

М.Я.ГОРКИН
О.В.КАЧОРОВСКАЯ
Д.Я.ЕВГЕНЬЕВА



**БОЛЬШИЕ
НАГРУЗКИ
В СПОРТЕ**

М. Я. ГОРКИН

О. В. КАЧОРОВСКАЯ

Л. Я. ЕВГЕНЬЕВА

БОЛЬШИЕ НАГРУЗКИ В СПОРТЕ

**«ЗДОРОВ'Я»
КИЕВ — 1973 г.**

Достижения в современном спорте в значительной степени обусловлены совершенными методами тренировки. Среди них одно из первых мест принадлежит применению так называемых больших нагрузок.

В книге характеризуется сущность больших нагрузок, описаны изменения физиологических функций в организме спортсмена, при этом указаны допустимые пределы нагрузок, частота применения их в тренировке, приводятся примерные схемы недельных циклов тренировок и т. д. Использование этих данных позволит наиболее эффективно планировать тренировочный процесс и избежать физических перегрузок.

Монография предназначена для спортивных врачей, физиологов, тренеров, преподавателей физкультурных вузов.

© Издательство «Здоров'я», 1973.

БОЛЬШИЕ НАГРУЗКИ В СПОРТЕ

*Михаил Яковлевич Горкин
Ольга Владимировна Качаровская
Лидия Яковлевна Евгеньева*

Научный редактор *А. Р. Редзиевский*

Редактор *Ю. П. Шелуха*

Оформление художника *В. А. Марчука*

Художественный редактор *Н. А. Сердюкова*

Технический редактор *В. П. Войко*

Корректор *Н. В. Лозинская*

БФ 32497. Зак. 3—1833. Сдано в набор 5/V 1973 г. Подписано к печати 1973 г. Формат 84×108¹/₃₂. Тираж 11 600. Уч.-издат. лист. 9,54. Физ. лист 5,75. Усл. печ. лист. 9,66. Бумага газетная. Цена 68 коп.

Издательство «Здоров'я», г. Киев, ул. Кирова. 7.

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Поліграфкнига» Госкомиздата УССР, г. Киев, ул. Довженко, 3 на Белоцерковской книжной фабрике, ул. К. Маркс.
Зак. 594.

ОТ АВТОРОВ

За последние годы значительно возрос уровень спортивных достижений. Это стало возможным благодаря применению в тренировках больших физических нагрузок, которые во многих видах спорта возросли почти вдвое.

В этих условиях важно правильно оценить соотношение тренировочных и соревновательных нагрузок к состоянию организма спортсменов. От этого зависит эффективность тренировочного процесса и, следовательно, рост спортивных достижений.

Авторы на основании многолетних наблюдений приводят данные, свидетельствующие о том, что для оценки реакции на большие тренировочные и соревновательные нагрузки недостаточно определить непосредственную реакцию на них и ближайший восстановительный период. Необходимо исследовать еще и отдаленный период реституции. Характер и длительность последнего являются основным критерием, определяющим величину нагрузки, срок возобновления повторной тренировки с большими нагрузками, эффективность и последующий кумулятивный эффект.

Одновременно в книге освещаются вопросы кумулятивного эффекта спортивной тренировки по показателям ЭКГ, функции внешнего дыхания и красной крови. Дается оценка различным реакциям сердца во время нагрузки в ближайшем и отдаленном периодах восстановления.

Реакции сердца у спортсменов во время нагрузки, сразу после нее, в ближайшем и отдаленном восстановительных периодах не всегда бывают благоприятными. Частко (по данным ЭКГ) они носят патологический характер. О них надо знать тренеру и спортсмену сразу, уметь дать им правильную оценку. Это

необходимо для того, чтобы своевременно принять соответствующие меры по их устранению.

Глава I «Большие нагрузки и отдаленный восстановительный период», «От авторов» и «Заключение» написаны докт. мед. наук проф. М. Я. Горкиным.

Глава II «Влияние спортивной тренировки на сердечно-сосудистую систему спортсменов» написана докт. мед. наук проф. О. В. Качоровской.

Раздел II главы: «Отдаленный и ближайший кумулятивный эффект больших тренировочных нагрузок» написаны О. В. Качоровской, М. Я. Горкиным, Н. Д. Дмитриевой.

Глава III «Влияние спортивной тренировки на функцию органов дыхания» написана канд. биол. наук доцентом А. Я. Евгеньевой.

Авторы будут благодарны за замечания по вопросам, затронутым в книге.

БОЛЬШИЕ НАГРУЗКИ
И ОТДАЛЕННЫЙ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ
ПЕРИОД

В настоящее время благодаря работам советских и зарубежных ученых научные основы тренировки достаточно разработаны.

Тренировка — педагогический процесс, ставящий своей целью повышение физических способностей человека, неразрывно связана с развитием организма: совершенствованием мышечной, сердечно-сосудистой, дыхательной систем, совершенствованием нервной и других систем. Таким образом, тренировка, как систематическое физическое упражнение проводимая в определенной последовательности, на основании выявленных педагогических и физиологических законов, приводит к совершенствованию двигательных качеств — выносливости, силы, ловкости и в итоге к росту спортивных достижений.

Результаты в спорте бурно растут. Для сравнения приводим таблицу рекордов по легкой атлетике, плаванию, обновленных на 1-х Олимпийских играх 1896 года в Афинах и нормативы II разряда Единой Всесоюзной спортивной классификации на 1969—1973 гг.

Особенно труднее учесть повышение спортивных достижений в гимнастике, играх, борьбе, боксе, но, тем не менее, и здесь они весьма велики.

Этот рост носит не сугубо индивидуальный, а массовый характер. Чтобы убедиться в этом, достаточно сравнить разрядные нормы Единой Всесоюзной спортивной классификации разных лет.

Несмотря на значительное повышение требований к спортсменам количество мастеров спорта из года в год неуклонно растет.

Известный теоретик в области спорта Н. Г. Озолин в своей книге «Современная система спортивной тре-

Таблица 1

Сравнительные данные рекордов на 1-й Олимпиаде 1896 года в Афинах и нормативы II разряда Единой Всесоюзной спортивной классификации 1969—1972 гг.

Виды спорта	Результаты 1-й Олимпиады, Афины 1896 г.	Нормативы II разряда Единой Всесоюзной спортивной классификации на 1969—1972 гг.
Л/атлетика, бег 400 м	54,2 сек.	54,0 сек.
Бег 1500 м	4,33,2	4,24,0
Бег 800 м	2,11,0	2,05,0
Бег 110 м с барьерами	17,6	16,8
Прыжки в длину с разбега	6,35 м	6,35 м
Прыжки с шестом	330 см	370 см
Прыжки в высоту	181 см	175 см
Тройной прыжок	13,71 м	14,00 м
Плавание в/с 100 м	1,22,2	1,12,0

нировки»¹ пишет: «Характеризуя систему спортивной подготовки в целом, можно сказать, что это многолетний, круглогодичный, специально организованный процесс воспитания, обучения, развития, повышения функциональных возможностей спортсменов — процесс, составными частями которого являются также гигиенический режим, научный, врачебный и педагогический контроль, материальные условия, организация и др., неразрывно связанные между собой на основании определенных принципов, правил и положений».

Естественно, что рост спортивных достижений не в коем случае нельзя объяснить исключительно и главным образом усовершенствованием системы тренировки. Такой взгляд весьма ограничен.

Большое значение в бурном развитии спортивных достижений принадлежит социальным причинам, экономической базе общества и многим другим факторам (технике выполнения спортивных упражнений, тактике и т. д.). Но все же научно обоснованная тренировка является существенным моментом в данной проблеме. Важнейшим фактором в современной спортивной тренировке является применение больших физических нагрузок. Сильнейшие велосипедисты мира

¹ М., «ФиС», стр. 10, 1970.

пловцы, проезжают в течение года примерно 25 000 км. при ежедневной затрате на тренировочные занятия до 4—6 часов. Ведущие пловцы проплывают за год в среднем более 2000—2500 км, тренируясь круглогодично не менее двух раз в день, а на отдельных этапах подготовки — до 3—4 раз, проводя в бассейне до 3—5 часов ежедневно (В. Д. Моногаров, В. Н. Платонов, М. Я. Горюнов). Аналогичная картина имеет место в других циклических видах спорта, уровень спортивных результатов в которых в значительной мере обуславливается интенсивностью спортсменов.

Вопросы воздействия больших тренировочных нагрузок на протяжении более двух десятилетий привлекают пристальное внимание специалистов (А. Н. Крестовников, 1951, Г. В. Фольборг, 1952, 1958; М. Я. Горюнов и др., 1954—1973; И. В. Вржесневский и др., 1954, 1972; О. В. Качоровская, 1954—1973).

Выходящая работа не ставит перед собой задачу решить вопросы научной тренировки в целом, а лишь затрагивает вопрос — большие нагрузки на тренировке. Основные принципы тренировки, связанных с ее физиологическим обоснованием, принцип больших нагрузок были сформулированы в 1939 г. А. Н. Крестовниковым. Он отмечал: «Во время тренировки интенсивность работы иногда превышает интенсивность, необходимую на соревнованиях, чтобы тренировать аппарат кровообращения и дыхания на превышение конечных возможностей, подготавливая таким образом возможность дальнейшего повышения мышечного напряжения»¹. Однако в данной формулировке еще не было и не могло быть четкого определения больших нагрузок, и тем более — физиологического содержания этого понятия.

Большие нагрузки тесно связаны с восстановительным процессом. Под «восстановлением» организма после физической работы и мышечной деятельности в спорте и труде и врачебном контроле над тренирующимися обычно понимают процесс возвращения физиологических функций из «работного» состояния в предшествующее ему состояние по-

¹ «Физиология спорта». М., «ФиС», 1939, стр. 15.

Изменения, имеющие место при работе, охватывают весь организм и проявляются определенным образом в деятельности каждой системы в их взаимосвязи. Уровень повышенной деятельности систем организма при разнообразных работах зависит, как известно, от мощности упражнений, их характера, тренированности субъекта и некоторых прочих факторов. В целом эти изменения направлены на обеспечение выполнения организмом тех или иных упражнений. Однако далеко не сразу организм переходит от усиленной деятельности к состоянию физиологического покоя.

Принято считать, что деятельность в восстановительном периоде, или, как обычно говорят, реституция, а также формы ее протекания отражают и соответствуют характеру самой работы и способности организма справляться с нею.

Восстановление (реституция) после физической работы было обнаружено и изучено многочисленными авторами над различными лицами в различных условиях.

Исследуя реституцию нервно-мышечного препарата после его раздражения, Н. Е. Введенский (1886) первым обнаружил фазовое протекание возбудимости препарата — фазу пониженной возбудимости и фазу повышенной возбудимости (экзальтации).

Большой интерес представляют исследования в врачебному контролю над физкультурниками и спортсменами с применением нагрузок и наблюдением за протеканием восстановления. Эти наблюдения велись главным образом, с целью определения влияния тренировки на организм человека и степени его адаптации к физическим нагрузкам. Применяя функциональные пробы с нагрузкой, исходят из разнообразия воздействия различных по характеру нагрузок («силу», «скорость», «выносливость»), причем учитывается как величина сдвигов в организме сразу после нагрузки, так и длительность восстановления.

Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы сводятся к однообразным нагрузкам, вызывающим определенные сдвиги в организме человека. По длительности восстановительного периода и его характеру судят отчасти о тренированности человека и состоянии его сердечно-сосудистой системы. Функциональные

на проба Д. С. Шабашова и А. П. Егорова (1925) состоит из 60 подскоков в течение 30 сек. В дальнейшем были предложены и другие нагрузки — 20 приседаний (проба Мартина), 40 приседаний (проба Карлова), 2- и 3-минутный бег в темпе 180 шагов в минуту (проба Хотова-Дешина), проба с восхождением на лесенку. Комбинированная функциональная проба С. П. Летунова состоит из 20 приседаний, бега на месте в течение 15 сек., с максимальной интенсивностью бега на месте в течение 3 мин. в темпе 180 шагов в мин. Комбинированная проба дает большую нагрузку и позволяет точнее учитывать функциональное состояние обследованных спортсменов.

В последнее время используют так называемые комбинированные пробы, учитывающие спортивную специальность спортсмена. При функциональных пробах сердечно-сосудистой системы исходят из учета в восстановительном периоде как количественных изменений частоты сердечных сокращений (пульса), величины артериального давления, иногда, частоты дыхания, так и длительности характера восстановления.

