4510.25
М125

ЛЬВОВСКИЙ
ОРДЕНА ДРУЖБЫ НАРОДОВ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

На правах рукописи

МАГЛЕВАНЫЙ
Анатолий Васильевич

УДК 612.01:371.71:796]004.58

ВЗАИМОСВЯЗЬ УМСТВЕННОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У СТУДЕНТОВ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

14.00.17 — нормальная физиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

ЛЬВОВ — 1988

Работа выполнена на кафедре физического воспитания Львовского ордена Дружбы народов государственного медицинского института.

Научный руководитель – доктор медицинских наук, профессор Сафронова Г.Б.

Официальные оппоненты – заслуженный деятель науки УССР, доктор медицинских наук, профессор Навакатикян А.О.

– доктор биологических наук, профессор Евгеньева Л.Я.

Ведущая организация – Ленинградский государственный ордена Ленина и ордена Красного Знамени институт физической культуры им.П.Ф.Лесгафта

Защита состоится "10" июня 1988 г. в "11.00" часов на заседании специализированного совета К 088.21.02 во Львовском ордена Дружбы народов государственном медицинском институте (290010, г.Львов, ул.Пекарская, 69).

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Львовского медицинского института (г.Львов, ул.17 Вересня, 6).

Автореферат разослан "30" апреля 1988 г.

В.и.о. ученого секретаря специализированного совета доктор медицинских наук, профессор Р.В.Рудый

ЧИТАЛЬНА ЗАЛА
ЛДУФК

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Эффективность обучения при все более возрастающем объеме представляемой и необходимой для запоминания и практического применения информации зависит не только от педагогически правильного учебного процесса, но и от успешного использования функциональных возможностей и резервов организма студента, особенно тех систем, с которыми связано противостояние умственному и физическому утомлению (Ильин Е.П., 1976; Навакатикян А.О., 1985; Пратусевич Ю.М., 1985; Чоговадзе А.В., 1985 и др.). В большинстве работ, посвященных проблемам совершенствования обучения студентов, излагается материал, подтверждающий факт повышения не только физической подготовленности, но и других качественных и количественных проявлений умственной деятельности у студентов, занимающихся различными формами физической культуры и спорта (Гагауз В.В., 1979; Дюжев А.К. и соавт., 1985; Вардимиади Н.Д., 1987 и др.).

Умственная и физическая работоспособность и утомление имеют ряд общих обеспечивающих механизмов, связанных со снабжением организма кислородом, воздействием активирующих структур мозга, эффективностью кровотока, уровнем возбудимости. Однако физиологические механизмы взаимосвязи уровня физической и умственной работоспособности раскрыты недостаточно.

Для оценки умственной работоспособности студентов недостаточно привлекался электроэнцефалографический метод. Не изучено соотношение показателей физической работоспособности, количественных и качественных параметров умственной работоспособности и показателей основных ритмов электроэнцефалограммы, с которыми связывают состояние синхронизирующих систем мозга, ответственных за качество переработки информации, синтез, принятие решений (Ливанов М.В., 1972; Бехтерева Н.В., 1971; 1977; Сологуб Е.Б., 1973; 1978; 1981; Пратусевич Ю.М., 1985). Отсутствуют комплексные динамические исследования физиологических механизмов умственной и физической работоспособности студентов на разных этапах обучения при разном уровне физической работоспособности. Знание этих вопросов необходимо для научного обоснования совершенствования качества физического воспитания, направленного на повышение эффективности обучения избранной специальности в вузе.

Учитывая актуальность проблемы, недостаточно глубокую ее изученность и неполноту информации о протекающих процессах взаимовлияния умственной и физической работоспособности, нами предпринято исследо-

3450

ЖФУДП

вание физиологических компонентов умственной и физической работоспособности и их взаимосвязей у студентов с разным уровнем двигательной активности и физической работоспособности с целью поиска механизмов, воздействие на которые методом физических нагрузок может повысить умственную работоспособность.

Цель исследования. Изучить физиологические механизмы взаимовлияния физической и умственной работоспособности у студентов и обосновать пути их совершенствования.

Задачи исследования.

I. Изучить физическую аэробную работоспособность у студентов I - 2 курсов мединститута и определить ее градации в осеннем и зимнем периодах обучения.

2. Изучить количественные и качественные показатели умственной работоспособности у студентов, их взаимосвязь с ФР и изменение при велоэргометрической нагрузке до "отказа" и в восстановительном периоде.

3. Изучить динамику и взаимосвязь параметров ЭЭГ и ФР, реакций на тестирующие раздражения в покое, под влиянием ступенчато-нарастающей велоэргометрической нагрузки до "отказа" и в восстановительном периоде у студентов с разным уровнем физической работоспособности в осеннем и зимнем периодах обучения.

4. Изучить состояние электрокардиографических и кардиорегуляторных механизмов и их связей с уровнем физической работоспособности у студентов в осеннем и зимнем периодах обучения.

5. Обосновать практические рекомендации о путях повышения физической и умственной работоспособности студентов, основанные на общих и взаимосвязанных механизмах.

Научная новизна. Впервые проведено комплексное исследование уровня физической работоспособности при пульсе 170 в мин. и при "отказе" от работы, основных кардиогемодинамических и кардиорегуляторных механизмов, количественных и качественных показателей умственной работоспособности и объективных электроэнцефалографических показателей функционального состояния мозга студентов в покое, во время и после велоэргометрического теста до "отказа".

Впервые установлено, что группы студентов с достоверно различающимся уровнем физической работоспособности, также достоверно различаются по ряду параметров кардиогемодинамики и кардиорегуляции, количественным показателям умственной работоспособности и показателям электроэнцефалограммы.

