

42 • 4570.9 ✓

652

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РСФСР
ПЕРМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ ИНСТИТУТ

Библ. 1

На правах рукописи

С. Н. ХМЕЛЕВА

**СООТНОШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ РЕАКЦИЙ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
И МЫШЕЧНОГО ТОНУСА ПОД ВЛИЯНИЕМ
ГРАВИТАЦИОННЫХ
ВОЗМУЩЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ**

**СПЕЦИАЛЬНОСТЬ 14.766 —
НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ**

*Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук*

ПЕРМЬ, 1971

Работа выполнена в Волгоградском государственном институте физической культуры

НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ:

доктор биологических наук, профессор М. Р. МОГЕН-
ДОВИЧ,
кандидат медицинских наук, доцент И. И. МЕШКОНИС.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

доктор медицинских наук А. И. ПЛАКСИН,
кандидат медицинских наук, доцент К. Л. ГЕГХМАН.

Ведущее предприятие — Всесоюзный научно-исследовательский институт физической культуры

Автореферат разослан «16» *марта* 1971 г.

Защита состоится «16» *апреля* 1971 г. на заседании Учёного совета Пермского государственного медицинского института (г. Пермь, ул. Коммунистическая, 26).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке.

Ученый секретарь, кандидат
медицинских наук В. Каплин.

Одной из величайших физиологических проблем называл А. А. Ухтомский взаимоотношение соматической и вегетативных систем. Теория моторно-висцеральной регуляции, развивающая идеи И. П. Павлова и А. А. Ухтомского о нервизме и разрабатываемая в ряде лабораторий нашей страны (М. Р. Могендовича, Н. В. Зимкина, И. В. Муравова, Л. Б. Губмана, В. А. Козлова, Ю. И. Данько, И. Б. Темкина, И. А. Дмитриева, П. М. Каплана и др.), наиболее полно отражает эти взаимоотношения. В последние годы, в связи с успехами авиации и космонавтики, возрос интерес к проблемам, связанным с гравитацией: гравитационные влияния на организм человека, физиологическая оценка ускорений, состояния невесомости, регуляция позы. В непрерывной борьбе с силами гравитации в процессе эволюции возникла и сформировалась антигравитационная мускулатура, которая обеспечивает равновесие тела и создает исходную позицию для активного передвижения. В осуществлении сложной рефлекторной деятельности по поддержанию и сохранению позы в условиях гравитации принимает участие афферентация с нескольких анализаторов (кожного, зрительного, вестибулярного, проприоцептивного и интероцептивного), что является наглядным проявлением принципа взаимодействия афферентных систем организма, сформулированного Л. А. Орбели (1935). Каждому положению тела соответствует определенное распределение, мозаика возбуждения и торможения в моторных зонах центральной нервной системы (Р. Магнус, 1924), ему же соответствует и уровень активности вегетативных центров (М. Р. Могендович, 1964). Сдвиги вегетативных функций в организме при изменении положения тела получили название позно-вегетативных рефлексов. Материалы по их изучению

широко представлены в работах сотрудников Пермской лаборатории (М. Р. Могендович, М. Д. Берг, М. Ф. Болотова, К. Л. Гейхман, Б. М. Дацковский, В. П. Колычев, Г. Я. Саравайский, Е. Г. Урицкая, С. Е. Цейтловский, Г. З. Чуваева, А. К. Чуваев, В. А. Шуров и др.).

Возникнув на основе изучения механизмов регуляции важнейших систем организма при мышечной деятельности, учение о позно-вегетативных рефлексах становится актуальным для физиологии труда и спорта, для лечебной физкультуры и клиники, для решения прикладных задач космической и авиационной медицины. Оно является основополагающим и в разработке вопроса о влиянии на организм гравитации и невесомости.

Спортивная деятельность — это постоянное взаимодействие человека с факторами внешней среды, одним из которых является гравитация. В процессе занятий спортом происходит совершенствование координации вегетативных и моторных функций, которая достигает у спортсменов высокого уровня. В связи с этим спортсмены представляют превосходный объект для изучения путей адаптации механизмов позно-вегетативной регуляции функций и установления нормативов реакции организма на гравитационное возмущение. До настоящего времени в литературе не сложилось единого мнения относительно характера и величины сдвигов вегетативных функций при гравитационных возмущениях, в том числе и при ортостатических пробах, что затрудняет оценку этих проб при врачебно-педагогических наблюдениях. Причинами этого являются отсутствие единой методики проведения ортостатической пробы, разнородность обследуемого контингента, а также трудности учета функционального состояния организма спортсменов на различных этапах круглогодичной подготовки.

Учитывая, что в наибольшей степени гравитация сказывается на деятельности сердечно-сосудистой системы и что «принцип физиологической гармонии в динамике организма больше всего относится к согласованной деятельности скелетных мышц и сердечно-сосудистой системы» (М. Р. Могендович), изучение функционального состояния именно этих двух систем у спортсменов при гравитационных возмущениях явилось основной задачей наших исследований. Частными задачами при этом были:

-- выяснение нормативов параметров кардио- и гемодинамики у спортсменов-пловцов в покое (системного артериального давления и частоты сердечных сокращений, функцио-

нального состояния магистральных артерий, длительности основных фаз сердечного сокращения);

— изучение динамики параметров кардио- и гемодинамики у спортсменов-пловцов при гравитационных возмущениях;

— изучение динамики мышечного тонуса у спортсменов при гравитационных возмущениях;

— изучение динамики кардиоритма и мышечного тонуса при активном и пассивном способах перехода в ортостатику у спортсменов различных специализаций;

— изучение ортостатической устойчивости у пловцов на различных этапах учебно-тренировочного цикла;

— выработка единой методики проведения ортостатической пробы и анализа полученных данных с целью установления нормативов реакции пульса у спортсменов при этом виде возмущения.