Учитывая характер изменения частоты пульса и величины артериального давления при физической нагрузке различают пять типов реакций: нормотонический, гипотонический, гипертонический, ступенчатый, астенический.

Восстановительные процессы после физических упражнений в естественных условиях, т. е. условиях тренировок и соревнований зависят, в основном, от мощности выполняемого упражнения, что особенно наглядно проявляется в циклических упражнениях, в которых при передвижении тела в пространстве наблюдается повторения одних и тех же движений. Мощность характеризуется величиной работы, производимой в единицу времени; при циклических упражнениях скорость передвижения тела в пространстве является показателем мощности работы.

В. С. Фурманов предложил классифицировать циклические упражнения в зависимости от мощности (скорости).

1. Упражнения максимальной мощности (бег на короткие дистанции).

2. Упражнения субмаксимальной мощности (бег на средние дистанции).

3. Упражнения большой мощности (бег на 5000 м).

4. Упражнения умеренной мощности (бег на сверхдлинные дистанции).

Приводим таблицу функциональных изменений в организме спортсмена в ближайшем восстановительном периоде в зависимости от различной мощности упражнения (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика ближайшего восстановительного периода у спортсменов в зависимости от мощности выполненных упражнений

Показатели	Максимальная мощность	Субмаксимальная мощность	Большая мощность	Умеренная мощность
Продолжительность работы	10—20 сек.	от 20—30 сек. до 3—5 мин.	от 5—6 мин. до 30—50 мин.	от 50 мин. и более
Величина кислородного долга (в литрах)	до 8	до 20	до 12	до 4—5
Частота сердечных сокращений сразу после окончания упражнений (в 1 мин.)	170—200	240	180—220	160
Высота максимального артериального давления сразу после окончания физических упражнений (в мм рт. столба)	150—185	200—220	160—200	150
Длительность ближайшего восстановительного периода	20 мин.	60 мин.	2 часа	1—2

Процессы восстановления в результате мышечной деятельности, по мнению К. Л. Бернара, возникают в процессе деятельности и продолжаются после ее окончания. Мышечная деятельность является специфическим раздражителем для процессов восстановления.

Первыми попытками экспериментального обоснования этого положения были работы Д. Лэнгли и Х. Гейденгайна.

На основании гистологической картины восстановления зернистости в железистой ткани, идущего параллельно с разрушениями в ней, эти авторы пришли к выводу о том, что восстановительные процессы происходят одновременно с процессами разрушения. К такому же выводу пришел И. П. Павлов (1890). Работы на слюнной железе показали, что в исходе секреции она теряет азота значительно меньше, чем выделяется со слюной. Следовательно, во время работы железа обогащается азотом. В результате экспериментов Т. В. Верховского (1890) также были получены данные, доказывающие неразрывную связь между процессами восстановления и разрушения.

Ю. В. Фольборт, исследующий проблему «истощения и восстановления» с 1917 г., под процессами восстановления понимал совокупность материальных процессов, ведущих к повышению работоспособности организма, а под процессами истощения — совокупность противоположного характера. В связи с этим Ю. В. Фольборт ввел понятие «функциональный потенциал», снижение которого обуславливает понижение работоспособности, а повышение — ее восстановление. Автор показал, что чем меньше (до определенного предела) функциональный потенциал, тем интенсивнее протекают восстановительные процессы. Снижение работоспособности может наступить как при развитии процессов истощения, так и при ослаблении восстановительных процессов. Ю. В. Фольборт указал на циклический и фазовый характер восстановительных процессов, разделив их на фазу восстановления работоспособности до исходного уровня, фазу сверхвосстановления и фазу упроченного восстановления, отметив, что продолжительность восстановительных процессов, в частности продолжительность фаз, зависит от особенностей предшествующей деятельности. Медленно развивающееся истощение ведет к медленному восстановлению, а фазы сверхвосстановления наступает позднее и продолжается дольше. При быстро развивающемся истощении продолжительность восстановления сокращается.

Л. П. Васильев и А. А. Князева (1926) отметили следующие состояния: неполного восстановления, более высокого, чем исходное, и исходное понижение работоспособности. Такую же картину восстановления работоспособности наблюдали Б. С. Гиппенрейтер (1952), Т. Н. Коваль-Петренко (1949); Н. К. Озолин и Н. Г. Елфимов (1955). Длительность ближайшего восстановительного периода (после жима штанги до отказа, сгибания рук в упоре, подтягивания на кольцах двадцатисекундного бега, бега на 200 м и 400 м с максимальной скоростью) составляла 8—20 мин. Аналогичные результаты были получены при биохимических исследованиях Ж. Эмбденом и Х. Габсом (1926), Н. Н. Яковлевым (1955).

А. Гилл (1919) основным показателем восстановления считал количество кислорода, необходимое для окисления скопившейся в организме молочной кислоты. Он рассматривал процесс восстановления как компенсаторное явление, направленное на ликвидацию молочной кислоты вначале из мышц (первая фаза восстановления), а затем из крови (вторая фаза восстановления), и представлял его в виде экспоненциальной кривой, круто нарастающей в начальной части.

М. И. Виноградов (1941) отметил две фазы восстановления — «фазу пессимума» и «фазу оптимума». Повторная нагрузка во второй фазе вызывала более благоприятные сдвиги в организме, чем в первой.

Фазность восстановительных процессов в ближайшем периоде реституции была выявлена на основе механограмм и исследований биоэлектрических потенциалов М. В. Лейником (1951), который установил в лабораторных условиях, что сразу после работы можно отметить четыре состояния работоспособности, соответствующие им стадиями: восстановления, сверхвосстановления, дорабочей и пониженной возбудимости.

Взгляды М. В. Лейника подтверждены В. Э. Шенниковым (1959, 1964), проводившим наблюдения на спортсменами. Он указал на изменение работоспособности спортсмена в зависимости от фазы отдыха и периода восстановления и отметил следующие типы реституции: А — снижение всех показателей, В — снижение мышечной силы и снижение выносливости, С — нарастание выносливости и уменьшение утомления.

— нарастание выносливости и уменьшение утомляемости со снижением мышечной силы. В зависимости от вида реституции В. В. Петровский рекомендует и характер тренировки.

Сходные результаты были получены И. В. Муражовым, А. М. Гоциридзе (1962); В. П. Завьяловым (1962) и др.

В дальнейшем теория А. Гилла подвергалась критике Э. Симонсоном и Г. Гебештрейтом (1930) и затем, по мере развития учения о мышечной деятельности, в значительной степени потеряла свое исключительное значение.

Характерным для всех рассматриваемых нами исследований являлось то, что восстановление изучалось в первые минуты после нагрузки. Это объясняется уверенностью, что восстановление заканчивается в течение сравнительно короткого времени, а также возможностью продолжительного исследования объекта.

Обозначенный восстановительный период изучался сравнительно менее подробно, чем ближайший восстановительный период. В литературе по этому вопросу можно встретить единичные работы, выполненные к тому же, на наш взгляд не всегда методически полностью.

Е. С. Ганин, А. Д. Данилов, А. Ф. Корякина и А. Е. Крестовников, Н. А. Поморцев (1929) исследовали более длительный восстановительный период после нагрузки на выносливость (бег на длинные дистанции, велобег, лыжные походы и т. д.).

А. Я. Фомичев (1935) наблюдал повышенную активность сердечно-сосудистой системы у спортсменов после тяжелой нагрузки спустя два дня. А. Д. Лангман, Е. З. Товастшерна, Н. Д. Граевская (1958) исследовали бакунов на различные дистанции через 6, 12, 24 часа. Восстановление по данным сердечно-сосудистой и дыхательной систем наступало к вечеру того же дня через 24 часа.

В. С. Сарфель (1950) отметил, что работа, потребовавшая максимальной мобилизации функциональных систем организма, оставляет «мощный и длительный функционально изменяющийся следовой процесс». Максимальное восстановление после работы до предела достигнуто к 6-му дню, отмечалось на 6-й день.

Р. Е. Мотылянская и А. С. Найденышева (1954) исследовали функцию сердечно-сосудистой системы футболистов после игр. В отдельных случаях восстановление сердечно-сосудистой системы в течение суток не заканчивалось.

Интересные исследования были приведены Р. Е. Мотылянской (1952) над юными пловцами, бегунами и средние дистанции и лыжниками после соревнований и тренировок с большими нагрузками. Ею установлено, что полного восстановления спустя 20—24 часа в них не происходит.

А. А. Маркосян (1957—1960) при исследовании мастеров спорта СССР по велосипедному спорту после гонок на 50 км обнаружил, что прежде всего восстанавливается частота пульса, артериальное давление восстанавливается через 5—6 часов, более длительно восстанавливается состав крови.

А. А. Маркосян с сотрудниками (1958) выявил у молодых спортсменов гетерохронизм в восстановлении различных функций организма.

К аналогичному выводу пришла и М. В. Антропова (1958) и др. при исследовании веса, жизненной емкости легких и силы мышц у юношей 16—18 лет после соревнований в беге на 800—1500 м, а также после велогонок на 50 км. Несмотря на значительные сдвиги в этих показателях восстановление наступает, по данным автора, в течение 24 часов.

И. М. Бутин (1968) показал, что при длительных нагрузках у молодых лыжников восстановление наступает позднее, чем после менее продолжительных нагрузок и затягивается до 72 часов. К подобному выводу (на основании общей реактивности организма юных спортсменов) приходит и Т. Р. Немирович-Денченко (1962).

Л. А. Дмитриевская исследовала ЭКГ у юных бегунов при повторном беге (10×160 м и 4×60 м). При этой нагрузке изменения (учащение ритма, исчезновение синусной аритмии, увеличение систолического показателя, в некоторых случаях удлинение PQ, снижение сегмента S—T и др.) ликвидировались в течение первых суток; при тренировках с большими нагрузками 2 дня подряд — в течение 48 часов.

А. А. Маркосян (1959) пришел к выводу, что у взрослых спортсменов (велосипедистов) сердечно-сосудистая система (частота пульса, артериальное давление, сосудистый тонус, ЭКГ), капилляроскопическая картина, клеточные элементы крови, ее вязкость достигают исходного уровня быстрее, чем у юношей.

Исследования, проведенные В. М. Волковым (1957), позволили сделать вывод, что от величины нагрузки зависит длительность восстановительного периода.

Ряд других интересных исследований был опубликован в последние годы и другими авторами.

Однако несмотря на многочисленные работы в этой области термин «большие нагрузки» постоянно используется в физиологии спорта спортивными врачами, тренерами и специалистами теории физического воспитания без его научного обоснования.

В результате того, что понятие «нагрузка» четко не определено, происходят недоразумения как в практике, так и в теории спорта. Некоторые под нагрузкой понимают величину работы, выполненную спортсменом, другие — ее мощность и т. д. Однако ни объем работы, ни ее мощность не идентичны нагрузке на организм. На последний воздействуют, несомненно, и различные метеорологические факторы (температура, влажность воздуха, высота над уровнем моря и т. д.). Все перечисленные факторы, конечно, определяют в той или иной мере нагрузку, но ни каждый в отдельности, ни в различных комбинациях не могут полностью загрузить организм. Чтобы определить нагрузку, нужно знать, кроме всего перечисленного, функциональные сдвиги в организме спортсмена во время самих упражнений, определить в какой мере сдвиги непосредственно после упражнений, длительность ближайшего и, что особенно важно, отдаленного восстановительного периода.

В начале в начальном периоде тренировки могут возникнуть большие нагрузки на организм, а тот же комплекс упражнений через 2 месяца или полгода в результате выносливости организма может стать легкой нагрузкой и т. д.

В последние время большие нагрузки, как мы видим, изучаются отдельными учеными и целыми лабораториями. Однако эти исследования носят пока эпи-

зодический характер. Кафедра физиологии, лечебной физкультуры и врачебного контроля Киевского института физической культуры в течение ряда лет также занимается этой проблемой. Под нашим наблюдением находились велосипедисты, лыжники, пловцы, легкоатлеты, гимнасты, штангисты. Мы изучали сердечно-сосудистую, дыхательную, мышечную, нервную и др. системы организма спортсменов. Исследования носили комплексный характер. Такое многостороннее исследование более объективно отражает истинное состояние организма. Часть нашей работы носила лабораторный характер.