Впервые показано, что механизмы повышения умственной работоспособности у студентов зависят от предельного уровня физической работоспособности, которые достоверно и дифференцированно влияют на показатели умственной работоспособности.

Практическая значимость работы. Показан большой диапазон физической работоспособности у здоровых студентов, который следует учитывать при оценке студентов I-го курса и класть в основу индивидуальных рекомендаций по программированию занятий физической культурой и спортом и пропаганде здорового образа жизни.

Экспериментально обосновано, что увеличение физической работоспособности методами физического воспитания до оптимальных пределов способствует улучшению качественных и количественных показателей умственной работоспособности студентов.

Основные положения, выносимые на защиту. I. Здоровые студенты характеризуются большим диапазоном физической работоспособности при пульсе I70 уд. в одну минуту и только у I/3 соответствуют оптимальным величинам. 2. Группы студентов с достоверно различающимся уровнем физической работоспособности достоверно различаются по параметрам кардиорегуляции, электроэнцефалографическим критериям режимов работы мозга, качественным и в меньшей мере количественным показателям умственной работоспособности и степени восстановительных реакций. 3. Повышение умственной работоспособности основано на физиологических механизмах, совершенствующихся при повышении физической работоспособности, главным из которых является холинергическая направленность кардиорегуляции и оптимизации синхронизирующих влияний на параметры электроэнцефалограммы.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на ХУШ Всесоюзной научной конференции "Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности" (Ленинград, I986), на IУ Всесоюзной конференции "Физическая культура и спорт в формировании социалистического образа жизни студентов" (Львов, I987), на Ш Всесоюзном съезде по ЛФК и СМ (Ростов-на-Дону, I987), на ХУ Всесоюзном съезде физиологического общества им.И.П.Павлова (Кишинев, I987), на ХП съезде УФО им.И.П.Павлова (Львов, I986), на IX регионарной научно-методической конференции по проблемам физического воспитания и спортивной медицины на Севере (Архангельск, I988), на научной конференции кафедры СМ и ЛФК Ленинградского института усовершенствования врачей (Ленинград, I986), на XL, XLI, XLП научных конференциях ЛГИФК (Львов, I986,I987, I988), на совместных заседаниях кафедры физиологии и кафедры физвоспитания ЛГИФК и ЛоДНИИ (Львов, I985, I986, I987).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 15 работ, 2 методических рекомендации и 2 рационализаторских предложения.

Внедрение результатов исследования. Основные положения диссертации используются при проведении практических занятий, чтении лекций и в научно-исследовательской работе кафедрами физического воспитания Московского, Полтавского, Тбилиского и Омского медицинских институтов, Харьковского фармацевтического института; кафедрой физвоспитания и спортивной медицины Архангельского медицинского института.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 262 страницах машинописного текста (из них собственного текста 139 страниц) и состоит из введения, обзора литературы, описания методов исследования, трех глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и приложения. Список использованной литературы содержит 305 источников, из них 245 отечественных и 60 зарубежных. Текст диссертации иллюстрирован 51 рисунком и 37 таблицами.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Методика исследования. Исследование проведено в течение 1985 - 1987 гг. на 139 здоровых студентах I-II курсов ЛоДГМИ в возрасте 18 - 25 лет (76 мужчин и 63 женщины). Исследования проводились в осеннем и зимнем периодах обучения (ОПО, ЗПО) в лаборатории кафедры физического воспитания ЛоДГМИ. Для определения показателей физической аэробной работоспособности использовался нагрузочный тест (Амосов Н.А., Бендет Я.А., 1972; Карпман В.Л. и соавт , 1974; Åstrand P.-O. ,1952 и др.), выполняемый на велоэргометре 6-го Киевского производственного объединения "Авторемонт" системы ВЭ02. Ступенчато-нарастающая нагрузка мощностью 0,45 вт/кг выполнялась в течение 3-х минут при скорости вращения педалей 60 об./мин, прирост нагрузки на каждой ступени был таким же и выполнялся без перерыва.

ЧСС определялась по сейсмокардиограмме, регистрируемой до, во время и после выполнения теста на электрокардиографе ЭКГТ-04 с помощью сейсмодатчика 5А 2Е93234 СО № 902, фиксируемого лейкопластырем в области сердечного толчка. АД измерялось в правой плечевой артерии.

Расчет величины ФР-170 производился по формуле Карпмана В.Л. и соавт. (1974) и определялся фактически по достижении пульса 168 - 172 удара в минуту, рассчитывался на 1 кг массы тела. Определялась также сумма работы до пульса 170 уд. в мин, сумма работы до "отказа", прирост от ФР-170 до ФР - "отказ", время работы. Регистрация ЭКГ использовалась для поиска ранних критериев адаптации и деадаптации

сердца, для контроля за переносимостью велоэргометрической нагрузки. Анализировались основные параметры зубцов и интервалов ЭКГ (Бутченко Л.А., 1963).

Оценка сердечного ритма производилась с помощью методики вариационной сейсмокардиографии (ВСКГ) (Сафронова Г.Б., Музыкантова С.Ф., Белова Л.А., 1983), значительно увеличивающей объем информации о деятельности сердца и его связи с дыханием. Рассчитывались по Баевскому Р.М. (1968): средняя величина интервала $A_I - A_I$ ($\bar{X}$), квадратическое отклонение ($\pm\sigma$), средняя ошибка квадратического отклонения ($\pm m$), коэффициент вариации (V %), максимальное (M_x) и минимальное (M_n) значения кардиоцикла, мода ряда (Мо), амплитуда моды (АМо), размах синусовой аритмии (ΔX), индекс напряжения регуляторных систем (ИН).

