

ФІЗІОЛОГІЯ

© Макаренко А. Н., Карандеева Ю. К.

УДК 577. 115. 3

Макаренко А. Н., Карандеева Ю. К.

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ОБЩЕСИСТЕМНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К СТРЕССОВЫМ УСЛОВИЯМ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА

Национальный медицинский университет им. А. Богомольца (г. Киев)

Данная работа является фрагментом НИР кафедры гистологии и эмбриологии НМУ им. Богомольца «Органы нервной, иммунной и мочеполовой системы в условиях экспериментального повреждения», № государственной регистрации 0112U001413.

Вступление. Изучалось влияние систематической, направленной мышечной тренировки для повышения реактивности организма и его устойчивости к физическим перегрузкам, а также к неблагоприятным условиям среды, гипоксии, эфирному наркозу и эфирной интоксикации. Такая постановка задачи исследования, представляет теоретический интерес и определенное практическое значение, поскольку в условиях современной цивилизации и научно-технического прогресса в обществе наметилась четкая тенденция к перегрузке умственной деятельности в сочетании с гиподинамией, т. е. недостаточной двигательной активностью во всех сферах деятельности человека [1,3,5].

Это приводит к снижению реактивных свойств организма, снижению его физической выносливости и сопротивлению альтерирующим факторам среды. В этом плане проводятся мероприятия по оздоровлению окружающей среды, в то время как вопросам повышения способности организма сохранять свой гомеостаз в условиях физических перегрузок и вредных воздействий среды уделяется значительно меньше внимания [8, 11, 12, 13, 15].

Целью данного исследования было изучить влияние мышечной тренировки на функциональное состояние мышечного аппарата, перестройку функционального состояния центральной нервной системы, системы дыхания и кровообращения, а так же выяснить каким образом эти изменения влияют на выносливость организма как целостной системы, при мышечной перегрузке, гипоксии, токсическом действии эфира.

Объект и методы исследования. Исследование проводилось на половозрелых крысах самцах. Все манипуляции с животными проводились в соответствии с этическими нормами и рекомендациями по гуманизации работы с лабораторными

животными [7], отраженными в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (Страсбург, 1985).

Животных содержали в стандартных условиях вивария при естественном световом дне и свободном доступе к воде и пище. Для проведения исследований были распределены на 2 экспериментальные группы: 1-я группа – контрольная, которая содержалась в условиях неограниченной двигательной активности; 2-я группа подвергалась мышечной нагрузке на тредбане под углом наклона беговой дорожки 5,5 градусов вверх.

Микроэлектрофизиологическими методами с применением стеклянных микроэлектродов (диаметр кончика 2 – 4 микрон, заполненных 2М раствором NaCl) производилась запись внеклеточной ФА корковых ПН I – IV слоя КБП ГМ крыс. Анализ ФА одиночных ПН производили посредством специальных программ на компьютере (on-line).

Количество поглощаемого кислорода измерялось с помощью электронного газоанализатора «Radiometer».

Для изменения барометрического давления использовали аппарат Комовского со стеклянным толстостенным колпаком. Визуально наблюдали за поведением животного, рефлексом на окружающие раздражители, определяли число дыхательных движений в 1 мин. Установив исходные данные, начинали откачивать воздух из-под колпака, создавая пониженное атмосферное давление с соответствующим снижением парциального давления кислорода.

Результаты исследований и их обсуждение. Наши исследования показали, что в процессе тренировки у опытных крыс появлялись вначале слабоуловимые, а затем существенные различия во внешнем виде и поведении по сравнению с контрольными. Тренированные крысы казались длиннее и выше контрольных за счет приобретения более цилиндрической формы тела. Движения у опытных

животных были более пластичными, шерсть у них отличалась большей белизной и блеском.

Изменение веса опытных крыс по мере тренировки носило фазовый характер. Вначале вес незначительно снижался, а затем постепенно возрастал и к концу тренировочного цикла соответствовал весу контрольных животных с той лишь разницей, что вес опытных крыс, в отличие от контрольных, прибавлялся в основном за счет мышечной массы.