Наряду с новичками, спортсменами III и II спортивного разряда под наблюдением находились спортсмены I разряда, мастера спорта СССР, члены сборных команд Украины и Советского Союза, олимпийские чемпионы.

В этой работе освещается функциональное состояние при тренировке с большими нагрузками таких важных систем, как сердечно-сосудистая и дыхательная. Сердечно-сосудистую систему мы изучали по показателям пульса, ЭКГ, артериального давления. Функциональное состояние дыхательной системы определялось по показателям внешнего дыхания, оксиметрии, газообмену, системе красной крови.

Мы полагаем, что нагрузка может быть слабой, когда в результате выполнения упражнения не обнаруживаются заметных реакций организма в отдаленном периоде восстановления. Такая нагрузка вызывается сравнительно малыми по интенсивности и длительности упражнениями (рис. 1).

Нагрузка может быть средней. Сдвиги в организме при этом значительные и вызываются более интенсивными упражнениями.

Большая нагрузка является результатом выполнения интенсивных и длительных упражнений. Воздействие ее сопровождается проявлением в отдаленном восстановительном периоде существенных изменений в состоянии систем организма, несущих преимущественную нагрузку при выполнении заданной работы. С внешней стороны большая нагрузка характеризуется большим суммарным объемом выполненной работы, значительным утомлением, неспособностью спортсме-

выполнять в конце занятий упражнения в режимах, оказывающих оптимальное тренирующее воздействие, а физиологически это определялось наличием фазовых изменений функциональных возможностей организма, включая четко выраженную фазу

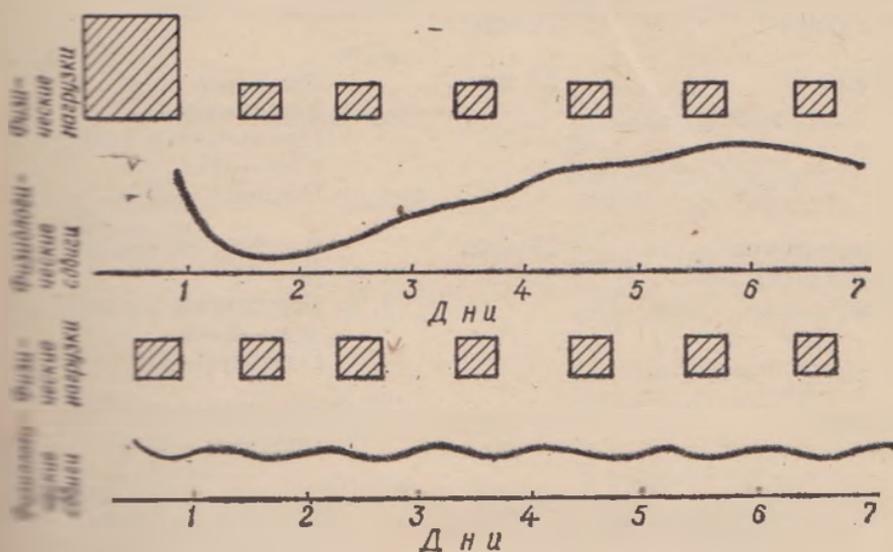


Рис. 1. Реакции организма на различные нагрузки.

восстановления (М. Я. Горкин, 1962—1972 гг., В. В. Вржесневский, 1964—1966 гг.; Л. Н. Матвеев, 1966). После большой нагрузки, как увидим дальше, характерно типичное протекание отдаленного восстановительного периода.

Здесь приводим иллюстрации тренировочных занятий с большой, средней и малой нагрузками для спортсменов полусредней весовой категории (табл. 3, 4, 5).

В лабораторных условиях большие нагрузки можно выполнять следующими видами работы: 1) езда на велосипеде до значительного снижения мощности производимой работы; 2) многократное до отказа подтягивание веса тела на перекладине. Многократное пробегание коротких отрезков дистанции (60 м).

Кроме лабораторных исследований основные наши исследования проводились над спортсменами в условиях тренировочных занятий и соревнований (борцов, штангистов, гимнастов, лыжников, легкоатлетов, игроков, пловцов) над лицами различной под-

Тренировочное занятие с большой нагрузкой по тяжелой атлетике

Содержание занятия	Время	Примечания
Разминка	10 мин.	
Жим	25 мин.	Вес равен 90—95% от максимального Повторений в одном подходе — два. Подходов — 6—7.
Тяга штанги нормальным хватом	25 мин.	Вес 90% от максимального Повторений в одном подходе—3—4 Подходов—8
Рывок	25 м н.	Повторений — 2 Подходов — 8
Жим лежа	20 мин.	Вес 90% от максимального Повторений — 3 Подходов — 6—7
Приседания	25 мин.	Повторений — 3 Подходов — 7—8
	Общее время—130 мин. Количество подходов—30 Количество подъёмов—100	

готовленности. Причем тренировка изучалась в условиях, в которых она обычно проводится, т. е. в «микроцикле» (МЦ).

В условиях спортивных занятий большие нагрузки у ватерполистов были обусловлены многодневными велогонками; у гимнастов — 4-часовыми тренировочными занятиями с количеством выполненных упражнений многоборья свыше 400; у штангистов — в более длительном тренировочном занятии, в котором общий вес поднятой за время занятий штанги в 2—3 раза превышал вес поднимаемой на обычных занятиях бегунов — марафонским бегом.

Таблица 4

Тренировочное занятие по тяжелой атлетике со средней нагрузкой

Содержание занятий	Время	Примечания
Разминка	10 мин.	
Бег	25 мин.	Количество подходов — 6—7
Тяга штанги нормальным хватом	25 мин.	Количество повторений—2 Количество подходов — 6—7 Количество повторений — 3—4
Рывок	25 мин.	Количество подходов — 6—7 Количество повторений—2
Жим лежа	25 мин.	Количество подходов — 7—8 Количество повторений—3
Приседания	25 мин.	Количество подходов — 7—8 Количество повторений—3
Общее время — 135 мин. Количество подходов — 30 Количество подъемов — 100		

Микроциклы тренировочных занятий входят в структуру годичного цикла — макроцикла (МК), в котором выделяются крупные звенья — мезоциклы (МЗ), микроциклы (Л. П. Матвеев, 1962, 1971, 1973).

Макроцикл тренировочного процесса состоит из нескольких (недельного, несколько большего или меньшего промежутка времени) тренировочных занятий с разнообразным объемом нагрузок, средствами и методами.

Среди многих факторов, влияющих на структуру МК, наиболее значительными, по-видимому, являются взаимодействие процессов утомления и восстановления и связанный с этим порядок чередования нагрузок и отдыха, биологическое колебание функциональности организма (Л. П. Матвеев, 1973).

Таблица 5

Тренировочное занятие по тяжелой атлетике с малой нагрузкой

Содержание занятия	Время	Примечания
Разминка	10 мин.	Вес 70—75% от максимального
Жим	25 мин.	Количество подходов — 6—7
Тяга штанги нормальным хватом	25 мин.	Количество повторений—2 Количество подходов — 6—7
Рывок	25 мин.	Количество повторений — 3—4 Количество подходов — 7—8
Жим лежа	25 мин.	Количество повторений—2 Количество подходов 7—8
Приседания	25 мин.	Количество повторений—3 Количество подходов — 7—8
		Количество повторений —3
	Общее время — 135 мин.	
	Количество подходов — 30	
	Количество подъемов — 100	

Микроцикл, таким образом, состоял из комбинаций тренировочных занятий (одного с большой нагрузкой и несколько со средними и малыми нагрузками) и длился от 3—4 дней до 7—10 дней. Например, в понедельник применялась большая нагрузка, во вторник — малая, в среду — средняя, в четверг — средняя, в пятницу — средняя, в субботу — малая, воскресенье — отдых.

Нашим сотрудником Ю. Похолоенчуком экспериментально (на животных) доказано, что восстановление при изолированном применении больших нагрузок наступает медленнее, чем в микроцикле тренировочного процесса.

Приведем некоторые более существенные факты, обнаруженные нами в результате проведенных исследований.

Двигательные проявления мышечной деятельности после упражнений, вызывающих большую нагрузку, претерпевали следующие изменения. У нетренированных спортсменов, не специализирующихся по велоспорту, при езде на велотрабе с максимальным темпом в 7-дневных промежутках между опытами количество оборотов педалей все время возрастает. При промежутках более коротких (2—4 дня) или более продолжительных (8 и более дней) количество оборотов педалей за время опытов обычно снижалось. Время призывания спортсменами 25 м сразу после больших нагрузок увеличивалось, а с третьего дня уменьшалось. Лучшее время испытуемые показали на 4—5-й день после большой нагрузки.

Подобную картину мы наблюдали у легкоатлетов в контрольных пробегах на 60 м в дни после больших нагрузок.

В опытах М. Я. Горкина и В. Д. Моногарова с подтягиванием работоспособность гимнаста падала через сутки на 12,5%, через 2 суток приходила к исходным величинам; фаза повышенной работоспособности была обнаружена спустя 4—5 дней после больших нагрузок.

Для иллюстрации приведем конкретные данные. Количество подтягиваний на перекладине: до тренировки — 24, после — 12, объем работы в экспериментальной тренировке, вызывающий большую нагрузку, следующий: количество повторений серии упражнений — 22, общее количество движений — 472, суммарная работа в кгм — 11 800. Восстановление работоспособности (в процентах): 1-й день — 87,5; 2-й день — 108; 3-й день — 108; 5-й день — 116,6; 6-й день — 112.

При исследовании других систем получены такие данные. Становая сила у спортсменов после тренировочных занятий с применением больших нагрузок снижается во второй день, на 3—4-й дни возрастала, а на 5-й день превышала исходную величину (Т. Г. Инсаров, рис. 2). Колебания силы были достаточно выразительными. После занятий со средней нагрузкой подобные сдвиги отсутствуют (рис. 3).

Устойчивость к статическим напряжениям мышц (рис. 4) после больших тренировочных нагрузок снижается в течение 1—2 дней. После этого исследу-

емый показатель восстанавливался и к четвертому дню превышал исходную величину (И. С. Кучеров). Реакция сердечно-сосудистой системы на стандартную работу (функциональная проба сердечно-сосудистой системы) претерпела сходные изменения: участился пульс и уве-

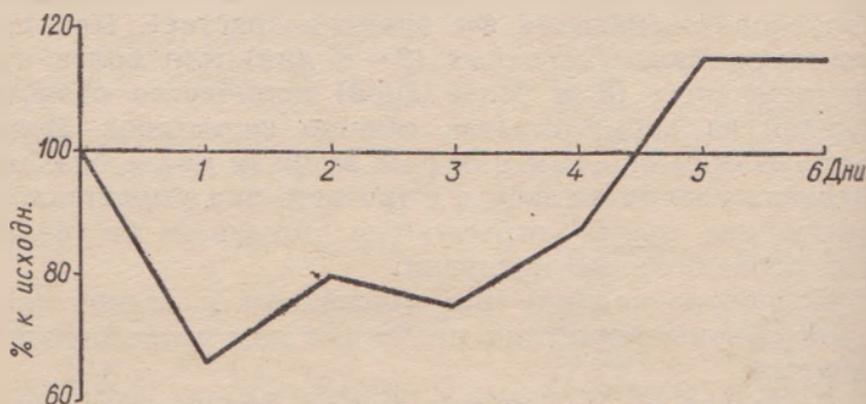


Рис. 2. Изменение становой силы при больших нагрузках.

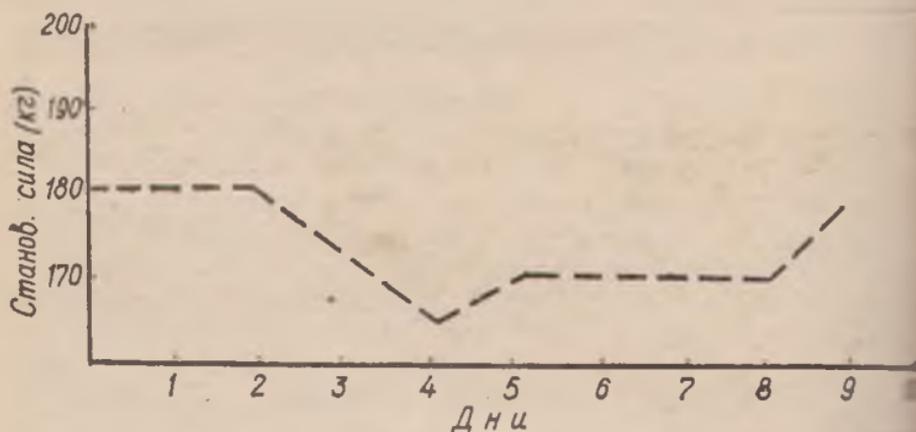


Рис. 3. Изменение становой силы при средних нагрузках.