Для решения поставленных задач были проведены семь серий исследований, в которых изучалось воздействие активного и пассивного способов изменения положения тела на функциональное состояние моторного аппарата и сердечно-сосудистой системы у спортсменов. Пассивное перемещение испытуемых в изучаемые позы производилось с помощью специального поворотного стола, имеющего упоры для плеч и стоп.

В исследованиях принимало участие 242 спортсмена (212 пловцов и 30 легкоатлетов-бегунов). Пловцы в возрасте 11—16 лет — воспитанники ДСШ по плаванию — 134 человека. Взрослые спортсмены 17—27 лет (78 пловцов и 30 легкоатлетов-бегунов) — студенты Волгоградского государственного института физической культуры, члены сборных команд ДСО «Буревестник», сборных команд города Волгограда и области, сборных команд Российской Федерации и Советского Союза по плаванию и легкой атлетике.

В ходе работы применялись следующие методы исследования: артериальная электроосциллография, объемная сфигмография, артериоэзография, электрокардиография, фонокардиография, миотонометрия. При оценке полученных данных использовались статистические методы исследования. При анализе динамики сердечного ритма с целью выявления особенностей его перестройки в связи с изменением тонуса симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы применялись методы вариационной пульсометрии и кардионитервалографии.

Кардиодинамика у пловцов в покое и под влиянием гравитационных возмущений

Для целей поликардиографического исследования в условиях покоя использовалась методика Маасс (1949). Расчет длительности основных фаз сердечной систолы (периода изгнания Е, периода напряжения Т, фазы изометрического сокращения ИС, фазы асинхронного сокращения АС, механической систолы Sm, внутрисистолического показателя ВСП) производился по методу К. Blumberger (1942) в модификации Holladay (1951) и В. Л. Кармана (1965).

Обследовано 177 пловцов (11—27 лет), из числа которых выделено 5 групп испытуемых: 1) юные пловцы 11—12 лет — 30 человек, 2) юные пловцы 13—14 лет — 44 чел., 3) пловцы 15—16 лет, имеющие II и III спортивные разряды — 38 чел., 4) пловцы 15—16 лет, мастера спорта и перворазрядники — 22 чел., 5) пловцы 17—27 лет — мастера спорта и перворазрядники — 43 чел. Исследование кардиодинамики у спортсменов всех групп производилось в утренние часы (9—11 часов), в покое, после 10-минутного спокойного лежания. У юных спортсменов 11—16 лет накануне исследования был дополнительный день отдыха от тренировочных занятий.

Анализ данных, полученных при обследовании юных пловцов 11—12 и 13—14 лет, имеющих юношеские и III взрослый спортивные разряды и стаж спортивного плавания около 1,5 лет, показал, что длительность основных фаз сердечного сокращения совпадает с данными других авторов, изучавших сократительную способность сердца у здоровых детей данных возрастных групп, не занимающихся спортом (К. Ф. Кун, 1962, А. А. Галстян, 1963, М. К. Осколкова, 1964, 1967, и др.). Сравнение результатов исследования юных спортсменов первой и второй групп не обнаружило выраженных различий ни в частоте сердечных сокращений, ни в длительности основных фаз систолы. Длительность периода изгнания колебалась в пределах $0,259 \pm 0,003$ — $0,262 \pm 0,002$ сек., фазы асинхронного сокращения — $0,047 \pm 0,002$ — $0,056 \pm 0,003$ сек., фазы изометрического напряжения — $0,027 \pm 0,002$ — $0,035 \pm 0,002$ сек. У спортсменов 15—16 лет, наряду с урежением ритма сердца, отмечалось некоторое удлинение большинства изучаемых параметров кардиодинамики. Сравнение длительности фаз систолы у пловцов 15—16 лет различной квалификации показало несколько большую длительность всех фаз у более квалифицированных спортсменов как в абсолютных, так и в относитель-

ных значениях. У юношей мастеров спорта и перворазрядников при длительности сердечного цикла ($R-R$), равной $1,08 \pm 0,07$ сек., величины периодов E , T , AC и IC составили соответственно $0,282 \pm 0,005$ сек., $0,093 \pm 0,004$ сек., $0,059 \pm 0,002$ сек., $0,030 \pm 0,003$ сек. У юношей этого же возраста имеющих II и III спортивные разряды, наблюдались несколько меньшие величины указанных параметров: $R-R = 0,92 \pm 0,03$ сек., $E = 0,267 \pm 0,003$ сек., $T = 0,077 \pm 0,002$ сек., $AC = 0,051 \pm 0,001$ сек., $IC = 0,027 \pm 0,001$ сек. У юных пловчих 15—16 лет, мастеров спорта и перворазрядниц, по сравнению с менее квалифицированными сверстницами, также наблюдалось некоторое удлинение основных фаз сердечной систолы при практически одинаковой в обеих группах спортсменок длительности сердечного цикла ($R-R = 0,91 \pm 0,03$ и $0,93 \pm 0,02$ сек.). В целом результаты исследования показали, что у юных спортсменов-пловцов фактические значения длительности основных фаз сердечного сокращения, определенные в условиях покоя, после дополнительного от тренировочных занятий дня отдыха соответствуют должным для данных ритмов сердечной деятельности величинам, составляя при этом верхнюю границу нормы.