Так, в исходном состоянии среднegrupповой показатель веса опытных животных составлял $174,1 \pm 5,14$, а контрольных крыс – $175,4 \pm 5,11$ граммов, т. е. практически не отличался. Через две недели вес контрольных крыс увеличился на 10,8%, а опытных только на 5,3%. К концу третьей недели, когда физическая нагрузка значительно возросла, вес тренировавшихся животных уменьшился на 3,6% по сравнению с исходным. Начиная с четвертой недели вес опытных крыс прогрессивно увеличивался и к восьмой неделе различия в весе опытных и контрольных животных становились незначимыми. К одиннадцатой неделе различия в весе практически отсутствовали.

Электрофизиологические исследования показали, что у тренированных животных не только увеличивалась мышечная ткань, но также значительно изменялись ее функциональные параметры. Так, лабильность нервномышечных синапсов икроножной мышцы тренированных крыс значительно превышала функциональную дееспособность этих образований у контрольных животных [14, 16, 22, 25, 26].

В условиях нашего опыта при увеличении частоты раздражений нерва до $86,0 \pm 11,6$ стимулов в секунду амплитуда ответных потенциалов икроножной мышцы контрольных крыс снижалась на 40-60%. Для получения такой реакции синапсов у тренированных крыс нужно было увеличить частоту раздражений нерва до $104,0 \pm 16,3$ стимулов в секунду. Эти факты свидетельствуют о том, что функциональная подвижность нервно-мышечных синапсов тренированных животных значительно возрастала. Такая же закономерность проявлялась и при изучении частотного спектра раздражения, вызывающего полный пессимум. У нетренированных животных он развивался при увеличении частоты раздражений до $138,0 \pm 24,0$, а у тренированных – только при $186,0 \pm 40,5$ стимулах в секунду. Эти результаты говорят о том, что в процессе физической нагрузки у тренированных крыс не только увеличивается мышечная масса и сила мышечных сокращений, но также значительно повышается лабильность нервно-мышечных синапсов, т. е. расширяется диапазон усвоения ритмов в единицу времени без трансформации их силы и частоты.

Особый интерес представляют изменения, развивающиеся под влиянием тренировки со стороны коры головного мозга. В условиях эксперимента биоэлектрическая активность коры головного мозга тренированных крыс по сравнению с контрольными отличалась увеличением количества альфа-волн на 16%, бета – на 8,8%, Количество дельтаволн на

электроэнцефалограмме тренированных крыс, наоборот, уменьшалось. Наряду с этим, у тренированных крыс амплитуда альфа-волн увеличилась, в среднем, на 28,5%, бета- на 34%.

Такие изменения характера биоэлектрической активности коры головного мозга тренированных крыс могут указывать на то, что под влиянием тренировки наступает не только повышение функциональной дееспособности поперечнополосатой мускулатуры, сердца, аппарата дыхания, но также и различных отделов центральной нервной системы и, в частности, ее высшего отдела анализа и синтеза – коры головного мозга.

Представленные нами факты, характеризующие функциональные сдвиги, развивающиеся в процессе тренировки со стороны коры головного мозга, а также поперечнополосатой мускулатуры, являются фактическим подтверждением мысли, высказанной одним из основоположников отечественной физиологии И. П. Павловым о том, что «нервная система и, в первую очередь, кора больших полушарий, является тем главным орудием, посредством которого в процессе тренировки осуществляются адаптационно-приспособительные изменения в организме».

Опыты показали, что у контрольных животных на протяжении трех месяцев, основной обмен существенно не изменялся и находился в пределах от 156,7 до 158,5 миллилитров кислорода на 100 граммов веса за один час. У опытных животных основной обмен по мере трехмесячной тренировки постепенно снижался к концу тренировочного цикла в среднем $139,8 \pm 1,16$ миллилитров за час на 100 граммов веса. Эти факты свидетельствуют о том, что в процессе тренировки происходит глубокая перестройка обмена веществ, в основе которой лежит более рациональное и экономное расходование кислорода. Данные, полученные в этом разделе работы, не оставляют сомнения в том, что при мышечной тренировке происходит функциональная перестройка организма на физиологическом, биофизическом и биохимическом уровнях жизни, направленная на повышение реактивных свойств организма, как целостной системы [29].