личилась длительность восстановления, увеличилась высота артериального давления в первый и во второй дни после больших нагрузок, к третьему и четвертому дням наблюдалась обычная или даже улучшенная реакция на функциональную пробу. Аналогичные изменения обнаружены и по данным ортопробы («сидя — стоя», Н. Е. Тесленко).

По данным ЭКГ (О. В. Качоровская, 1963, 1964) сразу после больших физических нагрузок отмечается весьма напряженная деятельность сердца: значительное ускорение сердечных сокращений и увеличение систолического показателя; высокий зубец *P* во II и III отведениях, высокий, остроконечный, «гипоксиче-

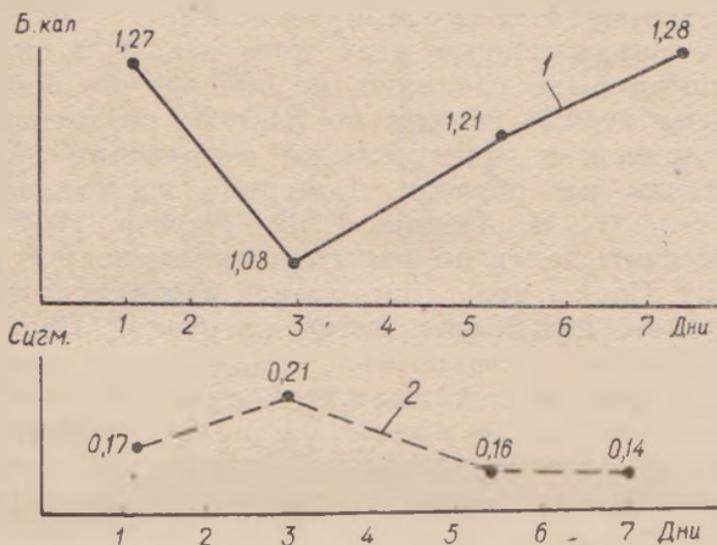


Рис. 4. Восстановление основного обмена и хронаксии после больших нагрузок.

ский» зубец *T*, при неблагоприятных реакциях, его снижение, сглаженность, двухфазность или даже инверсия в отдельных отведениях, чаще в правых грудных, а также снижение от изоэлектрической линии сегмента *S—T*. Указанные изменения еще отчетливо заметны через 4 часа после нагрузки. На 2—3-и сутки обычно наступает восстановление ЭКГ, а еще через 1—2 суток — улучшение всех ее показателей.

Параллельно описанным изменениям имели место и сдвиги в основном обмене испытуемых и в возбудимости их мышц (Т. Г. Иннокова). Сразу после нагрузки (на 2-й — 3-й день) основной обмен падал, а хронаксия повышалась, затем они возвращались к исходному уровню. К концу недельного цикла тренировки основной обмен несколько повышался, а хронаксия падала.

Данные, полученные с помощью оксигеметрической методики (Л. Я. Евгеньева, 1962), свидетельству-

ют, что сразу после нагрузки при пробе с задержкой дыхания длительность фазы АБ, характеризующая степень окислительных процессов, уменьшилась приблизительно наполовину, скорость кровотока увеличилась на 1—1,5 сек. Наблюдалось более глубокое падение процента HbO_2 (до 70) и замедление восстановления (вместо 30 сек. до 3 минут и более).

Время нормализации этих показателей в разных видах спорта было различно, но она обычно наступала на день позже, нежели по данным сердечно-сосудистой системы и максимальной вентиляции легких.

Подобным же образом протекало восстановление состава тела (К. П. Ханина, Р. В. Чаговец, 1962), который рассчитывался по формуле, предложенной Раде *« Pathbur. Состав тела спортсменов заметно изменялся в связи с большей физической нагрузкой. После подобной нагрузки уменьшалось количество обезжиренной массы тела и, как правило, количество запасного жира. Восстановление носило фазовый характер: содержание жира и обезжиренной массы претерпевало некоторое падение, подъем и уравнивание. Суперкомплексация после нагрузки не всегда выражена в данном случае, но обычно это было связано с режимом и состоянием здоровья.*

Биохимические исследования (Е. М. Кожухарь) показали, что избыток сахара и липидов (после больших нагрузок) в крови испытуемых приходил к норме за 3—4 дня.

Латентное время напряжения (ЛВН) и латентное время расслабления (ЛВР) двуглавой мышцы плеча определялось по В. А. Федорову. Сразу после нагрузки наблюдалось значительное увеличение латентного времени расслабления при небольших изменениях латентного времени напряжения. Спустя 24 часа после экспериментальной тренировки ЛВН восстанавливалось, ЛВР не достигало исходных величин. Нормализация длительности ЛВР у большинства испытуемых наступила спустя 48 часов после тренировки (рис. 5). В восстановлении этих процессов имеет место, как и в восстановлении других функций, гетерохронизм. Эти сроки могут варьировать в зависимости от состояния здоровья, степени тренированности, характера и адекватности нагрузки.

Исследования крови у спортсменов (О. В. Качоровская, С. А. Генина, А. Н. Лапутин, 1964) после применения в тренировках больших нагрузок также продемонстрировали фазовый характер изменения состава периферической крови, который сводился, при наличии некоторых индивидуальных отклонений, к следующему: сразу после большой нагрузки возникла фаза мышечного лейкоцитоза, через 2—2,5 часа лейкоцитоз увеличился (10 000—15 000 в 1 мм^3 крови); через сутки количество лейкоцитов возвращалось к исходному уровню, но без формализации формулы крови; на 3—4-е сутки обнаруживалась лейкопения со сдвигом лейкоцитарной формулы вправо; на 5—7-й день наступало полное восстановление морфологического состава периферической крови.

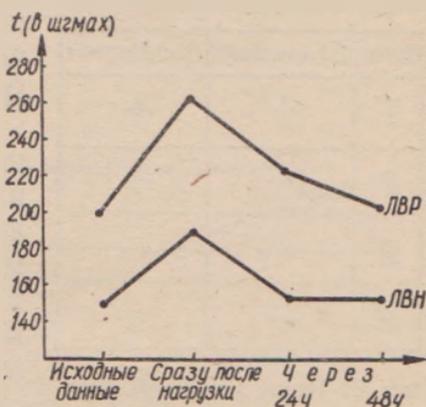


Рис. 5. Изменение ЛВР и ЛВН после больших физических нагрузок.

Однородности в оценках данных ближайшего и отдаленного восстановительных периодов, как показали специальные исследования, не всегда имеются. Это положение можно проиллюстрировать на группе велосипедистов, выполнивших на многодневных соревнованиях очень большую нагрузку. По изменениям ЭКГ сразу после нагрузок и в отдаленном восстановительном периоде велогонщики были разделены на 4 группы.

В первой группе испытуемые обнаруживают нормальные показатели ЭКГ на всех этапах восстановительного периода.

Во второй группе реакция организма непосредственно после нагрузки неблагоприятная, на ЭКГ обнаруживаются признаки острого перенапряжения миокарда. Через 4 часа после финиша ЭКГ или остается неблагоприятной или чаще всего улучшается и, наконец, в отдаленном восстановительном периоде становится нормальной (через 5 дней).

В третьей группе реакция сразу после гонки была в общем благоприятной, но уже через 4 часа данные ЭКГ ухудшились и продолжали ухудшаться в течение 3 суток, после чего несколько улучшились, но оставались явно неблагоприятными. В четвертой группе показатели ЭКГ на всех этапах были неблагоприятными (рис. 6).

Группы	В ближайшем	В отдаленном
I	+	+
II	-	+
III	+	-
IV	-	-

Рис. 6. Типы реакций сердца на большие физические нагрузки по данным ЭКГ (+ — благоприятная реакция, — — неблагоприятная).

Не все функциональные показатели деятельности организма претерпевали после больших нагрузок указанные изменения. Так, частота пульса и артериальное давление в покое оставались во время наших исследований довольно стабильными, что, очевидно, можно объяснить компенсаторными способностями организма.

Полученные нами данные были соответствующим образом обработаны и в большинстве случаев оказались статистически достоверными, за исключением температуры мышц, что, возможно, объясняется условиями исследования.

Оказалось, как мы уже указывали, что малые нагрузки в отдаленном восстановительном периоде не проявляются вовсе: при средних нагрузках изменения функции различных систем организма в последующие после нагрузки дни слабо или совершенно не выражены. После больших нагрузок в течение нескольких суток наблюдаются фазные и существенные изменения в деятельности органов и систем организма смена.

Фазные изменения проявляются последовательно:

1. Ухудшение функционального состояния.
2. Возвращение его к исходному уровню.
3. Улучшение функционального состояния организма.

Характер фазных изменений по показателям деятельности разных систем и органов, в основном, сходен, но величина этих изменений и скорость течения восстановления зависят от особенностей.

сущих системе, и от степени участия ее в выполнении той или иной мышечной деятельности и характера упражнений.

Удлинение времени фазового колебания функции и повышение величин этих колебаний свидетельствуют о чрезмерной нагрузке в тренировках, о слишком ран-

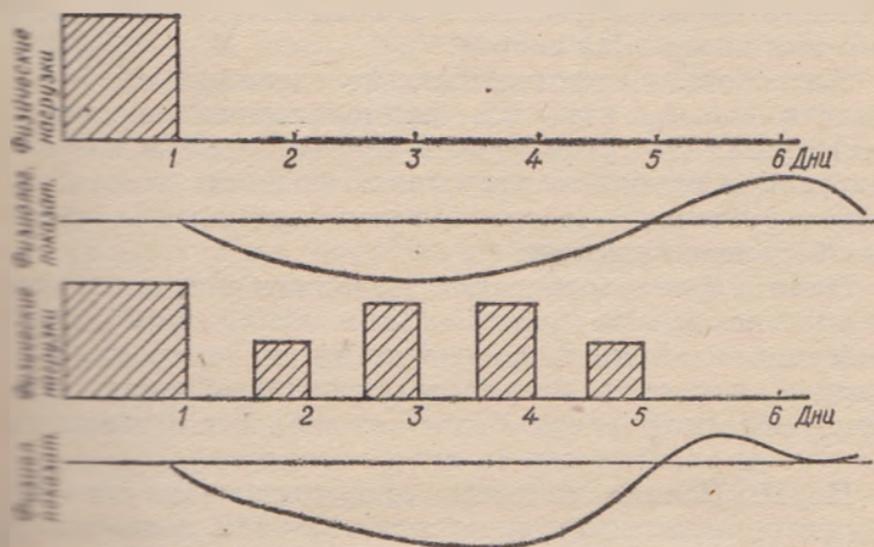


Рис. 7. Изменение физиологических показателей организма в зависимости от физической нагрузки в микроцикле тренировочного процесса.

не повторении большой нагрузки, а также об общем неблагоприятном или болезненном состоянии организма спортсмена. У хорошо тренированных спортсменов восстановительный период протекает более быстро и более синхронно по разным показателям.

Критерием эффективности применения больших физиологических нагрузок в микроцикле тренировочного процесса является то, что повышение работоспособности достигается при повторном применении больших нагрузок в фазе улучшенного функционального состояния. В остальные дни микроцикла обязательно применяются тренировочных занятий со средними и малыми нагрузками (рис. 7). Применение же больших нагрузок в других фазах, особенно в фазе ухудшенного функционального состояния, снижает тренированность

спортсмена и ведет к ухудшению функциональных способностей.

После соревнований, которые в большинстве случаев дают большую нагрузку, характер восстановительного периода остается таким же, как и после больших нагрузок в тренировках, но в количественном отношении весьма вариационен и зависит от особенностей того или иного вида спорта.

На основании проведенных исследований мы можем сделать вывод, что для рационального построения «микроциклов» тренировок с использованием больших нагрузок необходимо учитывать фазность восстановительного периода, частоту и время применения повторных больших нагрузок.

Понять физиологический механизм восстановления можно, исходя из основных положений кибернетики, а именно из принципов регуляции и контроля. Надо указать, что сами регуляторы приспособления, принципы обратной связи были отмечены в физиологии задолго до возникновения кибернетики.