Изучение показателей кардиодинамики у взрослых пловцов (17—27 лет), обследованных в условиях покоя без дополнительного дня отдыха от тренировочных занятий накануне исследования, обнаружило некоторое укорочение по сравнению с должной величиной периода E ($0,273 \pm 0,0025$ сек. против $0,277 \pm 0,003$ сек.) и удлинение фазы IC до $0,047 \pm 0,002$ сек. По-видимому, удлинение этой фазы у спортсменов данной группы является отражением текущих восстановительных процессов в миокарде. Величины основных параметров кардиодинамики, полученные при обследовании спортсменов-пловцов в условиях покоя, свидетельствуют о достаточно высоком уровне состояния сократительной способности миокарда у данного контингента.

Пробы с изменением положения тела относительно вектора гравитации наглядно демонстрируют рефлекторное взаимодействие всех факторов, определяющих длительность фаз сердечного сокращения, включая интракардиальные и экстракардиальные (симпатические и парасимпатические) нервные влияния.

Воздействие на кардиодинамику пассивных перемещений в наклонные положения под углом 45° и 90° головой вверх и вниз изучалось на группе мужчин-пловцов, в которой было 43

спортсмена в возрасте 17—27 лет (21 мастер спорта и 22 перворазрядника). Синхронная регистрация ФКГ и сфигмограммы сонной артерии, позволяющая рассчитывать основные параметры кардиодинамики, производилась в исходном горизонтальном положении, затем в начале первой и третьей минут пребывания в изучаемых позах, а также на первой и третьей минутах после пассивного возвращения испытуемых в горизонтальное положение.

Пассивное перемещение в наклонные положения головой вверх сопровождалось изменениями кардиодинамики, соответствующими синдрому гиподинамии миокарда (В. Л. Карпман, 1965). На первой минуте пребывания в ортостатике у испытуемых наблюдалось укорочение R—R до $0,81 \pm 0,025$ сек., периода E до $0,209 \pm 0,0026$ сек., удлинение фазы IC до $0,058 \pm 0,0023$ сек. и уменьшение ВСП до $78,1 \pm 0,75\%$ по сравнению с величинами этих параметров, определенными в исходном горизонтальном положении и равными соответственно $1,07 \pm 0,028$ сек., $0,270 \pm 0,0027$ сек., $0,045 \pm 0,002$ сек. и $85,4 \pm 0,7\%$ ($p < 0,05$).

Пассивное перемещение в наклонные положения головой вниз сопровождалось изменениями кардиодинамики, соответствующими синдрому гипердинамии миокарда. На первой минуте пребывания в наклонном положении под углом 45° головой вниз отмечалось удлинение периода E до $0,295 \pm 0,003$ сек., укорочение фазы IC до $0,034 \pm 0,002$ сек., увеличение ВСП до $89,0 \pm 0,78\%$ против $0,270 \pm 0,003$ сек., $0,046 \pm 0,002$ сек., $85,1 \pm 0,58\%$ в исходном горизонтальном положении ($p < 0,05$). Обращает на себя внимание тот факт, что, несмотря на различную степень гравитационного воздействия в наклонных положениях под углом 45° и 90° головой вниз, величина сдвигов кардиодинамики в обоих изучаемых положениях тела на первой минуте практически одинакова ($p > 0,05$).

Наблюдаемые при гравитационных возмущениях отчетливые изменения фаз сердечного сокращения связаны как с изменением венозного возврата крови к сердцу, так и с перестройкой экстракардиальной нервной регуляции сердечного ритма. Теснота корреляционной зависимости между длительностью R—R и периодом E, установленная в горизонтальном положении ($r = 0,70$), возрастает на первой минуте пребывания в наклонном положении под углом 45° головой вверх ($r = 0,82$). При этом фактическое значение длительности периода E, равное $0,225 \pm 0,003$ сек., значительно меньше должной величины периода E, рассчитанной для данного ритма сердца

(0,248 сек.). Укорочение периода Е в данном случае вызвано как учащением ритма сердца, так и уменьшением венозного возврата крови к сердцу. Вместе с тем повышению тонуса симпатической нервной системы, имеющее место во время пребывания в ортостатике, приводя к учащению ритма сердечной деятельности, одновременно способствует усилению сердечного сокращения (моторно-кардиальный рефлекс со статически напряженной мускулатуры ног) и, следовательно, укорочению периода изгнания. На усиление мощности сокращений миокарда во время активной ортостатической пробы по сравнению с пассивным «висом» на руках без опоры на ноги указывает В. А. Щуров (1969).

Динамика артериального давления под влиянием гравитационных возмущений

Уровень системного артериального давления является важной характеристикой функции сердечно-сосудистой системы и представляет собой интегральный показатель гемодинамики, зависящий от многих факторов: сократительной функции сердечной мышцы, степени периферического сопротивления сосудов, тонуса сосудов, количества циркулирующей крови и т. д.

Динамика АД при пассивном перемещении в наклонные положения под углом 30° и 45° головой вверх и вниз изучалась у 27 спортсменов-пловцов в возрасте 17—27 лет. Запись артериальных электроосциллограмм производилась в исходном горизонтальном положении, поминутно на протяжении трех минут пребывания в изучаемой позе и через три минуты после пассивного возвращения в горизонтальное положение. Записано и проанализировано 432 осциллограммы.