Такое заключение подтверждается также результатами, полученными различными авторами, изучавшими изменения наступающие в организме под влиянием мышечной тренировки [18, 19].

На основании сделанных нами обобщений можно полагать, что повышение реактивных свойств организма под влиянием тренировки скажется и на его выносливости по отношению к экстремальным условиям, а именно: к физическим перегрузкам, температурному режиму, гипоксии, отравлению организма химическими веществами и т. д. В этом комплексе вопросов, представляющих не только теоретический, но и большой практический интерес, мы прежде всего изучили, как тренировка организма влияет на его физическую выносливость при чрезвычайных нагрузках.

С этой целью тренированные и нетренированные животные помещались в бассейн с температурой

воды 16°C, где они плавали до утопления. Физическая выносливость опытных и контрольных животных объективно определялась продолжительностью плавания в холодной воде [9, 10].

Результаты исследований показали, что уже при погружении в бассейн опытные и контрольные животные вели себя не одинаково. В то время как тренированные бегом животные в момент погружения не проявляли особых признаков беспокойства и свободно плавали, контрольные крысы проявляли резкое возбуждение, искали возможность выбраться из бассейна. Признаки предельного физического утомления у контрольных животных появлялись в среднем через $11,0 \pm 2,3$ мин., а у тренированных только спустя $16,23 \pm 1,6$ минуты.

Когда физическое утомление животных достигало крайней степени и переходило в истощение, они прекращали активные движения и погружались на дно бассейна. Такое состояние наступало у контрольных животных, в среднем, через $12,69 \pm 0,6$ мин, а у опытных только спустя $21,77 \pm 2,8$ мин, что составляет 171,6%.

Полученные данные не оставляют сомнения в том, что повышение реактивных свойств организма под влиянием тренировки создает условия для мобилизации внутренних резервных возможностей живой системы с целью обеспечения жизненных функций в условиях физических перегрузок, достигающих критического уровня, когда организм становится на грань гибели.

Эти факты гармонируют с известным практическим опытом, накопленным в процессе физического воспитания и свидетельствующим о том, что тренированный организм и его различные функциональные системы справляются с адекватными и повышающими физическими нагрузками легче, чем нетренированный. Больше того, наши исследования показали, что тренированные животные обладают большими резервными возможностями не только к сопротивлению при действии неблагоприятных факторов, но и более широкой возможностью к восстановлению функций после наступления клинической смерти, обусловленной утоплением в результате физической перегрузки. В условиях опыта из 15 утонувших тренированных крыс с помощью искусственного дыхания удалось оживить тринадцать (86,6%), а в контрольной группе только пять (33,3%) [6, 23, 24].

Эта сторона вопроса имеет большое практическое значение и заслуживает в последующем специальной разработки.

Дальнейшие более углубленные исследования затронутой проблемы свидетельствуют о том, что тренированный организм отличается более высокой устойчивостью не только при физических перегрузках, но и при действии на организм других чрезвычайных обстоятельств, а именно гипоксии, обусловленной снижением барометрического давления [4]. Наши опыты показали, что гипоксия, сочетавшаяся со снижением барометрического давления, в первую очередь сказывалась на функциональном

состоянии центральной нервной системы, в частности, коры больших полушарий головного мозга. Следует отметить, что функциональные изменения с последующим угнетением и параличом коры головного мозга развивались раньше и глубже у контрольных животных по сравнению с тренированными крысами [2, 3, 27].

Так, при снижении барометрического давления до 660 мм рт. ст. количество бета-волн на электроэнцефалограмме контрольных животных уменьшилось на 20%, в то время как у тренированных только на 5,3% ($p < 0,05$). При снижении давления до 460 мм рт. ст. количество бета-, альфа- и дельта-волн у контрольных животных уменьшилось соответственно на 30,3; 14,4 и 30,8%, а у тренированных – только на 13,1; 16,7 и 27,8%.