И. П. Павлов впервые сформулировал основной принцип целостности приспособительной деятельности организма — принцип саморегуляции. В статье «От физиолога психологам» (1932 г.) И. П. Павлов писал: «Человек есть, конечно, система (грубее говоря — машина), как и всякая другая в природе, подчиняющаяся неизбежным и единым для всей природы законам. Но система, в горизонте нашего современного научного видения, единственная по высочайшему саморегулированию, ... система, в высочайшей степени саморегулирующаяся, сама по себе поддерживающаяся, восстанавливающаяся, поправляющая и даже совершающая»¹.

«Рефлекторное кольцо» А. Ф. Самойлова, Н. А. Эрнштейна — наглядная характеристика понятия обратной связи. А по образному выражению Норберта Винера «обратная связь — это посох слепого». Этот посох незаменим в авторегуляции человеческого организма.

¹ И. П. Павлов. Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности поведения животных. М., стр. 361, 364.

Механизм восстановления наиболее понятен, если исходить из теории функциональной системы, обоснованной акад. П. К. Анохиным.

Процессы авторегуляции имеют замкнутую циклическую связь. Управление системой достигается благодаря наличию информации о величине расхождения между оптимальным состоянием системы в покое, при работе или после работы. Сигнал «рассогласования» — отклонения, организует управление таким образом, чтобы организм возвратился в свое прежнее состояние. Под саморегуляцией физиологических функций П. К. Анохин понимает процесс автоматического поддержания какого-либо жизненно важного фактора организма на постоянном уровне. Всякое отклонение от константного уровня какого-либо жизненного фактора служит толчком к немедленной мобилизации аппаратов, вновь восстанавливающих этот постоянный уровень. Автоматическая регуляция функций происходит при помощи «замкнутого контура» обратной связью.

В отличие от регуляции, происходящей на основе рефлекторной дуги, саморегуляция подразумевает также и всего обратное воздействие на систему со стороны эффекторных аппаратов системы. Функциональная система, обуславливающая процесс саморегуляции, состоит из рецепторов, центральных и периферических образований, обладающих избирательной чувствительностью и вызывающих определенный приспособительный эффект в организме.

Отклонения от констант организма являются причиной процессов восстановления, обуславливают незначительные изменения деятельности различных функциональных систем.

Аккумулятор, точно определяющим уровень конечного приспособления, служит рецепторное образование, которое до специфике и порогу возбуждения строно соответствует эффекту оптимального протекания данной функции. Исключительная чувствительность рецептора дает им возможность поддерживать постоянный уровень соответствующей константы орга-

Возрастающее возбуждение рецепторов (информация) вызывает посылку афферентной импульсации

на периферию, которая в конечном итоге приводит данный процесс к должному уровню (обратная связь).

Константы организма все время смещаются, но степень их допустимого смещения различна. В одних случаях допустимый предел их колебания для нормального существования организма ничтожен (жесткие константы). В других случаях колебания возможны в довольно широких пределах (пластичные константы). К первым можно отнести концентрацию сахара в крови, величину осмотического давления, реакцию крови. Ко вторым — кровяное давление, дыхание и т. д.

В результате непрерывно изменяющегося обмена веществ аппараты саморегуляции обеспечивают возвращение систем организма к динамическому исходному уровню.

Широко известно выражение К. Бернара: «Постоянство внутренней среды организма есть условие его свободной жизни». Со взглядами К. Бернара совпадает «Учение о гомеостазисе» У. Кеннона.

В действительности же внутренняя среда все время изменяется и не может быть постоянной. Имеем место динамическое постоянство, которое определяется процессом восстановления, протекающим по принципам саморегуляции. Любое отклонение того или иного показателя от уровня, обеспечивающего постоянство жизнедеятельность организма, немедленно вызывает комплекс процессов, направленных на восстановление относительного постоянства функциональных систем. Организм обеспечивает полезный и нужный для данного момента приспособительный эффект.

Наиболее важные приспособительные эффекты организма связаны в первую очередь с важнейшей жизненной функцией поддержания определенных параметров внутренней среды на определенном уровне. Многочисленные органы и системы организма не участвуют непосредственно в обмене веществ, но тем не менее иным образом способствуют его обеспечению.

Главным свойством рецепторов внутренней среды является их специфичность.

Степень отклонения функции от константного уровня вызывает соответствующее возбуждение рецепторов и афферентацию в центральную нервную систему.

результатах совершенного действия в специальные центральные аппараты саморегуляции.

Как указывалось выше, каждая функциональная система, удерживающая тот или иной константный уровень в организме, состоит из специальных центральных или периферических аппаратов.

Специальные нервные центры функциональной системы располагаются на различных уровнях центральной нервной системы.

Каждая функциональная система является циклически замкнутой организацией. Всякие отклонения от жизненно необходимых и оптимальных для организма констант немедленно воспринимаются рецепторным аппаратом и посредством нервных и гуморальных сигнализаций избирательно мобилизуют специальные нервные аппараты. Последние через исполнительные приборы возвращают деятельность той или иной системы к нормальному уровню. Все это протекает непрерывно, с постоянным информированием центра об успехе достижения специального приспособительного эффекта. Внутри каждой функциональной системы имеется возможность чрезвычайной взаимозаменяемости, взаимокompенсации их эффекторных механизмов.

Эффекторные аппараты функциональных систем менее специфичны и могут обслуживать различные функциональные системы.

Гетерохронность, длительность и характер ближайшего и особенно отдаленного восстановительного периода зависит от различной инертности реагирующих на нагрузку систем (К. М. Быков). Инерция эффектов и его связь с другими функциями определяет время перехода его из состояния покоя в состояние деятельности. «Инерцию» нужно понимать не только как разновременность вхождения органов и систем в работу, но и как разновременное восстановление. Так же весьма продолжительны изменения эндокринных желез после значительной мышечной деятельности.

Длительность отдаленного восстановительного периода в значительной степени зависит от функции надпочечников.

К сожалению, в сложнейшей проблеме восстановления организма есть еще много дискуссионных и нерешенных вопросов. Теория «истощения и восста-

новления» Ю. В. Фольборта, теория саморегуляции, разработанная П. К. Анохиным, указывают на основные моменты восстановления. Для понимания проблемы в целом определенное место должны занять и другие достижения современной физиологии, например, исследования роли вегетативной нервной системы (Л. А. Орбели, В. Кеннон, С. Гельгорн), гипофиза, надпочечных взаимоотношений (Г. Селье).

Проблема восстановления, таким образом, имеет большое значение для вопросов спортивной тренировки и, в частности, для понимания вопроса регулирования больших физических нагрузок. Правильный учет восстановительного периода будет способствовать повышению спортивных результатов и сохранению здоровья спортсменов.

Глава II

ВЛИЯНИЕ СПОРТИВНОЙ ТРЕНИРОВКИ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ

Спортивная тренировка вызывает определенные изменения в сердечно-сосудистой системе. Эти изменения обусловлены повышенными требованиями к аппарату кровообращения во время мышечной деятельности. Соответственно нагрузкам совершенствуются адаптационные механизмы, повышающие функциональные и резервные возможности сердца.

Сила сокращения сердца варьируется в зависимости от требований, предъявляемых к нему организмом. Например, при физических нагрузках сила сердечных сокращений значительно увеличивается. Способность сердечно-сосудистой системы изменять свою деятельность, приспособляясь к запросам организма, определяет ее резервные силы. Чем больше резервная сила сердца, тем быстрее оно приспособляется к большим физическим нагрузкам.

Сердце при работе затрачивает определенную энергию, которую оно получает в результате обмена макроэргическими фосфорсодержащих веществ. Восстановление затраченной энергии происходит за счет энергии, выделяющейся при расщеплении углеводов. Анаэробные процессы в сердечной мышце протекают как в аэробных, так и в анаэробных условиях.

При длительных физических нагрузках функциональные изменения в сердце бывают настолько значительны, что трудно провести четкую грань между его физиологической и патологической реакцией весьма затруднительно. Очень несомненно, что кумулятивный эффект нагрузок с большими нагрузками, реакция на нагрузку и длительность восстановительного периода могут быть одинаковыми для всех спортсменов. При этом имеют место типичные кумулятивные изменения и взаимосвязанные реакции, свойственные оп-

ределенным группам спортсменов. Важно иметь лон характеристик различных реакций: какой на быть типичная реакция сердца на большую нагрузку у здоровых и хорошо тренированных спортсменов, какой она будет у недостаточно подготовленных в ной нагрузке спортсменов, какой — у спортсменов патологическими изменениями в сердечной мышце. Наконец, какие физиологические сдвиги происходят в сердце в результате длительных занятий спортом. Знать эти реакции и уметь оценивать их необходимо как спортивному врачу, так и тренеру.

При решении вопроса о степени подготовленности спортсмена к тренировкам с большими нагрузками к участию в соревнованиях, необходимо определить состояние сердечно-сосудистой системы при мышечном покое (фоновое исследование) и характер реакции на нагрузку. С этой целью широко применяются различные стандартные нагрузки в лабораторных условиях в виде функциональных проб сердечно-сосудистой системы. Но, поскольку последние не всегда достаточны для определения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, необходимо еще исследовать в естественных условиях спортивной деятельности.

Существует много методик, посредством которых определяется степень влияния систематической тренировки физическими упражнениями на сердечно-сосудистую систему и ее реакцию на нагрузку. Наиболее хорошо изученными и доступными являются измерения частоты сердечных сокращений, уровня артериального давления и электрокардиография. Последняя получила большое распространение в спортивной медицине. Ею широко пользуются для оценки состояния сердечно-сосудистой системы.

Рассматривая вопрос о влиянии больших физических нагрузок на сердце и оценивая реакции на них, мы остановимся, главным образом, на исследовании ЭКГ у спортсменов. ЭКГ хотя и широко применяется, но ее большие функционально-диагностические возможности далеко не исчерпаны и не полностью используются спортивными врачами и тренерами.

Возникает вопрос: какими критериями следует пользоваться для определения влияния нагрузки на сердце и как часто, с какими интервалами определять

Таблица 6

Изменение вольтажа зубца *P* (в *мВ*) сразу после больших физических нагрузок (средние, статистически достоверные данные)

Показатели	Исходные данные	Сразу после большой нагрузки
P_1	1,55	0,95
P_{II}	1,87	2,75
P_{III}	1,00	2,40
Суммарный вольтаж зубца <i>P</i> по III стандартным отведениям	4,02	6,10

применять большие нагрузки, чтобы не повредить здоровью и добиться максимального повышения спортивной работоспособности.

С. П. Летунов (1962)

показывает, что при оценке воздействия больших нагрузок можно пользоваться следующими критериями: а) интенсивности функциональных изменений непосредственно физических упражнений; б) качественными

показателями реагирования на нагрузку; в) длительностью восстановительного периода.

К этому можно добавить: по тем качественным изменениям в сердечно-сосудистой системе, которые возникают в отдаленном периоде восстановления и в результате длительного кумулятивного воздействия спортивной тренировки.

Изменение элементов электрокардиограммы у спортсменов в норме и при патологии.

Систематическая спортивная подготовка повышает тонус вегетативных нервов, в связи с чем вольтаж зубца *P* несколько ниже нормы (Н. Mellero, 1950; С. П. Летунов, 1950—1957; Л. А. Бутченков, 1950, и др.). В положении стоя, по сравнению с лежа, вольтаж зубца *P* во II, III и усиленном отведениях повышается, но зубец P_1 не повышается. В III отведении зубец *P* в норме может быть зазубренным или расщепленным, но не двуфазным.

После больших физических нагрузок происходят следующие изменения.

После больших нагрузок высокими становятся зубец P_{II} и P_{III} при нагрузивании.

Изменяется *QRS*. Вольтаж и форма зубцов *QRS* зависят от положения электрической оси сердца и от состояния сердечной мышцы. При заболе-

вании миокарда нарушаются процессы метаболизма, снижается электрическая активность сердца и снижается вольтаж зубцов комплекса *QRS*.

Если вольтаж комплекса *QRS* у спортсменов на одном из стандартных отведений не превышает 0,5 мВ, то его следует считать сниженным. Увеличение вольтажа комплекса *QRS* во всех отведениях может быть у здоровых лиц с тонкой грудной стенкой.