С помощью ЭВМ ЕС-1022 построены индивидуальные гистограммы 100 кардиоциклов, по которым определялся тип распределения кардиоинтервалов (Евгеньева Л.Я. и соавт., 1980; Белова Л.А., 1982), индивидуальные корреляционные поля для пар кардиоинтервалов - корреляционная ритмограмма - КРГ (Земцовский Э.В., 1987). Рассчитывались коэффициенты корреляции, определялся тип аутокоррелограммы (АКГ), связанный с преобладанием дыхательных или медленных волн (Зацирский В.М., Сарсания Е., 1968; Белова Л.А., 1982). Рассчитывались следующие параметры сейсмокардиограммы (СКГ): амплитуда и продолжительность I и II комплексов - hA_1 и hA_2, tA_1 и tA_2; амплитудный коэффициент Kh, временной коэффициент - Kt; механическая систола - Sm (с), механосистолический показатель (МСП); определялась разница между максимальной и минимальной амплитудой I и II комплексов или вариативность амплитуд; рассчитывались коэффициенты энергии I и II комплексов $KE_1 = ЧСС \cdot hA_1$ (усл.ед.), $KE_2 = ЧСС \cdot hA_2$ (усл.ед.); секундная энергия I и II комплексов - $SEA_1 = \frac{hA_1}{tA_1}$ (мв/с), $SEA_2 = \frac{hA_2}{tA_2}$ (мв/с); коэффициент секундной энергии $KSE = \frac{SEA_1}{SEA_2}$ (ед.). Анализ и трактовка полученных данных проводились по Баевскому Р.М. (1968), Геселевичу В.А. (1977), Музыкантовой С.Ф. (1984).

Функциональное состояние (ФС) центральной нервной системы (ЦНС) оценивалось с помощью методики электроэнцефалографии (ЭЭГ), запись биопотенциалов проводилась на четырехканальном чернилопишущем электроэнцефалографе ЭЭГП-02 Львовского завода "РЕМА" с диапазоном измеряемых амплитуд от 5 до 1000 мкв в полосе частот 0,5-80 Гц в пределах размаха записи - 20 мм.

Биотоки отводились от симметричных областей правого и левого по-

лушарий лобных и затылочных отделов головного мозга с использованием общего вертикального отведения по Сергееву Г.А. и соавт. (1968). Запись ЭЭГ проводилась при закрытых глазах испытуемого в течение 20 с, затем троекратно применялась тестирующая проба на открывание и закрывание глаз ("О", "З") с интервалом 8-10 с, продолжительностью 7-8 с. Анализу подвергнуты амплитуда и частота альфа-волн, энергия альфа-ритма в 1 с, альфа-индекс. Отмечалось наличие на ЭЭГ и других ритмов и волн (дельта-, тета-, бета- и др.). Оценивались генерализация, локализация, очаговость, асимметрия, синхронизация, выраженность биопотенциалов. Рассчитывались скрытые периоды синхронизации альфа-ритма при закрывании глаз (реакция "З") и десинхронизации при открывании глаз (реакция "О"), их отношение - коэффициент з/о (Адамович В.А., 1956). Общий показатель мозговой активности (ОПМА) определяли как сумму показателей К з/о в 4-х отведениях. Коэффициент $К_А^Б$, характеризующий степень билатеральной асимметрии и коэффициент $К_А^Ф$, характеризующий степень фронтально-окципитальной асимметрии мозговой активности, рассчитывались по формулам Сергеева Г.А. и соавт. (1968).

На основании анализа расположения рабочих констеляций мозга и показателя общей мозговой активности была усовершенствована классификация, включающая 8 режимов работы мозга в покое, во время нагрузки и в период восстановления.

Из большого фонда тестов для оценки количественных и качественных показателей умственной работоспособности (УР) мы остановились на наиболее объективных, стабильных, корректных, широко использующихся в комплексных исследованиях. Так, скорость переработки зрительной информации (СПЗИ) определялась по корректурной пробе, модернизированной Зыковым М.М. (1974) с помощью таблиц, состоящих из колец Ландольта. Определялись точность анализа (Т) и среднее время анализа одного знака (ВАОЗ).

Латентные периоды простых двигательных разгибательных реакций (ЛПДР) правой и левой рук определялись с помощью рефлексометра, усовершенствованного нами (Маглеваный А.В. и соавт., 1985; Сафронова Г.Б., Маглеваный А.В., Музыкантова С.Ф., 1985). В блоке подачи раздражителей последовательно зажигались 10 лампочек с различным интервалом времени, на дисплее отмечалось латентное время одной реакции и в конце - средняя из десяти величин реакций. На этом же приборе мы исследовали чувство времени (ЧВ): испытуемый нажатием на датчик включал миллисекундомер и останавливал его через 5000 мс, ориентируясь на свое "чувство времени". Определялась сумма положительных и

отрицательных отклонений от величины 5000 мс при десяти повторениях, проба выполнялась правой и левой рукой, выявлялись степень и динамика функциональных асимметрий.

Решение арифметических задач на умножение двузначного числа на однозначное проводилось по инструкции - выполнять умножение в уме как можно быстрее, лимит времени составлял 30 с, по истечении которых считалось, что испытуемый с задачей не справился. Анализу подвергалось качество выполнения задачи - количество ошибок (КО) и время ее решения.

Показатели ЭЭГ, ВПГ, СКГ, УР и АД регистрировались до нагрузки, сразу после "отказа", на 5 и 10-й минутах восстановления. На каждой ступени нагрузки во время работы регистрировались ЭЭГ, СКГ, УР.

