Активность СДГ, как показателя некоторых этапов окислительно-восстановительных процессов печени, различна и зависит от степени адаптации животных к динамической нагрузке и ее продолжительности.

12. Комплексное экспериментальное исследование процессов адаптации печени к длительной постепенно возрастающей динамической или статической нагрузке, проведенное анатомо-гистологическими и гистохимическими методами, даст возможность расширить наши представления о многообразии морфологических и функциональных приспособлений печени животных к различным нагрузкам.

Печатные работы по теме диссертации:

1. К вопросу об изменении архитектоники воротной вены у крыс после длительной нагрузки плаванием. Сб. научн. работ молодых ученых за 1969 г., ГДОИФК, Л., 1970, 67—68.

2. Варианты морфологических изменений ряда органов, возникающих у животных в ответ на физическую нагрузку. (Совместно с Н. Б. Лихачевой и В. М. Пинчук). Тез. докл. научн. конф. по итогам работы в 1969 г., ГДОИФК, 1, 1970, 9—10.

3. Регуляция обменно-восстановительных процессов в печени под влиянием повторяющейся физической нагрузки. Материалы XXXII студ. научн. конф. «Проблемы регуляции в живой природе», Л., 1970, 168—169.

4. Влияние длительной тренировки плаванием на внутриорганный русло печеночной артерии и воротной вены печени крыс. Материалы XIII конф. студ. и асп. морфол. кафедр и лабор. Лен. ВУЗов и НИИ, Лен. Общество АГЭ, Л., 1970, 62—64.

5. Изменения гепатоцитограммы под действием длительной экспериментальной нагрузки. Сб. научн. работ молодых ученых за 1970 г., ГДОИФК, Л., 1970, 66—67.

6. О различной реакции животных на одинаковую физическую нагрузку. (Совместно с В. М. Пинчук). Ж-л «Бюлл. эксп. биол.», 1970, № 5, 29—33.

7. Динамика гликогена печени в процессе развития выносливости в эксперименте. Материалы XI Всесоюзной научной конференции по физиол., морфол., биохим. и биомех. мыш. деятельности. Свердловск, 1970, 429—431.

8. Морфологические изменения печени белых крыс под действием дозированной физической нагрузки. Материалы VI медико-биол. конф., посв. 50-летию Карельской АССР, Петрозаводск, 1970, 70—71.

9. Некоторые изменения органа зрения под влиянием длительной нагрузки плаванием. Сб. научн. работ молодых ученых за 1971 г., ГДОИФК, Л., 1971.

Основные положения диссертации доложены на:

1. Конференции молодых ученых ГДОИФК за 1969 г. — 20 июня 1969 г.

2. Конференции по итогам научно-исследовательской работы ГДОИФК в 1969 г. — 16 января 1970 г.

3. Межвузовской студенческой конференции «Проблемы регуляции в живой природе», Л-д, ЛГУ, — 14 апреля 1970 г.

4. XIII конференции студентов и аспирантов морфологических кафедр и лабораторий Ленинградских ВУЗов и НИИ, общ-во АГЭ — 15 апреля 1970 г.

5. Конференции молодых ученых ГДОИФК за 1970 г.—25 июня 1970 г.

6. Конференции по итогам научно-исследовательской работы ГДОИФК за 1970 г. — 29 декабря 1970 г.