У большинства спортсменов он характеризуется высоким зубцом *R*, что объясняется гипертрофией миокарда желудочков и его высокой электрической активностью. Особенно высокий зубец *R* наблюдается в отведении V_4, V_5, V_6 . Однако встречаются и низковольтные ЭКГ, которые могут быть экстракардиального происхождения (массивные грудные мышцы, смещение верхушки сердца кзади и т. п.) и кардиального характера, например, при диффузно-дистрофических изменениях миокарда.

Зубец *Q*. В норме он может отсутствовать. В правых (V_1, V_2, V_3) отведениях отсутствует полностью. Глубокий зубец *Q* свидетельствует о патологии сердечной мышцы. Наличие такого зубца наблюдается у спортсменов вследствие рубцовых изменений миокарда, особенно если ранее зубец *Q* был нормальным.

Зубец *R* — это самый высокий зубец ЭКГ. Высота его не должна превышать 0,22 мВ и не быть больше 5 мВ. Если $R_I + R_{II} + R_{III}$ меньше 15 мВ, то это указывает на низкий вольтаж, на уменьшенную движущую силу сердца, что бывает при ожирении и при патологических изменениях миокарда. Зубец *R* в отведении VI и в норме небольшой или отсутствует. Ширина зубца *R* не должна превышать 0,02 сек. Зазубрение и зазубренность зубца R_I или R_{II} отведения у основания его восходящего колена или на его нижней половине нисходящего колена могут встречаться в норме.

Однако, если имеется утолщение и зазубренность восходящего колена, особенно на его вершине, это является патологическим признаком.

Зубец *S*. В норме в стандартных отведениях у спортсменов зубец *S* может отсутствовать. Нормальные размеры в норме зубец *S* имеет в грудных отведениях.

$V_1 - V_2$, а затем постепенно уменьшается и в отведении $V_3 - V_6$ исчезает.

Зубец T — соответствует конечной части желудочкового комплекса и отражает процесс реполяризации выхода миокарда желудочков из фазы возбуждения. Величине и форме этого зубца придается большое функционально-диагностическое значение.

У здоровых спортсменов зубец T в III отведении может быть изоэлектричным, зазубренным или отрицательным. Но, если он сочетается с отрицательным зубцом T на вдохе и в отведениях II и aVF, то его следует расценивать как признак патологии.

Отрицательный или изоэлектрический зубец T в отведении aVL при вертикальной электрической позиции сердца. Вольтаж зубца T в стандартных отведениях должен быть не менее 2 мм. Увеличение вольтажа зубца T происходит при увеличении электрической силы желудочков у спортсменов при физиологической гипертрофии, при повышении возбуждающих нервов. В грудных отведениях зубец T возрастает по направлению от правого $V_1 - V_2$ к левым позициям сердца ($V_5 - V_6$). В отведении V_4 , а затем снижается в отведениях $V_5 - V_6$. У спортсменов часто бывает отрицательный зубец T_{V_1} , что связано с гипертрофией правого желудочка (З. Л. Долобчан, 1963).

Вероятным признаком, свидетельствующим о гипертрофии миокарда, является равнобедренный с зазубренной верхушкой зубец T . Такой зубец обычно регистрируется у спортсменов после больших физических нагрузок. Превращение изоэлектрического, зазубренного, двухфазного или отрицательного зубца T в равнобедренный с зазубренной верхушкой свидетельствует об ухудшении в миокарде процесса реполяризации, об уменьшении электродвижущей силы, что наблюдается при перенапряжении миокарда, при некрозах миокарда и других патологических изменениях в сердечной мышце.

Под влиянием тренировочного воздействия в сердечной мышце повышается электрическая активность, усиливается тонус блуждающих нервов. Это сказывается на вольтаже зубца T . По средним данным вольтажа зубца T у спортсменов с большинством авторов

Авторы	Контингенты		
		I	II
В. В. Булычев (1962)	Неспортсмены	3,0	3,5
	Спортсмены	3,84	4,5
О. В. Качоровская (1969)	Спортсмены	3,99	4,7

находило у спортсменов более высокий вольтаж этого зубца во всех (кроме III) отведениях (Н. Mellerowicz, 1956—1959; С. П. Летунов, 1957; В. В. Булычев, 1962; Л. А. Бутченко, 1963; О. В. Качоровская, 1969 и др.).

В табл. 7 приводятся средние данные вольтажа зубца T в 12 отведениях, у неспортсменов и у спортсменов, по данным В. В. Булычева, а также нашим данным.

Однако функционально-диагностическая оценка ЭКГ по форме и вольтажу зубца T возможна только с учетом проекций и соотношений с комплексом QRS , положения электрической оси сердца и его электрической позиции. Например, у спортсменов нередко встречается изоэлектрический, двухфазный или отрицательный зубец T при отклонении электрической оси сердца вправо и смещении верхушки сердца кпереди, что может быть позиционным характером и должен оцениваться как вариант нормы (Л. А. Бутченко, 1968). Однако он может свидетельствовать и о патологии сердечной мышцы, если есть и другие изменения ЭКГ.

Отрицательный зубец Ta VF при горизонтальной электрической позиции сердца в сочетании с комплексом QRS типа rS является вариантом нормы (М. Б. Тартаковский, 1958).

Из этих примеров видно, как важно при трактовке ЭКГ учитывать положение электрической оси и электрической позиции сердца.

У спортсменов наиболее часто наблюдается вертикальное (42,59%) и нормальное (37,17%) положение электрической оси сердца, реже горизонтальное (12,56%), еще реже отклонение вправо (6,19%) и совсем редко (1,49%) отклонение электрической оси сердца влево (О. В. Качоровская, 1969).

Таблица 7

Отклоняющихся спортом здоровых людей

Отведения (в мм)

	aVR	aV α	aVF	1	2	3	4	5	6
100	2,22	1,64	2,16	0,5	5,22	5,58	5,64	4,74	3,8
100	3,37	1,97	2,59	1,29	10,2	10,3	9,8	8,17	6,39
100	3,75	1,84	2,09	0,796	7,87	7,96	7,71	6,60	4,48

При перемене положения тела электрическая ось почти всегда отклоняется вправо (44,23%) или влево (42,0%), без изменений она остается у немногих (13,77%). Интересно, что у спортсменов при вертикальном положении электрической оси сердца и при отклонении вправо при переходе в положение стоя L_{α} отклоняется влево, и наоборот при горизонтальном положении электрической оси сердца и при отклонении влево в положении стоя L_{α} отклоняется вправо. Создается впечатление, что при переходе в положение стоя происходит как бы некоторое выравнивание положения электрической оси сердца.

У большинства здоровых спортсменов степень отклонения угла α вправо и влево происходит в пределах

по данным, после физических нагрузок электрическая ось сердца у здоровых спортсменов в большинстве случаев отклоняется вправо, в пределах от 4 до 25°. У спортсменов с перенапряжением сердца отклонение вправо происходит только в 78% случаев, в остальных пределах (за небольшим исключением), но отклонения вправо более 25°, влево более 2° встречается редко.

Векторная графия — это метод, посредством которого устанавливается взаимоотношение моментных электрических осей сердца, возникающих в процессе возбуждения отдельных мышечных волокон сердца с направлением интегрального вектора систолического кровотока. Векторная графия дает количественную оценку о положении электрической оси сердца.

Векторная графия функционально-диагностическое исследование, позволяющее различить интегрального вектора ком-

плекса QRS и зубца T , т. е. начальной и конечной части желудочкового комплекса.

Направление электрической оси сердца зависит только от положения сердца в грудной клетке, но и от состояния внутрижелудочковой проводимости и наличия (или отсутствия) гипертрофии одного из желудочков сердца и состояния миокарда.

Поэтому очень важно сопоставить аксонометрические данные деполяризации — т. е. начальной части и конечной части (реполяризации) желудочкового комплекса. Это необходимо делать в тех случаях, когда определяют влияние различных факторов на сердце (физическая нагрузка, изменение положения тела, эмоции и др.). Аксонометрический анализ угла разницы комплекса QRS (\hat{R}) и зубца T (\hat{T}) позволяет определять, за счет чего произошли изменения вследствие ли изменения положения сердца в грудной клетке или за счет изменений метаболизма миокарда. Выяснить, выходят ли эти изменения за пределы физиологических колебаний или нет, а также получить количественную информацию об этих сдвигах.

Если отклонение электрической оси сердца и сдвиги T происходят в одном направлении — конкордантно, то изменения в ЭКГ связаны с изменением положения сердца в грудной клетке, т. е. не кардиальным фактором; если дискордантно (в противоположном направлении), то эти сдвиги вызваны кардиальными факторами — изменением состояния метаболизма, или какими-либо другими патологическими изменениями в сердечной мышце. При этом важно учитывать степень расхождения электрических осей комплекса QRS и зубца T ($\hat{R} - \hat{T}$). В определенных пределах угол расхождения электрических осей комплекса QRS и зубца T является физиологически нормальным, а выше или ниже этих границ — патологическим.

По данным А. В. Гольцмана, А. А. Сидорова, В. А. Тышлера, В. Н. Морозова и др. в норме у спортсменов и неспортсменов показатель $\hat{R} - \hat{T}$ находится в пределах от 0 до $+45^\circ$, по данным Ф. С. Шендеровича, 1957; В. В. Булычева, 1962; Л. А. Бутенко, 1962; О. В. Качоровской, 1969 — в пределах от 0 до $+45^\circ$.

Аксометрический анализ угловой разницы начальной и конечной частей желудочкового комплекса ($R - T$) показал, что положение электрической оси здорового сердца даже при физической нагрузке не должно заметно изменять угловое расстояние между начальной и конечной частями желудочкового комплекса. Для же изменения происходят в одном и том же направлении без выхода за пределы физиологических колебаний. При ишемии, гипоксии, дистрофических, воспалительных и других патологических процессах миокарда, а также при волнениях, гипертрофии, при расширении полостей сердца и повышении внутрисердечного давления нарушаются процессы деполяризации и реполяризации, что сказывается на комплексе $R - T$.

В случае преимущественного поражения правого желудочка R отклоняется вправо, а T влево; при преимущественном поражении левого желудочка R отклоняется влево, а вектор \hat{T} вправо.

При ортостатической пробе (по нашим данным) преимущественно у одной трети спортсменов происходит конкордантное отклонение электрических осей сердца вправо T , в остальных случаях — дискордантное. Это приводит к тому, что даже у спортсменов весьма часто происходит ортостатическое ухудшение кровоснабжения сердечной мышцы.

У спортсменов с большими физическими нагрузками у здоровых спортсменов только в 51% случаев происходит конкордантное конкордантное отклонение векторов R и T , в остальных случаях — дискордантное. У спортсменов с гипертрофией миокарда лишь в одной трети конкордантно изменились векторы \hat{R} и \hat{T} .

Появление у спортсменов дискордантных отклонений векторов $R - T$ свидетельствует о том, что нагрузки с большими нагрузками вызывают нарушения обмена веществ в сердце постоянного характера (гипертрофия миокарда, расширение полостей сердца вследствие увеличения ударного объема), кроме того, во время нагрузки возникает гипоксия миокарда. В период

соревнований значительное влияние на показатель \hat{R} — T оказывают предстартовые эмоции.

Большие физические нагрузки могут вызывать как благоприятные, так и неблагоприятные изменения показателей R и T и их угловой разницы.

В качестве иллюстрации значения для функционально-диагностической оценки векторного анализа комплекса QRS и зубца T у спортсменов приведем несколько примеров.

Пример благоприятной реакции на большую нагрузку.

Таблица 9

Векторы	Накануне соревнования	На финише	Восстановительный период				
			4 часа	Сутки			
				1	2	3	4
\hat{R}	+53	+75	+69	+46	+62	+64	+60
\hat{T}	+44	+58	+48	+41	+41	+41	+41
$\hat{R}-\hat{T}$	+9	+17	+21	+5	+21	+28	+19
Артериальное давление	108/75	180/55	130/80	105/68	115/75	105/70	110,60

На финише произошло конкордантное отклонение электрических осей \hat{R} и \hat{T} вправо. Показатель $\hat{R}-\hat{T}$ немного увеличился, но не вышел за пределы логических колебаний. Восстановительный период протекал нормально.

Следующий пример иллюстрирует весьма неблагоприятную реакцию на большую нагрузку, но благоприятно протекающий восстановительный период (табл. 9).