Анализ полученных данных показал, что средние величины M_x , M_y и M_p в условиях покоя в исходном горизонтальном положении не выходят за пределы норм, принятых для здоровых, не занимающихся спортом лиц, и составили соответственно $117,7 \pm 1,51$, $84,4 \pm 1,35$, $61,4 \pm 1,14$ мм рт. ст. Пассивное перемещение в наклонные положения головой вверх вызвало разнонаправленную динамику M_x и M_p . На третьей минуте пребывания в наклонном положении под углом 45° головой вверх величина M_x составила $112,9 \pm 1,56$ мм рт. ст. против $116,5 \pm 1,49$ мм рт. ст. в исходном горизонтальном положении ($p < 0,05$), а M_p увеличилось до $66,0 \pm 1,38$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). M_y , повторяя динамику M_p , повысилось до $87,1 \pm$

$\pm 1,43$ мм рт. ст. ($p < 0,05$). В указанной позе отмечалось снижение осциллографического индекса (ОИ) до $8,2$ мм против $9,8$ мм в горизонтальном положении ($p < 0,05$).

Пребывание в наклонных положениях под углом 30° и 45° головой вниз сопровождалось повышением всех величин артериального давления. Мх на третьей минуте наклонного положения под углом 45° головой вниз составило $124,5 \pm 1,3$ против $117,3 \pm 1,59$ мм рт. ст. в исходном горизонтальном положении (прирост $6,1\%$ при $p < 0,05$). Минимальное давление в указанной позе было равно $64,2 \pm 1,2$ мм рт. ст., среднее — $89,0 \pm 1,4$ мм рт. ст. (увеличение составило соответственно $4,2\%$ и $3,8\%$ при $p < 0,05$).

Обращает на себя внимание, что наибольшая степень изменения величин артериального давления наблюдается на первой и второй минутах пребывания в изучаемых позах, показатели же давления на третьей минуте существенно не отличаются от величин его на второй минуте. Факт относительной стабилизации величин давления на второй минуте может свидетельствовать о закончившемся приспособлении гемодинамики к новым условиям положения тела относительно гравитации. Вместе с тем, абсолютные сдвиги величин артериального давления при изменении положения тела у обследованных пловцов оказались весьма незначительными, что свидетельствовало об устойчивости этого показателя гемодинамики у спортсменов и подтвердило наблюдения других авторов (Gotsev, Popow, Iwanow, 1957; К. Л. Гейхман, 1965; Л. А. Иоффе, Ю. М. Стойда, 1968; В. А. Шуров, 1969, и др.). Факт устойчивости артериального давления при ортостатических возмущениях является подтверждением мнения ряда авторов о том, что ортостатические пробы в первую очередь являются пробами на первую регуляцию сердца и сосудистого тонуса (М. Р. Могендович, В. И. Бельтюков, 1963; В. Йонаш, 1968, и др.).

Динамика скорости распространения пульсовой волны у пловцов под влиянием гравитационных возмущений

Сосудистые реакции входят обязательным компонентом в комплекс компенсаторных реакций со стороны организма, противодействующих перемещению крови в сосудистом русле под влиянием силы тяжести. В настоящее время наиболее достоверным методом, дающим возможность судить о степени упругого напряжения артериальной сосудистой стенки, явля-

ется скорость распространения пульсовой волны (СРПВ) (Н. Н. Савицкий, 1956; М. К. Осколкова, 1961; В. Л. Карпман, М. А. Абрикосова, 1962, 1967; Е. А. Поручиков, 1963; В. В. Васильева, 1964, 1965, 1968; И. И. Мешконис, 1965; М. Д. Берг, 1967; В. А. Щуров, 1969, и др.).

Динамика СРПВ по аорте (Са), сосудам рук (Ср) и ног (Сн) при пассивном перемещении из горизонтального положения в наклонные под углом 45° и 90° головой вверх и вниз изучалась у 43 спортсменов-пловцов в возрасте 17—27 лет (21 мастер спорта и 22 перворазрядника). Регистрация изучаемых показателей производилась в исходном горизонтальном положении, затем в конце первой и третьей минут пребывания в изучаемых позах и в конце первой и третьей минут после пассивного возвращения в горизонтальное положение.

Исходные величины СРПВ по аорте, сосудам рук и ног, равные соответственно $5,31 \pm 0,09$ м/сек., $5,28 \pm 0,09$ м/сек. и $7,04 \pm 0,15$ м/сек, были несколько меньше, чем у лиц, не занимающихся спортом (Е. Ф. Лихачевская, 1959; Е. А. Поручиков, 1963; В. В. Васильева, Н. А. Степочкина, 1964; Ю. И. Казаков, 1963, и др.).

Пассивное перемещение в наклонные положения под углом 45° и 90° головой вверх сопровождалось значительным повышением Сн, величина которой на третьей минуте пребывания в ортостатике составила $10,3 \pm 0,24$ м/сек ($P < 0,001$). В указанных позах отмечалось незначительное увеличение Ср (на 3—5% при $p > 0,05$).

Пребывание в наклонных положениях головой вниз под углом 45° и 90° сопровождалось у испытуемых пловцов значительным снижением Сн. Так, на третьей минуте в наклонном положении под углом 45° головой вниз величина Сн составила $3,2 \pm 0,09$ м/сек (темп убыли 54% при $p < 0,001$). В этой же позе Ср уменьшилась до $5,11 \pm 0,10$ м/сек. В антиортостатической позе величины Сн и Ср составили соответственно $2,8 \pm 0,13$ и $4,93 \pm 0,14$ м/сек ($p < 0,05$).

СРПВ по аорте на протяжении всего исследования изменялась незначительно.

Исследованиями последних лет убедительно показано, что в механизме регионарных изменений функционального состояния сосудов, связанных с перераспределением крови при мышечной деятельности и ортостатических возмущениях, значительное место принадлежит проприоцептивной афферентации по механизму моторно-васкулярных рефлексов (Л. И. Абросимова, 1962, 1967; Л. Б. Губман, 1963, 1969;

К. Л. Гейхман, 1965, 1967; М. Д. Берг, 1967, 1969; В. А. Щуров, 1968, 1969).