Снижение тонуса коры головного мозга сопровождалось также и изменениями со стороны аппарата дыхания и кровообращения. Эти изменения вначале носили компенсаторный характер, что проявлялось в учащении дыхания и сердцебиения. По мере нарастания гипоксии компенсаторно-приспособительные реакции со стороны аппарата дыхания и кровообращения ослаблялись, о чем свидетельствовало урежение количества сердцебиений и дыханий до исходного уровня. Причем, признаки угнетения компенсаторных механизмов со стороны сердечной деятельности у нетренированных крыс проявлялись раньше, чем со стороны аппарата дыхания. Так, частота сердечных сокращений у них возвращалась к исходному уровню уже при снижении барометрического давления до 560 мм рт. столба, а истощение компенсаторно-приспособительных реакций со стороны дыхания начиналось только после снижения барометрического давления до 260 мм рт. столба. У тренированных животных количество сердечных сокращений приходило к исходным величинам при барометрическом давлении 260 мм рт. столба, а дыхание – при 210 мм рт. столба.

Эти факты свидетельствуют о том, что у тренированных крыс компенсаторные возможности в условиях гипоксии проявлялись в большей степени, чем у контрольных животных. В процессе тренировки компенсаторные возможности сердца возрастали в большей степени, чем аппарата дыхания и коры головного мозга.

Наряду с этим, нам казалось интересным и важным установить, является ли тренировка фактором, повышающим устойчивость организма только в условиях гипоксии или она может повышать его выносливость и при других экспериментальных условиях, в частности, в состоянии наркотического сна.

Для выяснения этого вопроса были поставлены 4 серии опытов на 80 белых и серых крысах. Сравнительная устойчивость опытных и контрольных животных к эфиру определялась по биологической переживаемости тренированных и нетренированных крыс, скорости угнетения, истощения и гибели коры головного мозга, аппарата дыхания и кровообращения, а также по уровню смертельной концентрации эфира в коре головного мозга и изменению

тканевого дыхания в момент гибели животного. Первая серия наших наблюдений этого раздела работы была проведена на взрослых тренированных и нетренированных крысах. После введения в камеру эфира у опытных и контрольных животных наблюдался ряд фазовых явлений, как во внешнем поведении, так и со стороны изучаемых нами функций. Вначале отмечалось то более, то менее выраженное двигательное возбуждение, которое затем сменялось успокоением и развитием наркотического сна. По мере засыпания, углубления наркоза и постепенного перехода его в токсическую фазу как у опытных, так и у контрольных животных развивалось постепенное урежение частоты сердцебиения, уменьшение амплитуды и количества дыхательных экскурсий, замедление биоэлектрических колебаний в коре головного мозга с последующим падением амплитуды биопотенциалов коры, остановкой дыхания и работы сердца [17, 20, 21, 28].

Наряду с общими закономерностями в реакции опытных и контрольных животных на токсическое действие эфира наблюдался и ряд существенных отличий, обусловленных уровнем исходной реактивности тренированных и нетренированных крыс. Фаза двигательного возбуждения у тренированных крыс наступала на 2,5-3 мин позже и протекала менее бурно и в более короткий срок, чем у контрольных. По мере наркотизации все изучаемые нами функции угнетались быстрее и в большей степени у контрольных крыс. Разница в реакции тренированных и нетренированных крыс в терминальном состоянии была значительной. Полное угнетение биотоков коры головного мозга у нетренированных крыс наступало в среднем через $98,8 \pm 2,4$ мин., остановка дыхания – через $101,9 \pm 2,7$ шт., исчезновение биотоков сердца – через $103,4 \pm 3,1$ мин. У тренированных крыс кора головного мозга, дыхательный центр и сердце проявили более высокую устойчивость к смертельной концентрации эфира. Полное угнетение биотоков коры головного мозга развивалось в среднем на $143,2 \pm 2,6$ минуте наркотизации, остановка дыхания – на $144,7 \pm 3,2$ минуте, угнетение биотоков сердца – на $145,9 \pm 3,4$ минуте.

Таким образом, судя по остановке дыхания, продолжительность жизни тренированных крыс в условиях эфирной интоксикации была на 42,8 минуты больше, чем контрольных. Эти факты становятся более значимым для практики анестезиологии, если учесть, что гибель тренированных животных, как показали наши опыты, наступала не только при более длительной экспозиции эфирной интоксикации, но и при более высокой его концентрации в коре головного мозга. Так, контрольные крысы погибали при концентрации эфира в коре головного мозга равной $169,6 \pm 31,7$ мг %, а тренированные – $216,0 \pm 34,6$ мг %.