Математическая обработка цифровых массивов проводилась на ЭВМ ЕС-1022 и включала: расчет производных показателей по формулам, статистических показателей для каждого ряда значений ($\bar{X}$, $\pm\sigma$, $\pm m$, $V\%$), расчет достоверности различий (t и p), расчет показателей вариационной пульсограммы, построение гистограмм и корреляционных ритмограмм на ЭВМ, расчет коэффициентов аутокорреляции для каждого ряда кардиоинтервалов, расчет коэффициентов корреляции между интересующими нас рядами.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Динамика показателей физической и умственной работоспособности (ФР и УР) и их взаимосвязь у студентов в осеннем и зимнем периодах обучения.

Диапазон показателей ФР-170/кг в осеннем периоде обучения (ОПО) у мужчин составил 11,26 ± 0,33 - 20,70 ± 0.37, у женщин 8,36 ± 0,31 - 13,89 ± 0,34 кгм/мин/кг. Для сравнительного анализа в динамике учебного года взяты четыре из семи групп студентов с достоверно различающимся уровнем работоспособности: мужчины - I - с низким уровнем ФР - 13,52 ± 0,29, II - с высоким уровнем ФР - 20,71 ± 0,37 кгм/мин/кг; женщины - III - с низким уровнем ФР - 8,36 ± 0,31 и IV - со средним уровнем ФР - 13,89 ± 0,34 кгм/мин/кг. В группах мужчин достоверно различались показатели ЧСС, М АД, МОК. В группах женщин различия показателей были недостоверны. В зимнем периоде обучения (ЗПО) величины ФР-170 или обнаруживали тенденцию к понижению (II-IV гр.), или оставались на исходном уровне (I гр.). Как видно, однородная масса здоровых студентов имеет значительный диапазон физической работоспособности, несколько понижающийся к зимнему экзаменационному периоду.

Сравнительная оценка количественных и качественных показателей УР по данным теста "кольца Ландольта" позволила установить достоверные различия по показателям точности и скорости переработки зрительной информации между "слабыми" и "сильными" группами мужчин (I-II) и женщин (III-IУ).

В ЗПО отмечена тенденция к улучшению количественных и качественных показателей УР, особенно в группах женщин. Утомление, вызванное велоэргометрической нагрузкой до "отказа" в ОПО, по-разному влияло на УР: количественные показатели (ВЛОЗ, СПЗИ) улучшились во всех группах, а качественные - только в группах с высокой ФР. В ЗПО велоэргометрическая нагрузка до "отказа" стимулировала психические функции только во II "сильной" группе мужчин. В I группе мужчин с более низкой ФР и в группах женщин СПЗИ увеличивалась, но ее качество ухудшалось. Приведенные данные указывают на неоднородность исходного уровня ФР и влияния велоэргометрической нагрузки до "отказа" на УР в осеннем и зимнем периодах обучения. В ЗПО угнетающее влияние утомления после "отказа" от работы на качественные показатели УР более выражено.

Исследование динамики времени решения задачи (ВРЗ) и количества ошибок (КО) подтвердило ту же закономерность: в ОПО у студентов с более высокой ФР ВРЗ и КО было достоверно и значительно ниже, чем у студентов с более низким уровнем работоспособности. В восстановительном периоде после работы до "отказа" у них было более выражено укорочение ВРЗ и уменьшение количества ошибок. В ЗПО во всех группах исходные величины ВРЗ и КО были ниже чем осенью, что указывает на оптитимизацию более сложных форм умственной деятельности. После "отказа" в ЗПО показатели УР ухудшились, отсутствовал оптимизирующий эффект физической нагрузки, характерный для сильных групп в осеннем периоде обучения, хотя в "сильных" II и IУ группах ухудшение УР после теста было менее выраженным. Перед "отказом" от работы во всех группах в ОПО отмечен своеобразный "мобилизационный эффект" - достоверное укорочение ВРЗ и КО. Этот эффект описан нами впервые и в доступной литературе не обнаружен. В ЗПО "мобилизационный эффект" УР перед "отказом" от работы сохраняется и лучше выражен в группе женщин.

Исследование "чувства времени" показало, что у женщин значительно и достоверное выражено "ускорение" внутренних биологических часов. У мужчин более выражены положительные отклонения ("перебор" времени), что отражает некоторое "замедление" биологических часов. После теста уменьшается асимметрия в реализации ЧВ правой и левой рукой

во всех группах. Как видно, имеются достоверные различия не только величин ФР-170/кг, но достоверно различаются показатели тестов, освещающих количественные и качественные стороны УР. Под влиянием нагрузки до "отказа" в большей степени нарушаются качественные показатели умственной работоспособности, особенно у женщин. В ЗПО этот эффект выражен сильнее. Расчет КК внутри каждой группы выявил, что в ОПО в покое до теста у студентов I группы показатели УР не имели достоверной связи с показателями ФР-170. После теста появилась отрицательная связь ФР и КТ (-0,58), свидетельствующая о сильном влиянии утомления на качественные показатели УР с ростом ФР. У студенток Ш "слабой" группы в осеннем периоде обучения величина ФР-170 в покое также не определяла показателей умственной работоспособности. Только после теста появилась парадоксальная отрицательная связь СПЗИ (-0,70) и ВРЗ (0,54): чем выше ФР, тем более выражено угнетающее влияние на СПЗИ и ВРЗ.

У студенток IУ группы в ОПО имелась достоверная положительная парадоксальная связь ФР-170 и времени решения задач (0,62), после теста она ослабела (0,45). Интересно отметить, что в ЗПО у женщин отмечены оптимальные КК ВАОЗ и ФР (-0,50; -0,51), единственная достоверная связь была положительной: чем выше ФР-170, тем больше времени они тратят на решение задач. Связь не логична, как у мужчин усиливается после теста.