В данном случае, несмотря на весьма неблагоприятную реакцию на нагрузку, в восстановительном периоде ЭКГ нормализовалась. Данные векторов не различались со всеми другими показателями ЭКГ.

Нужно иметь в виду, что предстартовые эмоции могут оказывать значительное воздействие на ЭКГ, иногда даже сильнее, чем большая соревновательная нагрузка.

Векторы	Накануне соревнования	После нагрузки	Через 4 часа	Восстановительный период (сутки)		
				1	2	3
\hat{R}	+67°	+80°	+69°	+60°	+62°	+67°
\hat{T}	+51°	-72°	+60°	+50°	+45°	+47°
$\hat{R} - \hat{T}$	+16°	+152°	+9°	+10°	+17°	+20°

нагрузка, Это видно на примере велогонщика К. 22 лет, 1-го спортивного разряда. ЭКГ записана до и после велосипедной гонки на 100 км (табл. 10).

Из таблицы видно, что на старте произошло значительное расхождение векторов и показатель $\hat{R} - \hat{T}$ стал очень высоким, на ЭКГ зубец T во II, III, aVF отведениях стал отрицательным, сегмент $S - T$ опустился на 1 мм ниже изолинии. На финише расхождение векторов намного уменьшилось, зубец T_{II} и T_{III} стал положительным — ЭКГ значительно улучшилось.

Таким образом, векторный анализ показал, что под влиянием физической нагрузки ликвидируются неблагоприятные воздействия эмоций на сердце.

Из этих примеров видно, что аксонометрический анализ векторов комплекса QRS и зубца T , а также измерения их угловой разницы по стандартным отведениям, позволяют получить ценные функционально-физиологические данные о состоянии всей ЭКГ.

Следует иметь в виду, что эти показатели больше отражают диффузные изменения миокарда, в отличие от очаговых, которые встречаются только в отдельных отведениях от груди. Они существенны и отражаются на показателях $\hat{R} - \hat{T}$ и составляющих их компонентах.

Таблица 10

Изменения векторов \hat{R} , \hat{T} и $\hat{R} - \hat{T}$ у спортсмена К. на старте и на финише

Время записи ЭКГ	\hat{R}	\hat{T}	$\hat{R} - \hat{T}$
За 4 часа до соревнования	+69°	+71°	-2°
Старт	+92°	-30°	+122°
Финиш	+90°	0	+90°

Правильная оценка векторного анализа ЭКГ возможна только при сопоставлении с другими компонентами ЭКГ как в стандартных, так и в усиленных ведениях от конечностей и груди.

При оценке ЭКГ по показателю $\hat{R} - \hat{T}$ необходимо учитывать изменение как по вектору комплекса $Q - R - S$, так и по вектору зубца T , т. е. выяснить, за счет какого из показателей произошли изменения, как изменились их взаимоотношения, степень выраженности и т. п. Кроме того, следует учитывать не только непосредственную реакцию на нагрузку в ближайшем периоде восстановления, но и в отдаленном периоде становления.

Оценка реакции по показателю $\hat{R} - \hat{T}$ должна вестись с учетом изменений других показателей ЭКГ, также самочувствия и общего состояния организма спортсмена.

Электрическая позиция сердца

Электрическая позиция — это положение сердца в грудной клетке, определяемое по ЭКГ.

Как известно, сердце в грудной клетке может изменять свое положение в связи с поворотом его в трех анатомических плоскостей: 1) продольной, 2) сагиттальной и 3) горизонтальной.

Нужно иметь в виду, что на положение сердца следовательно, на его электрическую позицию оказывают влияние различные факторы как некардиальные, так и кардиального характера. К некардиальным факторам относятся: возраст, метеоризм, беременность, строение тела и др. Например, при гиперстенном типе сердце имеет более горизонтальную электрическую позицию, при гипостеническом, наоборот, вертикальную электрическую позицию по сравнению с нормостеническим типом.

К кардиальным факторам относится гипертрофия сердечной мышцы. Например, при гипертрофии левого желудочка электрическая позиция сердца принимает полугоризонтальное или горизонтальное положение, при гипертрофии правого желудочка — полувер-

или вертикальное положение. Степень выраженности отклонения от нормальной электрической позиции зависит в этих случаях от степени выраженности гипертрофии и состояния миокарда.

Согласно нашим данным, электрическая позиция сердца у обследованных 254 спортсменов оказалась следующей (в процентах): вертикальная 18,5, полугоризонтальная — 42,5, промежуточная 29,1, полугоризонтальная 1,5, горизонтальная 2,3 и неопределенная 5,1. Наши данные приблизительно совпадают с данными Л. А. Бутченко, 1963.

Гипертрофия сердца

Гипертрофия сердца — это увеличение его объема вследствие увеличения мышечной массы. Гипертрофия может быть всего сердца или преимущественно одного из отделов: предсердий, одного из желудочков или всех вместе. Увеличиваются обычно те отделы сердца, в которых падает большая нагрузка.

Гипертрофия сердца является следствием его гиперфункции. Последняя возникает при повышенных требованиях к аппарату кровообращения и является одной из компонентов сложной приспособительной реакции целостного организма, обеспечивающей устойчивость и долговременность гиперфункции (Ф. З. Меерсон, 1968).

На основании исследований последних лет и собственных данных Ф. З. Меерсон (1972) выдвинул гипотезу возникновения и развития гипертрофии. Сущность гипотезы состоит в том, что три главных фактора внешней среды (физическая нагрузка, гипоксия и холод), в процессе онтогенеза адаптируется к ним, действуя различными путями, приводят к тому же сдвигу — к дефициту макроэргов и снижению потенциала фосфорилирования, что ведет к гипертрофии генетического аппарата клеток сердца. Физическая нагрузка способствует тому, что расход АТФ в митохондриях снижается вследствие гипоксии. Гипоксия вызывает снижение АТФ в митохондриях вследствие дефицита кислорода. Кроме того, холод снижает образование АТФ в митохондриях. Дефицит АТФ обуславливает

нарушение жизнедеятельности и активизацию генетического аппарата клеток миокарда. Наоборот, устранение нарушения жизнедеятельности и дефицита АТФ — адаптация — вызывается увеличением биогенеза митохондрий благодаря увеличению мощности системы митохондрий на единицу массы ткани, а также увеличением биогенеза всех клеточных структур, которые вызывают рост клетки, интенсивность функционирования структур сердца и использование АТФ.

Данная гипотеза объясняет гипертрофию сердца спортсменов при длительной тренировке, связанной с большими нагрузками и гипоксией.

Л. Комадел, Э. Барта, М. Кокавец (1968) придают большое значение в развитии гипертрофии сердца спортсменов влиянию блуждающих нервов. Холодильное преобладание вегетативного тонуса на состоянии покоя у тренированных спортсменов способствует накоплению энергетических резервов сердца, функциональную, морфологическую адаптацию и нормализацию работы сердечной мышцы.

По данным С. П. Летунова и Р. Е. Мотылева (1951), В. В. Булычева (1962), Л. А. Бутченко, Л. И. Левиной (1969) и др., гипертрофия сердца спортсменов встречается часто (в 47—74% случаев), особенно у тех, которым приходится выполнять тяжелые, напряженные нагрузки, требующие высокой выносливости к физическим упражнениям.

С. П. Летунов (1971) считает, что важнейшим фактором работоспособности спортсмена является устойчивость к изменениям во внутренней среде организма и прежде всего к дефициту кислорода. В этой же точке зрения стоят Н. В. Зимкин, Н. Н. Яковлев (1972), А. Б. Гандельсман (1972).

Различают гиперфункцию и, как ее следствие, гипертрофию физиологическую и патологическую. Физиологическая гиперфункция сердца наблюдается при усиленной мышечной деятельности. Она характеризуется непрерывной, постоянной, а наступает и только тогда, когда в ней имеется потребность спортсменов характерна физиологическая гиперфункция и вслед за ней физиологическая гипертрофия сердечной мышцы. Если спортсмен прекращает физическую деятельность, то гипертрофия сердца

и даже может исчезнуть, т. к. отпадает необходимость в гиперфункции сердца. При физиологической гипертрофии увеличивается сила сердечных сокращений и работоспособность сердца.

Патологическая гиперфункция, а затем и патологическая гипертрофия миокарда возникают вследствие необходимости компенсировать какое-либо заболевание сердечно-сосудистой системы (например, при пороках сердца или при гипертонической болезни и т. п.). Эта компенсация является необходимой для поддержания жизни. В таких случаях гиперфункция сердца будет постоянной, непрерывной, без отдыха и поэтому она быстрее, чем физиологическая, ведет сначала к гиперфункции, а затем к изнашиванию гипертрофического сердца (Ф. З. Меерсон, 1968).

Таким образом, несмотря на то, что для возникновения любой гипертрофии миокарда требуется гиперфункция сердца, все же между физиологической и патологической гипертрофией имеется существенное различие.

Так же менее, физиологическая гипертрофия сердечной мышцы у спортсменов может перейти в патологическую, если физические нагрузки будут чрезмерно высокими и, что очень важно, чрезмерно частыми. В таком режиме работы отдых для сердца будет недостаточным, восстановительные процессы в сердечной мышце не успевают заканчиваться, ухудшается питание миокарда, нарушается метаболизм, что ведет к дистрофии сердечной мышцы с последующим ее недостаточностью.

Очень важно определить: имеется ли гипертрофия сердца у спортсмена и если имеется, то какой она носит характер — физиологический или патологический, каковы размеры сердца гипертрофированы.

Следует иметь в виду, что надежно определить характер гипертрофии только по данным ЭКГ не всегда возможно, особенно при гипертрофии желудочков. Для окончательной оценки характера гипертрофии сердца необходимо данные клинического осмотра, вектор-кардиографии, рентгеновской ангиографии и др.

Для выяснения состояния миокарда у спортсменов при гипертрофии миокарда мы произвели анализ ЭКГ у спортсменов М. Соколова — Т. Лайона и данным рент-

Таблица 11

Состояние миокарда у спортсменов при гипертрофии желудочков сердца

группа	Состояние миокарда (в процентах)		
	без патологических изменений	с умеренными изменениями	с выраженными изменениями
I	30,6	53	16,4
II	44	42	14

генокимограмм 27 мастеров спорта выполняющих выносливость (марафонцы, шоссейники — I группа и 100 спортсменов, занимающихся видами спорта, не требующими развития выносливости — II группа.

Как видно из таблицы 11, у спортсменов I группы чаще встречаются изменения миокарда, чем у спортсменов II группы.

Следовательно, наши данные, в общем, совпадают с данными перечисленных выше авторов.

Функции автоматизма, возбудимости, проводимости сердца в норме и при их нарушениях

Систематические рациональные тренировочные занятия с большими физическими нагрузками вызывают совершенствование адаптационных механизмов сердца. В этом проявляется положительное кумулятивное действие систематических тренировок. Однако нерациональные тренировочные занятия, главным образом, физические перегрузки или недостаточная продолжительность отдыха между тренировками и соревнованиями, а также различные болезненные состояния могут вызывать у спортсменов патологические изменения в функции автоматизма, возбудимости и проводимости сердечной мышцы.

Рассмотрим изменения, какие могут возникнуть у спортсменов при благоприятном и неблагоприятном воздействии тренировок и при заболеваниях сердца.

У здоровых, но нетренированных людей частота сердечных сокращений в среднем бывает от 60 до 80 сокращений в 1 мин., ниже 60 сокращений — синусовая брадикардия, более 80 сокращений — тахикардия.

Синусовая брадикардия — это замедление синусового ритма ниже 60 сокращений в 1 мин. Интервалы $R - R$ соответственно удлиняются, главным образом

за счет увеличения диастолы сердца. В физиологических условиях синусовая брадикардия возникает при повышении тонуса блуждающих нервов. Это наблюдается во время сна, при воздействии холода. Брадикардия может быть и конституционального происхождения.

Синусовая брадикардия может наблюдаться при различных заболеваниях, вызывающих раздражение блуждающих нервов, при действии некоторых лекарственных веществ и др.

У спортсменов по сравнению с неспортсменами имеется спортивная брадикардия (Н. Herxheimer, 1933; Н. Reindell, 1935, 1939, 1949; Е. Lepeschkin, 1947, 1960; А. Н. Крестовников 1951; С. П. Летунов и Р. Е. Мотылянская, 1951; Н. В. Зимкин, 1953, и др.). Особенно хорошо выражена брадикардия у спортсменов, вырабатывающих выносливость: у бегунов на длинные и сверхдлинные дистанции, велосипедистов (шоссейников), гребцов, лыжников и т. д.