Естественно, что физическая тренировка, повышая функциональную дееспособность различных систем организма на физиологическом уровне жизни, не может не оказать своего влияния на лежащие в их основе обменные процессы, т. е. на

жизненные отправления организма на биохимическом уровне. Чтобы приблизиться к пониманию изменений на биохимическом уровне жизни, мы изучили степень изменения тканевого дыхания под влиянием эфирной интоксикации у тренированных и контрольных животных. Как показали эти опыты, в момент гибели контрольных крыс вследствие отравляющего действия эфира, тканевое дыхание в коре головного мозга, в среднем, составляло $143,25 \pm 6,6$ мкл CO_2 , а у тренированных – $134,56 \pm 7,3$ мкл CO_2 , т. е. только на 8,7 мкл меньше, чем у контрольных. Статистический анализ показал, что эти различия не являются достоверными. Если учесть, что опытные крысы находились в условиях смертельной концентрации эфира на 42,8 минуты дольше контрольных и количество эфира в коре головного мозга у них превышало количество эфира, в коре головного мозга контрольных животных на $46,4 \pm 2,9$ мг % ($p < 0,05$), то логично сделать вывод о том, что тренировка стабилизирует биохимические процессы и делает их более устойчивыми к токсическому действию эфира. В результате такой перестройки кора головного мозга, дыхательный центр и сердце тренированных животных проявили более высокую сопротивляемость к токсическому влиянию эфира.

Теоретическая и практическая значимость полученных фактов послужила основанием к дальнейшей разработке этой проблемы в плоскости онтогенеза с целью изучить, проявятся ли установленные закономерности реакции организма на наркоз при тренировке животных с раннего возраста. Для выяснения этого вопроса была поставлена специальная серия опытов на 20 крысятах, 10 из которых с трехнедельного возраста на протяжении трех месяцев подвергались тренировке. Определение сравнительной устойчивости тренированных и контрольных крысят к действию эфира проводилось по той же методике, что и у взрослых животных. Реакция тренированных с трехнедельного возраста и контрольных крыс на действие эфира, вплоть до терминального состояния и гибели, в принципе совпала с реакцией взрослых опытных и нетренированных животных.

В условиях постепенного углубления эфирного наркоза, контрольные животные оказались менее устойчивыми по сравнению с тренированными крысами. Так, в среднем, через $98,2 \pm 4,78$ минуты от начала наркотизации у контрольных крыс наступало полное угнетение биотоков коры головного мозга с последующей остановкой дыхания. У тренированных крыс в это время кора головного мозга и дыхательный центр еще сохраняли функциональную дееспособность. Глубокие нарушения центральной нервной системы, аппарата дыхания и кровообращения у тренированных животных происходили на $47,7 \pm 2,6$ минуты позже, т. е. гибель тренированных крыс наступала через $145,9 \pm 3,4$ минуты после введения в камеру эфира. Таким образом, мышечная тренировка оказывает благотворное воздействие на организм, как в зрелом возрасте, так и в процессе онтогенеза, повышая его реактивные свойства и

устойчивость к токсическому действию такого сильного протоплазматического яда, каким является эфир.

Эти данные имеют не только теоретическое, но и практическое значение для анестезиологии, поскольку они дают основание полагать, что у детей и у взрослых, систематически занимающихся физическим воспитанием и спортом, наркоз будет протекать менее опасно, чем у ведущих пассивный образ жизни.

Выводы. Таким образом, полученные нами фактические результаты позволяют сделать заключение, что мышечная тренировка как метод повышения реактивности организма и устойчивости

его при неблагоприятных условиях среды (физических перегрузках, гипоксии, эфирной интоксикации) не должна быть абсолютизирована. Ее положительный эффект в каждом конкретном случае будет определяться степенью физической нагрузки в соответствии с индивидуальными возможностями организма.