Как видно, внутри групп у студентов обнаруживается сложная зависимость между некоторыми показателями умственной и физической работоспособности, однако общая тенденция сохраняется.

2. Динамика показателей электрической активности мозга у студентов при выполнении велоэргометрической нагрузки до "отказа" в осеннем и зимнем периодах обучения и их связь с ФР.

Нами проанализированы основные параметры альфа-ритма в четырех отведениях мозга. Наиболее существенные достоверные изменения отмечены по данным реактивности мозга на световые раздражения, приведенные к единой величине - показателю мозговой активности (ПМА), который представляет собой сумму четырех коэффициентов э/о. В ОПО наибольшие К э/о регистрировались у студентов П группы, а наименьшие - в Ш группе. В ЗПО К э/о возросли во всех группах, кроме П, особенно в лобных отведениях, связанных с умственной деятельностью (рис.I).

У студентов-мужчин П группы с наиболее высоким уровнем физической работоспособности в покое до теста уже в осеннем периоде отмечены высокий ПМА (II,6 ед.), высокий $К_А^Ф$ (I,37 ед.), что указывает на

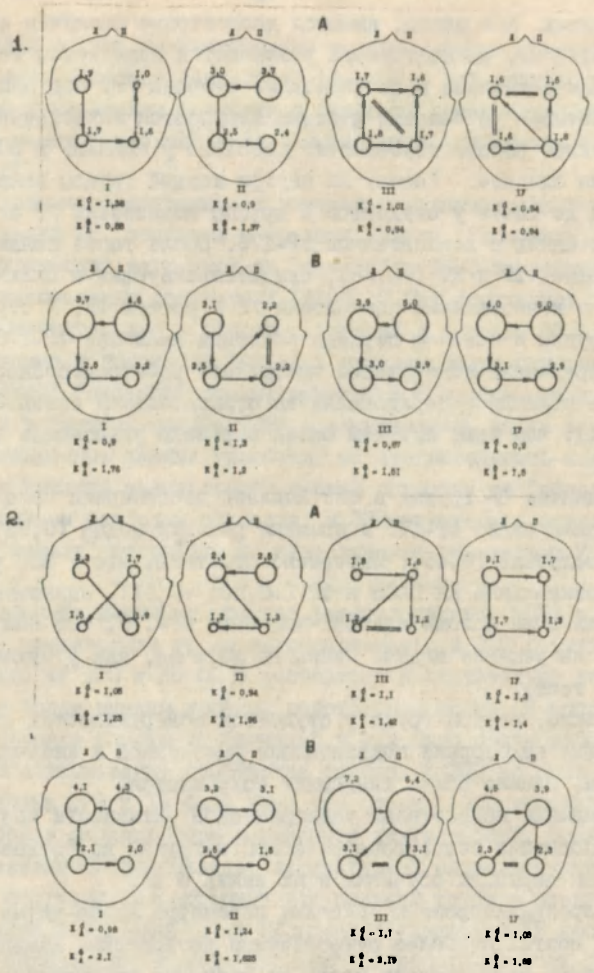

Рис.I. Соотношение К з/о у студентов I-IУ групп в осеннем (А) и зимнем (В) периодах обучения, до теста (I) и после первой ступени нагрузки (2). Сокращения: Л – левое полушарие; П – правое полушарие мозга; $К^{б}_{л}$ и $К^{ф}_{л}$ – коэффициенты билатеральной и фронтально-окципитальной асимметрии. Стрелками указан нисходящий градиент возбудимости по К з/о; двойная стрелка – отсутствие преобладания коэффициентов, бездоминантное состояние.

доминирование лобных отделов мозга с фокусом активности справа. В ЗПО у них сохранился высокий ПМА (10,0 ед.), фокус активности переместился в левое лобное отведение при регионарном левополушарном доминировании, что является оптимальным режимом для осуществления умственной деятельности в экзаменационном периоде. Как видно, имеющие высокий уровень физической работоспособности хорошо адаптируются к учебному процессу и стрессовым условиям экзаменационной сессии.

У студентов Ш группы в покое в ОПО функциональное состояние ЦНС было неопределенным, без выраженного доминирования, ПМА был в средних пределах (6,8 ед.), а K_A^{δ} и K_A^{φ} были близкими к единице, что указывает также на бездоминантное состояние.

В ЗПО до теста у студенток этой группы отмечен режим генерализованного возбуждения с высоким ПМА (15,8 ед.), большим К з/о от 2 до 5 ед., при доминировании правого полушария (K_A^{δ} - ниже единицы - 0,87) с фокусом повышенной возбудимости в лобных отведениях (K_A^{φ} - 1,55). Такой режим работы мозга оценивается как режим генерализованного возбуждения с доминантным очагом в правой лобной области, что свойственно умственному утомлению.

В IУ группе женщин, имеющих достоверно более высокий уровень ФР в ОПО, также отмечен режим неопределенного доминирования с равенством показателей функционального состояния во всех отделах при низком ПМА (6,03 ± 0,42 ед.).