Параллельное изучение динамики мышечного тонуса при пассивном перемещении испытуемых из горизонтального положения в наклонные под углом 45° и 90° головой вверх показало, что тонус мышц плеча в указанных позах снижается, а тонус мышц бедра повышается. В ортостатической позе тонус мышц плеча снизился с $23,9 \pm 0,3$ отн. ед. в горизонтальном положении до $20,5 \pm 0,6$ отн. ед., а тонус мышц бедра повысился с $24,4 \pm 0,41$ отн. ед. до $27,2 \pm 0,55$ отн. ед. ($p < 0,05$). При пассивном перемещении в наклонное положение под углом 45° головой вниз установлено снижение тонуса мышц плеча с $23,7 \pm 0,33$ отн. ед. до $21,6 \pm 0,47$ отн. ед. и тонуса мышц бедра с $24,4 \pm 0,37$ отн. ед. до $22,2 \pm 0,50$ отн. ед. ($p < 0,05$).

Учитывая только интероцептивные влияния на сосудодвигательный центр, невозможно объяснить те регионарные изменения, которые наблюдаются при гравитационных возмущениях. Интероцептивные влияния на сосуды рук и ног в ортостатической позе имеют однозначный характер, следовательно, сосудистая реакция также должна быть однозначной. Однако разнонаправленная динамика мышечного тонуса изучаемых областей тела, а следовательно, и различная степень проприоцептивного влияния обуславливает конечный регуляторный эффект: позно-вегетативную реакцию сосудистой системы.

Сосудам ног принадлежит важная роль в регуляции системы кровообращения при гравитационных возмущениях. Высокая лабильность тонуса сосудов ног у обследованных спортсменов, в значительной степени обеспечивающая устойчивость системного артериального давления, свидетельствует о высоком уровне активности моторно-васкулярных рефлексов у данного контингента.

Динамика кардиоритма и мышечного тонуса под влиянием гравитационных возмущений

Особенности динамики сердечного ритма и мышечного тонуса в зависимости от способа перемещения в ортостатику (активного или пассивного) изучались у 50 спортсменов, мастеров спорта и перворазрядников (20 пловцов и 30 легкоатлетов-бегунов). Непрерывная регистрация II отведения ЭКГ и ФКГ производилась в течение одной минуты после 10-минутного отдыха в горизонтальном положении, в момент пере-

мещения в ортостатику и в течение трех минут пребывания в ортостатике. Расчет ЧСС производился по 10-секундным отрезкам времени. Также на протяжении всего исследования по 10-секундным отрезкам времени производилось измерение тонуса мышц бедра.

Характер пульсовой кривой при пассивном перемещении в ортостатику отличался плавным подъемом ЧСС. В момент перемещения отмечалось увеличение ЧСС на 6 ударов, в первые 10 сек. пребывания в ортостатике—на 10 ударов, на 20-й секунде—на 12 ударов, в конце первой минуты—на 19 уд., в конце второй минуты—на 23 уд., в конце третьей минуты—на 24 удара (соответственно на 11%, 18%, 22%, 35%, 43%, 44% против исходной ЧСС в горизонтальном положении).

Прирост ЧСС в указанные моменты при активном перемещении составил у этих же испытуемых 15 уд., 33 уд., 9 уд., 14 уд., 18 уд. и 19 уд. (соответственно 22%, 61%, 16%, 25%, 32% и 34% по отношению к ЧСС, определенной в исходном горизонтальном положении). Изучение динамики мышечного тонуса, проводимое параллельно с непрерывной регистрацией ЧСС при активном и пассивном перемещении в ортостатику, показало, что имеется существенное различие в характере изменения тонуса мышц в зависимости от способа перемещения. Обращает на себя внимание различная степень повышения мышечного тонуса в первые 10 сек. после изменения положения тела. После активного вставания наблюдалось резкое повышение тонуса мышц передней поверхности бедра до $23,5 \pm 0,50$ отн. ед. по сравнению с величиной, определенной в горизонтальном положении и равной $15,9 \pm 0,36$ отн. ед. (прирост на 47% при $p < 0,05$), с последующим снижением до $21,2 \pm 0,52$ отн. ед. Пассивное перемещение в ортостатику сопровождалось значительно меньшим повышением тонуса мышц, величина которого составила сразу после изменения положения тела $19,0 \pm 0,44$ отн. ед. против $16,1 \pm 0,39$ отн. ед. в горизонтальном положении ($p < 0,05$).

Различие в характере и величине пульсовой реакции в зависимости от способа перехода в ортостатику объясняется степенью участия в перемещении скелетной мускулатуры и, следовательно, различной степенью влияния на кардиоритм по механизму моторно-кардиальных рефлексов. При активном вставании, наряду с антигравитационным перераспределением мышечного тонуса, происходит активная динамическая работа скелетной мускулатуры, направленная на то, чтобы пере-

местить тело из горизонтального положения в вертикальное. Проприоцептивная импульсация, способствуя повышению тонуса симпатического отдела нервной системы, приводит к положительному хронотропному эффекту.

Прекращение активных мышечных движений приводит к тому, что в следующий момент наступает преобладание парасимпатического нервного влияния на сердце, ибо проприоцептивная импульсация по сравнению с моментом перемещения тела значительно снижается, и мы наблюдаем отрицательный хронотропный эффект (отрицательный по отношению к величинам ЧСС в момент вставания и в первые 10 сек. пребывания в ортостатике). При пассивном способе перемещения в ортостатику отсутствует динамическая проприоцептивная импульсация, а имеет место лишь статическая.