Перспективы дальнейших исследований. В перспективе планируется исследование реактивности организма и нарушений центральной нервной системы, аппарата дыхания и кровообращения у тренированных животных в условиях передозировки лекарственными препаратами, в частности, общими анестетиками и препаратами группы барбитуратов.

Литература

1. Агаджанян Н. А. Особенности адаптации сердечно-сосудистой системы юношеского организма / Н. А. Агаджанян, И. В. Руженкова, Ю. П. Старшинов [и др.] // Физиология человека. – 1997. – Т. 23, № 1. – С. 93-98.
2. Агаджанян Н. А. Экологическая физиология человека / Н. А. Агаджанян, А. Г. Марачев, Г. А. Бобков. – М.: КРУК, 1998. – 416 с.
3. Агаджанян Н. А. Экологическая физиология: проблема адаптации и стратегия выживания / Н. А. Агаджанян // Эколого-физиологические проблемы адаптации: Материалы X международного симпозиума. – М., 2001. – С. 5-12.
4. Астахов О. Б. Динамика газообмена в процессе адаптации к гипоксической гипоксии / О. Б. Астахов, В. Ш. Белкин, А. О. Астахова // Актуальные проблемы адаптации к природным и экосоциальным условиям среды: Материалы симпозиума. – Ульяновск, 2002. – С. 3.
5. Борилкевич В. Е. Физическая работоспособность в экстремальных условиях мышечной деятельности / В. Е. Борилкевич. – Л.: ЛГУ, 1982. – 97 с.
6. Ванюшин Ю. С. Компенсаторно-адаптационные реакции кардио-респираторной системы : дис. на соискание ученой степени доктора биол. наук : 03. 00. 13 / Ю. С. Ванюшин. – Казань, 2001. – 322 с.
7. Васильева В. В. Исследование газообмена, оксигенации крови и частоты сердечных сокращений при интенсивной работе в лабораторных условиях / В. В. Васильева, Э. Б. Коссовская, В. П. Правосудов [и др.] // Физиологический журнал СССР. – 1960. – Т. 46, № 7. – С. 842-850.
8. Волков Н. И. Закономерности биохимической адаптации в процессе спортивной тренировки / Н. И. Волков. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 67 с.
9. Данилюк В. П. Изменение функциональных показателей экспериментальных животных в зависимости от длительности плавания / В. П. Данилюк // Гигиена и санитария. – 1993. – № 7. – С. 75-76.
10. Двоеносов В. Г. Возрастные особенности адаптации спортсменов-гребцов к напряженным физическим нагрузкам : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. биол. наук : спец. 13. 00. 04 «Теория и методика физического воспитания, спортивной тренировки, оздоровительной и адаптивной физической культуры / В. Г. Двоеносов. – М., 1997. – 20 с.
11. Карпман В. Л. Некоторые общие закономерности адаптации сердечно-сосудистой системы человека к физическим нагрузкам / В. Л. Карпман, М. А. Абrikосова // Успехи физиологических наук. – 1979. – Т. 10, № 2. – С. 97-121.
12. Меерсон Ф. З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность / Ф. З. Меерсон. – М.: Наука, 1975. – 258 с.
13. Меерсон Ф. З. Сокращение и расслабление сердечной мышцы при адаптации к физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, В. И. Капелько, К. Пфайфер // Физиологический журнал СССР. – 1976. – № 5. – С. 793-795.
14. Меерсон Ф. З. Влияние адаптации к физическим нагрузкам на сократительную функцию и массу левого желудочка сердца / Ф. З. Меерсон, З. А. Чашина // Кардиология. – 1978. – № 9. – С. 111-116.
15. Меерсон Ф. З. Адаптация, деадаптация и недостаточность сердца / Ф. З. Меерсон. – М.: Медицина, 1978. – 339 с.
16. Меерсон Ф. З. Влияние адаптации к физической нагрузке в процессе сокращения и расслабления массы левого желудочка сердца / Ф. З. Меерсон, Н. М. Мухарлямов, Ю. Н. Беленков [и др.] // Физиология человека. – 1979. – Т. 5, № 4. – С. 650-659.
17. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 278 с.
18. Озолинь П. П. Адаптация сосудистой системы к спортивным нагрузкам. -2-е изд., переработанное и дополненное / П. П. Озолинь. – Рига : Зинатне, 1984. – 134 с.
19. Розенблат В. В. Два типа адаптации кардиореспираторных показателей человека к физической нагрузке / В. В. Розенблат, С. Н. Малафеева, А. И. Поводатор [и др.] // Физиология человека. – 1985. – Т. II, №1. – С. 102-106.
20. Слоним А. Д. Учение о физиологических адаптациях / А. Д. Слоним // Экологическая физиология животных, 4. 1: Руководство по физиологии. – JL, 1979. – С. 79-110.
21. Халлоши Д. О. Биохимическая адаптация к физической нагрузке: аэробный метаболизм / Д. О. Халлоши. – Наука и спорт. М., 1982. – С. 60-90.
22. Чашина З. В. Влияние адаптации к физическим нагрузкам на возрастную динамику массы и сократительную функцию левого желудочка сердца человека : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : спец. 03.00.13 «Физиология» / З. В. Чашина. – М., 1980. – 20 с.