В экзаменационном периоде у них также отмечено генерализованное возбуждение ЦНС, доминирование правого полушария с фокусом активности в правом лобном отведении, что не является оптимальным условием для напряженной умственной деятельности в период экзаменационной сессии (рис.1). Физическая нагрузка I ступени в ОПО вызвала сближение ПМА во всех четырех группах. В ЗПО наименьшие изменения ПМА при выполнении теста отмечены у студентов П группы. В наиболее слабой - Ш группе - ПМА после I ступени резко вырос, что отражает чрезмерное генерализованное возбуждение мозга, особенно, его лобных отделов. В IУ группе после Ш ступени нагрузки отмечается режим крайнего утомления: низкий ПМА, сглаживание фронтально-окципитальной и билатеральной асимметрии. В восстановительном периоде отмечено левостороннее доминирование с очагом в лобной области, усиление фронтально-окципитальной асимметрии. У студентов с более низкой работоспособность отмечено правостороннее доминирование, а лобно-затылочный градиент нерезко выражен.

Восстановление исходных величин ПМА через 10 минут после теста,

свидетельствующее об оптимизации уровня реактивности мозга, достигнуто только во II группе с высокой физической работоспособностью. В группах с более низкой работоспособностью исходное функциональное состояние мозга через I0 минут после теста на восстанавливается.

В группах женщин на ступенях нагрузки наблюдалась чрезмерная активация ЦНС, причем, чем выше был уровень активации, тем меньше оказалась выносливость к велоэргометрической нагрузке. Вероятно, чрезмерная активация ЦНС преждевременно истощает энергетические механизмы регуляции и способствует снижению работоспособности. Эти механизмы могут подвергаться тренировке, о чем можно предполагать, судя по результатам исследований II группы спортсменов.

Как видно, существует оптимум функционального состояния ЦНС при ПМА 9-II ед. в группе с наиболее высокой физической работоспособностью. Как более низкие (менее 8 ед.), так и более высокие ПМА (более I4-I5 ед.) указывают либо на недостаточный уровень активации, либо на чрезмерный его уровень, при котором реализация высокой работоспособности состояться не может.

Для определения взаимосвязей с ФР мы использовали два показателя ЭЭГ - энергию альфа-ритма и альфа-индекс в четырех отведениях, которые отражают свойство доминантности. Данные показали, что у студентов I группы с более низким уровнем ФР существенную роль играют взаимосвязи положительного характера, т.е. чем более синхронизирован альфа-ритм мозга, тем более высок уровень ФР-I70. В ЗПО сохраняются только связи ФР-I70 и функционального состояния лобных отделов, особенно стойкие с правым. Это значит, что чрезмерная активация лобных отделов снижает ФР-I70, а также, что физическая нагрузка до "отказа" усиливает в восстановительном периоде процессы синхронизации альфа-ритма в лобных отведениях. Отмечено, что доминирующие взаимосвязи показателей полушарий по временным и энергетическим параметрам альфа-ритма приурочены к разным полушариям: с ФР-I70 более тесно связаны временные параметры правого и энергетические параметры левого полушария.

У студенток Ш "слабой" группы в ОПО все КК ФР и ЭЭГ носили отрицательный характер. В ЗПО также отмечен высокий процент отрицательных КК показателей ЭЭГ и величины ФР-I70 кгм/мин/кг. Это значит, что чем выше уровень десинхронизации ЭЭГ, тем выше ФР-I70, но в целом при низких значениях ФР. Как видно, уровень генерализованной активации ЦНС, особенно правого затылочного отведения, как по энергетическим, так и по временным критериям определяет низкий уровень ФР-I70 у женщин Ш группы.

У студенток IУ более "сильной" группы ФР-170 положительно связана с уровнем энергии альфа-ритма в обоих затылочных отведениях. Очевидно, механизмы, синхронизирующие альфа-ритм в затылочных отведениях, определяют более высокий уровень ФР у женщин "сильной" IУ группы. В зимнем периоде обучения у женщин этой группы зависимость ФР от синхронизирующих механизмов мозга уменьшается. Как видно, у женщин отчетливо проявляется связь уровня ФР-170 кгм/мин/кг и состояния десинхронизирующих и синхронизирующих механизмов мозга: низкий уровень ФР связан с активирующими механизмами, а более высокий - с синхронизирующими.

3. Динамика показателей сердечно-сосудистой системы у студентов в осеннем и зимнем периодах обучения и их связь с физической работоспособностью.

Показатели ЭКГ в обоих периодах исследования у всех групп студентов укладывались в зону нормы для здоровых испытуемых. У студентов отсутствовали гипоксические, метаболические и другие препатологические и патологические изменения электрокардиограммы. Таким образом, можно считать ЭКГ-фию недостаточно информативным методом для сравнения групп здоровых студентов. Мы приводим обобщенные данные по анализу ВСКГ-мм, выражением которых является тип ВПГ и тип АКГ. Так, в ОПО в I группе в основном встречались ВПГ II и III типов (63,6%), остальные ВПГ были отнесены к IУ адренергическому типу. Средний тип группы составил 2,9. Во второй группе 81% ВПГ-мм носил черты выраженной холинергической направленности кардиорегуляции, средний тип - 1,8. В III группе с выраженной адренергической направленностью кардиорегуляции средний тип составил 3,45 ед. У студенток IУ группы в 91% случаев осенью был III нормергический тип кардиорегуляции (3,1).

В ЗПО во всех группах отмечено усиление адренергических влияний на кардиорегуляцию: уменьшилось количество студентов, имеющих оптимальную холинергическую направленность кардиорегуляции во II и IУ группах. В III группе средний тип ВПГ остался таким же (3,45). Таким образом, в зимнем экзаменационном периоде для всех групп характерен сдвиг кардиорегуляции в адренергическую сторону.

Сразу после "отказа" от работы в ОПО средняя величина кардиоцикла (X) была близка во всех группах (0,34 - 0,36 с), независимо от величины выполняемой нагрузки и уровня работоспособности (различия недостоверны, р 0,05). Очевидно, скорость достижения критического, "отказного" уровня ЧСС является одним из лимитирующих факторов предельной работы.