Исследование кардиоритма методами вариационной пульсометрии и кардиоинтервалографии (Д. И. Жемайтис, 1965; Р. М. Басевский, О. П. Козеренко, 1968) показало, что в состоянии покоя в горизонтальном положении у обследованных спортсменов наблюдался ваготонический тип вариационных кривых, с модой в районе 1,1 сек., и колеблемостью более 0,40 сек. Коэффициент вариации длительности R—R был в пределах 5,3—6,2%. Момент активного перемещения в ортостатику и первые 10 сек. пребывания в ней характеризовались резким сужением вариационных кривых и смещением их влево (в район моды 0,6—0,7 сек), что указывает на повышение тонуса симпатического отдела нервной системы. Однако уже в следующие 10 сек вариационные кривые вновь приобретают вид ваготонических: они расширяются и смещаются вправо. В этот момент, наряду с удлинением сердечного цикла до $0,91 \pm 0,018$ сек., отмечалось резкое увеличение вариабельности: коэффициент вариации R—R был равен 14,3% против 4,9% в первые 10 сек пребывания в ортостатике. В конце третьей минуты пребывания в ортостатике мода вариационных кривых располагается в районе 0,8 сек, колеблемость составляет менее 0,3 сек.

Пассивное перемещение в ортостатику и пребывание в ней характеризовалось постепенным смещением вариационных кривых влево с постепенным сужением, в результате этого вариационные кривые приобретают характер нормотонических и в ряде случаев симпатотонических. Коэффициент вариации R—R колебался в пределах 3,66—5,8% на протяжении всего исследования.

Совершенство регуляции деятельности функциональ-

ных систем организма под влиянием систематических тренировочных занятий у спортсменов приводит к некоторым проявлениям экономизации в системе кровообращения как в покое, так и под влиянием физических нагрузок. Вместе с тем, улучшение тренированности спортсменов сопровождается повышением реактивности сердечно-сосудистой системы (Р. Е. Мотылянская, 1965, 1968; Я. Б. Лехтман, 1969; С. Н. Кучкин, 1969, и др.), что проявляется, в частности, под влиянием ортостатических возмущений (Н. Д. Граевская, М. Г. Шафеева, В. Е. Васильева, 1959, 1960; Н. Тесленко, 1959; М. И. Слободянюк, 1963; В. А. Щуров, 1969, и др.). Значительное увеличение пульсовой реакции в момент активного перемещения и в первые 10 сек. пребывания в ортостатике свидетельствует о высоком уровне моторно-висцеральной регуляции у обследованных спортсменов. Во взаимодействии симпатической и парасимпатической иннервации с преобладанием в определенный момент после активного вставания блуждающего нерва значительное место занимают влияния с кинестетического анализатора.

Динамика сердечного ритма и мышечного тонуса при пассивном перемещении в антиортостатическую позу, затем в течение одной минуты пребывания в ней и на протяжении двух минут последствия в горизонтальном положении изучалась у 50 спортсменов, мастеров спорта и перворазрядников (25 пловцов и 25 легкоатлетов-бегунов). Обнаружена двухфазная реакция ЧСС в антиортостатической позе: первоначальное урежение, составившее в первые 10 сек. 3,5 удара (темп убыли 7% при $p < 0,05$), сменяется повышенным ЧСС, в результате которого величина пульса достигает исходного значения, определенного в горизонтальном положении. В момент перемещения в антиортостатику наблюдалось увеличение степени колеблемости $R-R$, что обусловлено переходными процессами в системе кровообращения. В данном случае переходный процесс вызван, по-видимому, усилением тонуса блуждающего нерва, о чем свидетельствует сохранение ваготонического типа вариационных пульсограмм у испытуемых в течение всего времени пребывания в антиортостатической позе. Коэффициент вариации длительности $R-R$ был в пределах 6,4—8,6%, что превышало его значение в исходном горизонтальном положении (4,7—7,4%).

В динамике тонуса мышц при пассивной антиортостатической пробе также отчетливо выявляется двухфазная реакция. В первый момент после перемещения в положение го-

ловой вниз, в результате рефлекторных влияний с вестибулярного и интероцептивного анализаторов на мышечный тонус, отмечалось снижение его до $15,6 \pm 0,4$ отн. ед. против $16,8 \pm 0,4$ отн. ед. в исходном горизонтальном положении (снижение на 7% при $p < 0,05$). Однако в дальнейшем наблюдалось повышение тонуса по сравнению не только с величинами в первые секунды пребывания в антиортостатике, но и с исходными данными. К концу пребывания в антиортостатике величина мышечного тонуса составила $17,9 \pm 0,5$ отн. ед. ($p < 0,05$). Снижение тонуса скелетной мускулатуры и повышение давления в рефлексогенных сосудистых зонах в этой позе — вот основные факторы, способствующие повышению тонуса парасимпатической иннервации и обуславливающие первоначальную реакцию со стороны сердца — брадикардию. Вторая фаза в динамике мышечного тонуса — повышение является, вероятно, защитным рефлексом, учитывая, что положение головой вниз представляет необычную позу. Усиление проприоцептивной импульсации препятствует дальнейшему повышению тонуса блуждающего нерва, активно влияя на взаимоотношение симпатической и парасимпатической иннервации, что совместно с интероцептивными влияниями (разгрузочный рефлекс Бейнбриджа) приводит к прекращению брадикардии.