23. Askanazi J. Influence of exercise and CO₂ on breathing pattern of normal man / J. Askanazi, J. Milic-Emili, J. R. Broell [et al.] // J. Appl. Physiol. - 1979. - Vol. 47. - P. 193-196.
24. Gollnick P. D. Effect of exercise and training on mitochondria of rat skeletal muscle / P. D. Gollnick, D. W. King // Am. Journ. Physiol. 1969. - Vol. 216. - P. 1502-1509.
25. Kao F. F. Interaction between neurogenic exercise drive and chemical drive / F. F. Kao, S. S. Mei, M. Kalia. - Oxford, 1979. - P. 75-89.
26. Pelliccia A. Determinants of morphologic cardiac adaptation in elite athletes: the role of athletic training and constitutional factors / A. Pelliccia // Int. J. Sports. Med. - 1996. - Vol. 17, Suppl. 3. - P. 157-163.
27. Penpargkul S. Effect of physical training on calcium transport by rat cardiac sarcoplasmic reticulum / S. Penpargkul, D. I. Repke, A. M. Katz [et al.] // Circ. Res. - 1977. - Vol. 40, № 2. - P. 134-138.
28. Urbansen A. Sports-specific adaptation of left ventricular muscle mass in athletes heart: An echocardiographic study with 400-m runners and soccer players / A. Urbansen, T. Monz, W. Kindermann // Int. J. Sports. Med. - 1996. - Vol. 17, Suppl. 3. - P. 152-156.
29. Yamashiro S. M. Total work rate of breathing optimization in CO₂ inhalation and exercise / S. M. Yamashiro, J. A. Daubenspeck, T. N. Lauritsen [et al.] // J. Appl. Physiol. - 1975. - Vol. 38, № 1. - P. 802-809.

УДК 577. 115. 3

ВПЛИВ СПРЯМОВАНОЇ М'ЯЗОВОЇ ТРЕНУВАННЯ НА ПРИДБАННЯ ЗАГАЛЬНОСИСТЕМНИХ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ДО СТРЕСОВИХ УМОВ РІЗНОГО

Макаренко А. Н., Карандєєва Ю. К.

Резюме. Проведено дослідження значення систематичного спрямованого м'язового тренування для підвищення реактивності організму і його стійкості до фізичних перевантажень, а також до несприятливих умов середовища, зокрема, до гіпоксії, ефірного наркозу і ефірної інтоксикації.

Досліди показали, що в процесі тренування змінювалася функціональна рухливість дихального центру і його діяльність, як у період навантаження, так і в період спокою.

Це свідчить про те, що функціональні можливості апарату дихання, як і серця, в процесі тренування зростають. Такі зміни дають можливість тренуваному організму в умовах фізичних навантажень і перевантажень швидше і повніше здійснювати газообмін, як неодмінна умова енергообміну, що забезпечує реактивність тканин, органів і фізіологічних систем організму в цілому.

Ключові слова: адаптація, м'язове тренування, гіпоксія, інтоксикація.