На 10 минуте после теста ни по одному из показателей ВПГ не было

восстановления исходных величин. Это указывает на длительное сохранение адренергических сдвигов кардиорегуляции и высокую информативность методики. В ЗПО ухудшается восстановление ВПГ на I0 минуте после теста, особенно минимального и максимального значений кардиоинтервалов и размаха вариативности как в процентах к исходному уровню, так и в абсолютных цифрах.

Рассчитаны коэффициенты аутокорреляции I00 кардиоинтервалов с целью определения спектра медленных составляющих в колебаниях продолжительности кардиоциклов до, после "отказа", на 5 и I0-й минутах восстановления.

В ОПО I и П "нормальные" типы АКГ-ммы с дыхательными волнами встречались в 29,5% случаев; АКГ-ммы патологические У-УП типов со слабовыраженными дыхательными волнами - в 27,2% случаев, а "напряженные" Ш-IУ типы с регулярными волнами 4-6 в одну минуту - 43,I8% случаев. Особенно часто встречался "комбинированный" IУ тип АКГ (в I/3 случаев). Редко встречался УI ти АКГ (дуга без дополнительных волн) и УП тип - с большим процентом одинаковых кардиоимпульсов.

В ЗПО в покое произошло изменение структуры типа АКГ: увеличилось до 45,46% количество АКГ-мм I и П типа с "дыхательными" волнами, резко снизилось до I3,6% количество АКГ У, УI, УП типов.

Не отмечено достоверной связи величины ФР-I70 и типа АКГ-ммы ни в группах, ни внутри групп. Нужно думать, что формирование синусовой аритмии, образующей различные типы аутокоррелограммы, управляют факторы, не влияющие на уровень ФР, что раскрывается в восстановительном периоде после нагрузки до "отказа".

Анализ КК показателей ВПГ и ФР позволил установить новые закономерности. Так, у студентов П "сильной" группы уже в исходном состоянии имелись множественные достоверные связи Mx R-R , ΔX, Mo и ФР-I70. Их содержание указывает на то, что чем выше холинергические влияния на кардиоритм, тем выше ФР. Под влиянием нагрузки эти связи разрушаются и восстанавливаются через I0 минут.

У студенток Ш "слабой" группы до теста параметры ВПГ связи с ФР не образуют, что характеризует полное отсутствие адаптивных влияний на кардиоритм со стороны физической активности. После "отказа" от работы недостоверные связи еще более уменьшаются. В восстановительном периоде появляются "парадоксальные" связи: чем выше AMo и ИН, тем выше ФР. Это совпадает с данными анализа предыдущих методик, где также обнаруживаются парадоксальные связи, согласно которым уровень ФР в группе женщин связан с уровнем или степенью активации разных сис-

тем, особенно ЭЭГ. Возможно, что при низкой ФР, имеющей свои глубинные механизмы, ее уровень определяется степенью активации различных систем организма, вероятнее всего, адренергическими механизмами, ведущими у нетренированных студенток.

В Ы В О Д Ы

I. У здоровых студентов, мужчин и женщин показатели физической работоспособности при пульсе I70 уд. в одну минуту характеризуются большим диапазоном и только у I/3 соответствуют оптимальным величинам. При этом у них достоверно лучше качественные и количественные показатели умственной работоспособности, параметры электрической активности и реактивности мозга, более выражена холинергическая направленность кардиорегуляции, быстрее протекает восстановление функций после нагрузки до "отказа".

2. Физическая нагрузка до "отказа" в осеннем периоде обучения по-разному влияет на показатели скорости и качества умственных операций: во всех группах время решения задач, время анализа одного знака увеличивается, скорость двигательных реакций уменьшается. Качество умственных операций в большинстве случаев ухудшается, особенно в группах мужчин и женщин с более низким уровнем физической работоспособности. В зимнем периоде обучения ухудшение качественных и количественных показателей умственной работоспособности более выражено, особенно в группе женщин, несмотря на значительно и достоверно меньший объем выполняемой работы.

3. В состоянии покоя только единичные показатели умственной работоспособности зависят от физической работоспособности. Оптимизирующий эффект физической работоспособности в осеннем и зимнем периодах обучения состоит в появлении достоверных коэффициентов корреляций физической работоспособности и количественных характеристик умственной работоспособности в восстановительном периоде после теста. У студенток связи умственной и физической работоспособности непостоянны.

4. Показатели альфа-ритма у мужчин дифференцированно связываются с физической работоспособностью: в осеннем периоде обучения более выражены положительные связи физической работоспособности и параметров альфа-ритма в затылочных отведениях, а в зимнем периоде обучения более выражены отрицательные связи физической работоспособности и параметров электроэнцефалограммы лобных отведений. В группах женщин

более действенную роль играют отрицательные связи физической работоспособности и электроэнцефалограммы. После теста выраженность связей физической работоспособности и электроэнцефалограммы уменьшается.

5. При высокой физической работоспособности у мужчин отмечаются доминантное состояние левого полушария с ведущей лобной зоной, выраженная фронтально-окципитальная асимметрия, оптимальный средний уровень показателя мозговой активности. У женщин при низкой физической работоспособности более выражена активация ЦНС на всех этапах исследования.

6. Высокий уровень физической работоспособности у студентов связан с выраженной холинергической направленностью кардиорегуляции. В зимнем периоде обучения во всех группах студентов отмечается снижение физической работоспособности, тенденция к усилению адренергических влияния по большинству параметров вариационной пульсограммы.

7. Повышение умственной работоспособности основано на физиологических механизмах, совершенствующихся при повышении физической работоспособности, главными из которых являются холинергическая направленность кардиорегуляции, оптимизация синхронизирующих влияний на параметры электроэнцефалограммы.