Непрерывная регистрация ЧСС на протяжении ортостатической пробы позволила применить такие методы интегральной оценки реакции организма на данное возмущение, как оценка качества регулирования кардиоритма по «площади регулирования» (Г. Дришель, 1960; С. А. Разумов, 1965; И. И. Мешковис, 1969, и др.) и определение суммарной пульсовой стоимости данной нагрузки (В. В. Розенблат, 1963; А. А. Виру, 1965; А. А. Аруцев, 1969; Н. Г. Кулик, Е. А. Мирошников, 1969; Г. В. Мелленберг, А. В. Седов, М. У. Хван, 1970). Величина «площади регулирования» у обследованных спортсменов при ортостатической пробе (3 мин. вертикального положения) составила 490 (± 240). Суммарная пульсовая стоимость, значение которой в данном случае эквивалентно «площади регулирования», равнялась 215 (187—243) ударам.

Учитывая функциональную значимость отдельных моментов ортостатической пробы, при проведении ее можно выделить несколько 10-секундных временных интервалов, подсчет ЧСС в которые позволяет не только количественно описать изучаемую пробу, но и восстановить характер динамики пульса без значительной потери информации. Такими моментами

являются: 10 сек. исходного горизонтального положения, первые 10 сек. после перемещения в ортостатику, 2, 3, 6, 12-й десятисекундные отрезки времени восстановительного периода. ЧСС в указанные интервалы времени обозначались как соответствующие координаты А, В, С, D, Е, F. Располагая данными о ЧСС в указанные моменты времени, мы имеем возможность: а) дать интегральную оценку качества регулирования кардиоритма по пульс-сумме, б) по величине максимального отклонения ЧСС в первые 10 сек. пребывания в ортостатике судить о реактивности ССС, в) вычислить ортостатический прирост пульса (по мере его стабилизации).

Сумма координат ($A+B+C+D+E+F=9,2+14,4+10,7+10,8+11,5+12,0=68,6$) дает величину, эквивалентную «площади регулирования», — пульс-сумму за указанные отрезки времени. Значение ее у обследованных спортсменов колеблется в пределах 59—78 ударов. У спортсменов, находящихся в восстановительном периоде после значительных тренировочных нагрузок, отмечалось возрастание пульс-суммы до 84 уд. против 66 уд. у спортсменов, обследованных в соревновательном периоде. Возрастание пульс-суммы по отношению к средним величинам этого показателя в данном случае можно связать с изменением функциональных влияний симпатической иннервации, имеющих место при утомлении (Я. Б. Лехтман, 1969; О. В. Качоровская, 1968).

Применение специальной цифровой матрицы (И. И. Мешкович, 1967) и регистрация на ней динамики ЧСС в восстановительном периоде самими испытуемыми обеспечивают массовость проведения ортостатической пробы, позволяют использовать полученные данные для целей экспресс-информации о функциональном состоянии тренирующихся спортсменов, а также дает возможность судить об индивидуальных особенностях качества регулирования ЧСС в восстановительном периоде.

Таким образом, литературные данные и результаты собственных исследований показывают, что в механизмах регуляции гемогравитационных сдвигов при ортостатических и антиортостатических позах значительное место принадлежит афферентной импульсации с кинестетического анализатора. Регулирующее влияние проприоцепции на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы при изменении положения тела относительно вектора гравитации осуществляется по механизму моторно-кардиального и моторно-васкулярного рефлексов. Совершенствование в процессе спортивной трени-

ровки координации двигательных и вегетативных функций обеспечивает высокий уровень позно-вегетативной регуляции у спортсменов. Это происходит на основе перестройки связей анализаторов и изменением их влияния на вегетатику за счет усиления межсистемных моторно-висцеральных рефлексов.

* * *

В связи с широким внедрением в быт народа физической культуры и спорта, расширением сферы трудовой деятельности, работой в экстремальных условиях, освоением космического пространства и т. д. дальнейшее изучение функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы и выявление роли кинестетического анализатора в рефлекторном взаимодействии локомоторной и висцеральной систем являются одной из актуальных проблем современной физиологии и медицины.

ВЫВОДЫ

1. Анализ литературы показал, что физиология позно-вегетативной регуляции у спортсменов изучена недостаточно. Это касается как выяснения роли моторного анализатора в развитии компенсаторных реакций сердечно-сосудистой системы при гравитационных возмущениях, так и направленности и величины наблюдаемых сдвигов. В процессе спортивной тренировки происходит совершенствование координации вегетативных и моторных функций, которая достигает у спортсменов высокого уровня. В связи с этим спортсмены представляют особый интерес для изучения механизмов регуляции системы кровообращения по гравитационному фактору.

2. Величины основных параметров кардио- и гемодинамики (ЧСС, величины артериального давления, длительность основных фаз сердечной систолы, СРПВ по аорте, сосудам рук и ног) у спортсменов-пловцов в условиях покоя при горизонтальном положении тела не выходят за пределы возрастных норм, принятых для здоровых лиц, не занимающихся спортом, однако свидетельствуют о выраженной экономизации в работе аппарата кровообращения.

3. По сравнению с горизонтальной позой, пребывание в ортостатике и промежуточных наклонных положениях под углом 30° и 45° головой вверх характеризуется следующими физиологическими сдвигами: 1) учащением ритма сер-

Дечной деятельности с одновременным уменьшением колеблемости R—R, 2) фазовым синдромом гиподинамии миокарда, 3) выраженным повышением тонуса артериальных сосудов ног, 4) незначительным снижением максимального и повышением минимального и среднего артериального давления. В указанных позах обнаружена разнонаправленная динамика тонуса скелетной мускулатуры ног (повышение) и рук (понижение). Повышение тонуса мышцы бедра связано со статическим их напряжением, обеспечивающим поддержание веса тела в вертикальном положении.