УДК 577. 115. 3

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕННОЙ МЫШЕЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА ПРИОБРЕТЕНИЕ ОБЩЕСИСТЕМНОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К СТРЕССОВЫМ УСЛОВИЯМ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗА

Макаренко А. Н., Карандеева Ю. К.

Резюме. Проведено исследование значения систематической направленной мышечной тренировки для повышения реактивности организма и его устойчивости к физическим перегрузкам, а также к неблагоприятным условиям среды, в частности, к гипоксии, эфирному наркозу и эфирной интоксикации.

Опыты показали, что в процессе тренировки изменялась функциональная подвижность дыхательного центра и его деятельность, как в период нагрузки, так и в период покоя.

Это свидетельствует о том, что функциональные возможности аппарата дыхания, как и сердца, в процессе тренировки возросли. Такие изменения дают возможность тренированному организму в условиях физических нагрузок и перегрузок быстрее и полнее осуществлять газообмен, как неперемное условие энергообмена, обеспечивающего реактивность тканей, органов и физиологических систем организма, как целого.

Ключевые слова: адаптация, мышечная тренировка, гипоксия, интоксикация.

UDC 577. 115. 3

Effect of Training on Direction of Muscle Acquired Resistance to Stress Conditions Different Origins

Makarenko A., Karandeyeva Y.

Abstract. Research on the value of systematic, targeted muscle training to enhance the reactivity of the organism and its resistance to physical stress, as well as to adverse environmental conditions, such as hypoxia, ether and ether anesthesia intoxication.

Experiments have shown that in the process of training varied functional mobility of the respiratory center and its activities, both during loading and during rest.

This indicates that the respiratory functionality of the apparatus as the heart, during exercise increased. These changes give the opportunity to train the body in terms of physical activity and congestion faster and more completely gaseous exchange, as a precondition of energy, providing the responsiveness of tissues, organs and physiological systems of the body as a whole.

Further more deep researches of the affected problem testify that the trained organism differs more high stability not only at physical overloads but also at operating on the organism of other extraordinary circumstances, namely to the hypoxia, to conditioned the decline of barometric pressure. Our experiments rotined that a hypoxia, combining

with the decline of barometric pressure, above all things had told on the functional state of CNS, in particular, works of large hemispheres of cerebrum. It should be noted that functional changes with the subsequent oppressing and paralysis of cortex developed before and deeper for control groups as compared to the trained rats.

So, at the decline of barometric pressure to 660 mm of rt. st. the amount of beta-waves on the electroencephalogram of control groups diminished on 20%, while at trained only on 5,3%. There is to 460 mm of rt. st at the decline of pressure. There is to 460 mm of rt. st at the decline of pressure. amount beta-, alpha- and delta-waves for control groups diminished accordingly on 30,3; 14,4 and 30,8%, and at trained – only on 13,1; 16,7 and 27,8%.

Side by side with this, it seemed to us interesting and important to set, whether there is training a factor, by a step-up stability of organism only in the conditions of hypoxia or it can promote his endurance at other experimental terms, in particular, in a state of narcotic sleep.

For finding out of this question 4 series of experiments were put on 80 white and grey rats. Comparative stability of experimental and control groups to ether was determined on biological survival of the trained and untrained rats, speeds of oppressing, exhaustion and death of cortex, vehicle of breathing and circulation of blood, and also on the level of mortal concentration of ether in a cortex and change of the tissue breathing in the moment of death of group.

A difference in the reaction of the trained and untrained rats in the terminal state was considerable. The complete oppressing of biological currents of cortex for the untrained rats came on the average through $98,8 \pm 2,4$ min, stop of breathing – through $101,9 \pm 2,7$ min, disappearance of biological currents of heart – through $103,4 \pm 3,1$ min. The trained rats have a cortex, a respiratory center and heart showed more high stability to the mortal concentration of ether. The complete oppressing of biological currents of cortex developed on the average in the $143,2 \pm 2,6$ min of saturation by drugs, stop of breathing – in the $144,7 \pm 3,2$ min, oppressing of biological currents of heart – in the $145,9 \pm 3,4$ min.

Keywords: adaptation, muscle training, hypoxia, intoxication.

Рецензент – проф. Міщенко І. В.

Стаття надійшла 25. 05. 2014 р.