8. Оптимальный уровень физической работоспособности при холинергической кардиорегуляции сопровождается более высокими количественными и качественными показателями умственной работоспособности, доминантным состоянием ведущего левого полушария мозга, хорошим уровнем восстановительных процессов после нагрузки до "отказа".

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

I. Для контроля за функциональным состоянием студентов рекомендуем комплекс методик, дающих достоверные показатели о физической работоспособности при пульсе I70 уд. в одну минуту, направленности кардиорегуляции, режиме работы мозга, количественных и качественных показателях умственной работоспособности.

2. Для срочного повышения умственной работоспособности можно применить постепенную или ступенчато-нарастающую циклическую нагрузку большой мощности (2 вт/кг), не менее 6-9 минут, которая переводит режим деятельности мозга в состояние оптимальной активации и оказывает синхронизирующее влияние в последствии.

3. У студентов в процессе занятий физическим воспитанием следует формировать научно-аргументированное убеждение в необходимости заня-

3490

тий физической культурой в режиме общеразвивающих упражнений циклического или игрового характера аэробной направленности, что приводит к повышению физической работоспособности до оптимального уровня - I5 - I7 кгм/мин/кг; улучшает количественные и качественные показатели умственной работоспособности, оптимизирует восстановительные процессы центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, повышает стрессоустойчивость к эмоциогенным факторам экзаменационного периода.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

I. Исследование умственной и физической работоспособности студентов с разным уровнем двигательной активности. - В отчете кафедры ЛГИФК по теме 2.2.4 № госреестра 8I056297. - М.: ВНИИФК: депон.рукопись, I985. - С.67-68.

2. Физическая работоспособность студентов медицинского института // Тезисы докл. XII съезда УФО им.И.П.Павлова. - Львов, I986. - С.248 (Соавт. - Белова Л.А., Музыкантова С.Ф., Сафронова Г.Б.).

3. Функциональная структура срочных адаптивных реакций центральной нервной и сердечно-сосудистой систем у студентов с разным уровнем физической работоспособности // Тезисы докл. XVII Всесоюзной научно-практ.конф. "Физиологические механизмы адаптации к мышечной деятельности". - Л., I986. - С.I26 (Соавт. - Сафронова Г.Б., Матяжов В.С., Музыкантова С.Ф., Белова Л.А.).

4. Функциональные резервы работоспособности у студентов // Тезисы докл. III Всерос. съезда по ЛФК и СМ. - Свердловск, I986. - С.37-38.

5. Влияние занятий по легкой атлетике на возбудимость нервной системы студентов // Тезисы докл. II съезда по ЛФК и СМ Грузинской ССР. - Тбилиси, I986. - Ч.I. - С.64-65 (Соавт. - Матяжов В.С., Сафронова Г.Б.).

6. Роль занятий физической культурой в повышении функциональных резервов сердца по данным сейсмокардиографии // Тез.докл. II съезда по ЛФК и СМ Грузинской ССР. - Тбилиси, I986. - Ч.II. - С.273-275 (Соавт. - Музыкантова С.Ф., Долидзе Г.Г., Белова Л.А.).

7. Физиологические механизмы специальной подготовленности спортсменов. В отчете кафедры физиологии ЛГИФК по теме 2.8.2 № госреестра 0I86.0076691. - М.: ВНИИФК, депон.рукопись, I986. - 8 с.

8. Сравнительная характеристика сейсмокардиограммы у студентов с разным уровнем двигательной активности // Тезисы докл. и научных трудов ЛоДНТМЛ "Проблемы патологии в эксперименте и клинике". - Львов, I986. - С.I09 (Соавт. - Белова Л.А., Музыкантова С.Ф., Герман А.Я. и др.).

9. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов лечебного факультета. Метод.рекомендации для преп. и студентов. - Львов, 1986. - 20 с. (Соавт. - Довганик Н.С., Мухин В.Н.).

10. Профессионально-прикладная физическая подготовка студентов педиатрического факультета. Метод. рекомендации для преп. и студентов. - Львов, 1986. - 25 с. (Соавт. - Довганик Н.С., Михайлишин И.И.).

11. Физиологические механизмы "отказа" от работы при циклической и ациклической спортивной деятельности // Тезисы докл. ХУ съезда Всесоюз.физиол. об-ва им.И.П.Павлова. - Кишинев, 1987. - С.46-47 (Соавт. - Сафронова Г.Б., Яремко Е.Е. и др.).

12. Показания к оптимизации двигательной активности студентов медицинского института // Тезисы докл. Ш Всесоюз. съезда по ЛФК и СМ. - Ростов-на-Дону, 1987. - Ч.П. - С.76 (Соавт. - Сафронова Г.Б., Воробец С.В.).

13. Динамика электрической активности и реактивности мозга в процессе велоэргометрической нагрузки до "отказа" и ее связь с параметрами физической работоспособности у студентов-спортсменов и неспортсменов. - М.: МРЖ. - Разд.I. - С.89 (Соавт. - Сафронова Г.Б.).

14. Отбор и ориентация студентов в основное и спортивное учебное отделение // Тезисы докл. IУ Всесоюз.науч.-практ.конф. "Физическая культура и спорт в формировании социалистического образа жизни студентов". - Львов, 1987. - С.92.

15. Характеристика показателей общей и специальной работоспособности у спортсменов в соревновательном периоде подготовки. - В отчете кафедры физиологии ЛПИФК по теме 2.8.2 № госреестра 0186.007791. - М.: ВНИИФК, депон.рукопись, 1987. - 14 с.