4. По сравнению с горизонтальной позой, пассивное пребывание в антиортостатике и промежуточных наклонных положениях под углом 30° и 45° головой вниз характеризуется следующими физиологическими сдвигами: 1) урежением ритма сердца с одновременным увеличением колеблемости R—R, 2) фазовым синдромом гипердинамии миокарда, 3) снижением тонуса артериальных сосудов рук и ног, 4) незначительным повышением всех величин артериального давления, 5) снижением тонуса скелетной мускулатуры рук и ног в первый момент после перемещения.

5. В механизме ортостатического прироста ЧСС существенное место принадлежит афферентным влияниям с кинестетического анализатора (моторно-кардиальный рефлекс). Величина и направленность пульсовой реакции определяются характером проприоцептивной импульсации (сочетанием динамической и статической при активном и лишь одной статической при пассивном способе перемещения). Высокий уровень моторно-кардиальной регуляции у спортсменов проявляется в момент перемещения и первые 10 сек. пребывания в ортостатике резким увеличением ЧСС (симпатический эффект), сменяющимся значительным урежением и синусовой аритмией (парасимпатический эффект). Проприоцептивной афферентации принадлежит значительная роль в перестройке взаимоотношений симпатической и парасимпатической иннервации при гравитационных возмущениях.

6. Характер и высокая степень изменчивости СРПВ по сосудам ног, четко отражающей динамику тонуса мышц бедра, свидетельствуют о высоком развитии моторно-васкулярной регуляции у спортсменов, рефлекторно обеспечивающей поддержание устойчивого системного артериального давления в изучаемых позах.

7. Положение об ортостатической устойчивости спортсменов требует уточнения. Оценка реакции организма спортсме-

на на ортостатическое возмущение может быть произведена на основании расчета «площади регулирования» или по пульс-сумме, величина которой эквивалентна «площади регулирования». Среднее значение пульс-суммы у обследованных спортсменов (мастеров спорта и перворазрядников) при активном перемещении в ортостатику колеблется в пределах 59—78 ударов. Основными моментами для съема информации по 10-секундным отрезкам времени при этом являются: исходные данные в горизонтальном положении, 1, 2, 3, 6, 12-й десяти-секундные отрезки времени пребывания в ортостатике.

8. Ортостатическая проба является весьма информативным тестом для изучения функционального состояния спортсменов на различных этапах тренировочного цикла. Использование специальных цифровых матриц и запись динамики ЧСС самими испытуемыми обеспечит массовость проведения пробы и даст возможность тренеру использовать эти данные для целей экспресс-информации.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. К вопросу о длительности фаз сердечного цикла у спортсменов. Сб.: Научные основы физической культуры и спорта. Материалы 1-й Поволжской конференции, посвященной 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции. Саратов, 1967, стр. 297—299.
2. Показатели кардиодинамики у гимнастов и пловцов юношеского возраста. Материалы итоговой научной конференции, посвященной 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции. ВГИФК, Волгоград, 1967, стр. 164—166.
3. Динамика частоты пульса и артериального давления при пассивном изменении положения тела у пловцов. Сб.: Моторно-висцеральные рефлексы в физиологии и клинике. Пермь, 1968, стр. 125—130.
4. Показатели кардиодинамики у юных пловцов. Сб.: Проблемы физкультуры и спорта. Волгоград, 1968, стр. 119—121 (в соавторстве с И. И. Мешконисом).
5. О динамике артериального давления у спортсменов при пассивном изменении положения тела. Материалы X Всесоюзной научн. конференции по физiol., морф., биомех., биохимии мышечной деятельности (Тбилиси, 1968). М., 1968, стр. 140—141.
6. Исследование кардиодинамики у спортсменов. Сб. ВНИИФК. Материалы итоговой научной сессии за 1967 год. М., 1969, стр. 394—398 (в соавторстве с И. И. Мешконисом).
7. Влияние измененной гравитации на кардио- и гемодинамику у пловцов. Материалы Республиканской межвуз. конференции по физиологии моторно-висцеральной регуляции, мышечной деятельности и физическому воспитанию. Калинин, 1969, стр. 232—234.

8. Изменение кардиодинамики у спортсменов-пловцов при пассивном изменении положения тела. Сб.: Вопросы физической культуры и совершенствования учебного процесса. Волгоград, 1969, стр. 240—242.

9. Показатели гемодинамики у спортсменов в условиях измененного вектора гравитации. Сб.: Вопросы физической культуры и совершенствования учебного процесса. Волгоград, 1969, стр. 245—247.

10. Длительность основных фаз сердечной систолы у пловцов. Сб.: Вопросы современного плавания. Волгоград, 1969, стр. 48—50.

11. Динамика мышечного тонуса и СРПВ у пловцов при пассивной ортостатической пробе. Сб.: Вопросы современного плавания. Волгоград, 1969, стр. 78—80.

12. Построение тренировочного процесса пловцов на основании динамических психофизиологических исследований. Брошюра, Волгоград, 1967 (в соавторстве с С. А. Бакулиным, О. И. Коршуновым, А. П. Лаптевым, И. И. Мешконисом, Ю. В. Чукиным).

13. Динамика сердечного ритма и мышечного тонуса при активной и пассивной ортостатических пробах. Сб.: Научные основы физической культуры и спорта (Материалы 2-й Поволжской конференции). Саратов, 1970, стр. 401—403.

14. Динамика ортостатической устойчивости у пловцов на различных этапах тренировочного процесса. Материалы XI Всесоюзной научной конференции по физиологии, морфологии, биомеханике и биохимии мышечной деятельности. Свердловск, 1970, стр. 469—471.

4555