Функционально-диагностическая оценка спортивной брадикардии может быть разной. Большинство авторов рассматривают брадикардию как физиологический показатель, появление которой вызвано целесообразной перестройкой работы сердца под влиянием повышенного тонуса центров блуждающих нервов. Такая «вагусная установка» способствует более экономной деятельности сердца в состоянии мышечного покоя и увеличивает его резервные силы при напряженной мышечной деятельности.

Однако ряд авторов правильно указывают, что не всякую брадикардию следует оценивать положительно, она может быть и признаком «перетренировки» и других патологических изменений в сердечной мышце (С. П. Летунов, Р. Е. Мотылянская и др., 1965; А. Г. Дембо, 1965; В. Т. Стовбун, 1963; О. В. Качовская, 1970, и др.). При брадикардии могут иметь место различные нарушения ритма, которые обнаруживаются только при помощи ЭКГ (атрио-вентрикулярная, внутрижелудочковые блокады, атрио-вентрикулярный ритм, синдром WPW и др.). На основании данных ЭКГ мы можем утверждать, что нормальной является только синусовая брадикардия.

Ряд авторов — Р. White (1942), F. Kinle, (1946), E. Mellerowicz (1957) и др. пришли к заключению, что

важное значение имеет степень выраженности брадикардии; например, частоту сердечных сокращений ниже 30 ударов в 1 мин. следует уже считать патологической.

Существует мнение (А. Г. Дембо и др.), что при резко выраженной брадикардии у спортсменов вследствие большого ударного объема сердца происходит сильное сдавление кровью субэндокардиальных слоев миокарда. Это ведет к его ишемии (местному малокровию) и связанными с ней неблагоприятными изменениями сердечной мышцы. Следовательно, спортивную брадикардию нельзя всегда рассматривать как положительный фактор.

Однако такой точке зрения противоречат данные, полученные В. В. Куприяновым и Я. Л. Карагановым (1969). Они указывают, что миокард имеет целый ряд приспособлений, адаптированных к повышенным запросам деятельности сердца и обеспечивающих относительную независимость кровотока в миокарде от различных внешних условий и давления крови в желудочках.

С другой стороны, в пользу положительного значения брадикардии для гемодинамики указывают следующие факторы и соображения. Еще К. Wenckebach в 1922 г. показал, что во время физических нагрузок сердце эффективно может снабжать кислородом организм при частоте сердечных сокращений не более 170—180 уд/мин. При дальнейшем ускорении ритма происходит ограничение кровенаполнения желудочков и опорожнения предсердий, возникает гипоксия организма, и эффективность работы сердца понижается. Поэтому частоту сердечных сокращений 170—180 уд/мин принято считать критической.

Это положение нашло подтверждение в работах последних лет, проведенных с помощью телеэлектрокардиографических исследований спортсменов при определении кислородного пульса (содержание кислорода в крови при одном сокращении сердца). Этот показатель косвенно характеризует ударный объем сердца. Данные показали, что эффективность работы сердца после 170—180 уд/мин понижается.

Максимальная частота сердечных сокращения при выполнении больших физических нагрузок у хороших

тренированных спортсменов находится в пределах критической частоты — до 200 уд/мин (В. В. Васильева и В. П. Правосудов, 1963; С. П. Летунов и В. В. Матов, 1962; П. В. Зимкин, Н. А. Бабинцов, Н. В. Кичайкина, 1966, и др.).

Благодаря брадикардии в состоянии мышечного покоя сердце спортсмена имеет большие резервные возможности, чем сердце не спортсмена. Например, при исходной частоте сердечных сокращений 70 уд/мин, во время физической нагрузки темп сердечной деятельности возрастает в 3 раза, пульс — 210 уд/мин, т. е. превышает «критическую частоту». При брадикардии (40 уд/мин) при ускорении деятельности сердца в 3 раза частота сердечных сокращений достигает только 120 уд/мин, при которой работа сердца весьма эффективна и полностью обеспечивает организм кислородом.

Кроме того, при брадикардии во время нагрузки сердце больше сможет увеличить свою работу, например в 5 и более раз, в то время как при нормокардии этого сделать невозможно.

В таблице 12 приводятся средние данные частоты сердечных сокращений у спортсменов с различной тренированностью в покое, во время стандартной нагрузки (интервальный бег на месте в течение 7 мин. в темпе 180 шагов в 1 мин.) и в восстановительном периоде. Интервалы отдыха — 5—10 сек., после 1, 3, 5 и 7 мин. бега.

Таблица 12
Частота сердечных сокращений

Группы	Число обследованных	Частота сердечных сокращений		Длительность восстановительного периода (в минутах)
		В покое	Во время нагрузки	
неспортсмены	38	68	185	28
Спортсмены I и II спорт. звания	40	58	150	12
не высококвалифицированные мастера спорта—велосипедисты	28	44	110	5

Из таблицы 12 видно, что у спортсменов, по сравнению с неспортсменами, частота сердечных сокращений значительно реже; чем выше спортивный разряд, тем более выражена спортивная брадикардия, тем меньшая реакция на стандартную физическую нагрузку тем короче восстановительный период. Эти данные указывают на положительное значение брадикардии у занимающихся спортом.

Синусовая тахикардия. У здоровых спортсменов в состоянии мышечного покоя она не встречается. При обнаружении тахикардии у спортсмена необходимо его временно отстранить от занятий спортом, выяснить причины появления тахикардии и подвергнуть лечению.

Обычно причиной тахикардии являются различные заболевания сердца, воздействие токсических веществ, раздражающих синусовый узел, усиление функции щитовидной железы, лихорадка, физическое переутомление и т. п.

В физиологических условиях тахикардия временно появляется при волнениях, во время и сразу после физических нагрузок, при повышении температуры окружающей среды и т. п.

Синусовая аритмия. В норме длительность интервалов $R - R$ не одинакова. Во время вдоха в результате растяжения легких происходит раздражение окончаний блуждающих нервов, рефлекторно повышается их тонус, вследствие чего сердечная деятельность ускоряется. При выдохе, наоборот, тонус блуждающих нервов повышается и частота сердечных сокращений снижается. Это так называемая дыхательная синусовая аритмия. На степень выраженности дыхательной аритмии оказывает влияние функциональное состояние центральной нервной системы, возраст, мышечная выносливость и т. п. У детей дыхательная аритмия более выражена, чем у взрослых.

Разница между максимальным и минимальным интервалом сердечного цикла ($R - R$) колеблется в пределах 0,06—0,10 сек. Такая синусовая аритмия считается умеренно выраженной и является благоприятным показателем.

Синусовая аритмия может быть не связана с ритмом

блуждания. Она бывает также при поражении синусового узла, сердечной мышцы и др.

У спортсменов дыхательная аритмия обычно более выражена. У большинства она колеблется в пределах 0,1—0,15 сек. (С. П. Летунов, 1956, 1957; В. Т. Стывчик, 1963; Л. А. Бутченко, 1963, и др.). Авторы связывают этот факт с повышенным влиянием тонуса блуждающих нервов на функцию автоматизма.

В предстартовом состоянии, во время и сразу после больших физических нагрузок дыхательная аритмия усиливается вплоть до ее исчезновения. Это объясняется значительным уменьшением воздействия блуждающих нервов на синусовый узел. В отдаленном восстановительном периоде, через 1—3 суток после больших нагрузок, дыхательная аритмия может увеличиваться до 0,25 сек. вследствие повышения возбудимости центра блуждающих нервов.

Следует учесть, что резко выраженная синусовая брадикардия у спортсменов наблюдается при поражении синусового узла, при хроническом воспалении небных миндалин (тонзиллит), при заболеваниях сердечной мышцы и др. Во всех случаях резко выраженной синусовой брадикардии следует тщательно выяснить причины ее возникновения.

Пониженная возбудимость и автоматизация синусового узла при физическом перенапряжении, при наличии хронических очагов инфекции (особенно часто при хроническом тонзиллите), возникают различные нарушения возбудимости и автоматизма.

Нарушение атрио-вентрикулярного ритма и экстрасистолия у спортсменов является неблагоприятным симптомом. Поскольку они могут предшествовать дальнейшему углублению нервной регуляции сердечной деятельности, углублению и дальнейшему расширению коронарного очага в миокарде и ведут к сердечной недостаточности.

При нарушении атрио-вентрикулярного ритма, любуясь спортсмена необходимо подвергнуть комплексному врачебному осмотру и соответствующему лечению.

Следует помнить, что чрезмерно большие, продолжительные нагрузки являются основной причиной нарушения нервной регуляции сердца, нарушения

метаболизма, появления очажков дистрофии и же некроза, которые могут явиться источником нарушения функции автоматизма и возбудимости.

Еще задолго до возникновения нарушения сердечной деятельности, в состоянии мышечной можно вызвать нарушение ритма при помощи «ады проб» (О. В. Качоровская, 1965), что является вестником наступающей патологии.

При глазо-сердечной пробе (Ашнера) мы наблюдаем появление синоаурикулярной блокады, узлового I и II порядка, синусовых, предсердных, атрио-вентрикулярных блокад I и II степени, а также функциональных блокад ножек пучка Гиса.

При ортостатической пробе и после физической нагрузки появлялись желудочковые экстрасистолы, исходящие из правого или левого желудочка (интервалы ранние, поздние, политонные), а также появлялись признаки ишемии миокарда (снижение сегмента S—ниже изолинии, появление отрицательного или фазного зубца T во II, III, aVF, а иногда и в других отведениях).

Такие изменения возникают в результате нарушения реактивности и содружественной функциональной механизмов сердца, а также связанных с ними метаболических процессов в сердечной мышце в состоянии миокардиальных рецепторов. В ответ на центральные эфферентные влияния при патологических изменениях миокарда в нем нарушаются физиологические функции.

Как известно, особенно чувствительны к влиянию блуждающих нервов синусовый и атрио-вентрикулярный узлы. Поэтому раздражение центров блуждающих нервов при глазо-сердечной пробе вызывает нарушение предсердно-желудочковой проводимости, синусовые, предсердные и атрио-вентрикулярные экстрасистолы значительно реже вызывает появление желудочковых экстрасистол.

Симпатические влияния оказывают большое влияние на миокард желудочков, повышают возбудимость парабриотического участка и понижают порог возбудимости сердечной мышцы, что способствует появлению желудочковых экстрасистол. Вот почему глазо-сердечная проба и проба с физической нагрузкой

эффективны для выявления ранних патологических изменений миокарда желудочков.

При нарушении ритма сердечной деятельности (при дистоническом типе реакции) у спортсменов хотя бы в одну из проб «триады», необходимо снизить нагрузку, назначить лечебные восстановительные средства с целью предупреждения дальнейшего развития патологии.

Функция проводимости и ее нарушения.

Длительность проведения возбуждения от синусового узла к атрио-вентрикулярному определению интервалом между началом зубца P и началом

Q — интервал $P-Q$. В норме у здоровых спортсменов он соответствует 0,12—0,20 сек.

У спортсменов интервал $P-Q$ находится в пределах 0,12—0,20 сек. Показатели выше этих границ, даже при выраженной брадикардии, следует считать патологическими. Более высокий показатель интервала $P-Q$ у спортсменов многие авторы (Mellerowicz, 1956; С. П. Лепин, 1957; Л. А. Бутченко, 1963; и др.) объясняют повышенной возбудимостью блуждающих нервов. Это объясняется наиболее длительной атрио-вентрикулярной проводимостью у спортсменов с повышенной выносливостью.

В нашем данном, средняя величина интервала $P-Q$ у спортсменов-студентов института физкультуры находится в положении лежа 0,17 сек., а в положении стоя — 0,16 сек.

Изменения за студентами института физкультуры в динамике в течение 4 лет показали, что при нарушении синусового ритма атрио-вентрикулярная проводимость несколько замедляется — на 0,01—0,02 сек. (табл. 13).

Увеличение длительности интервала $P-Q$ при выраженной брадикардии не является патологическим, свидетельствует следующий наблюдательный случай более 4 лет случай.

Таблица 13

Сравнительные средние данные об интервалах $R-R$ и $P-Q$ у одних и тех же здоровых спортсменов-студентов института физкультуры

Курсы	Число исследованных	$R-R$ М	$P-Q$ М
I	100	0,86	0,15
IV	100	1,09	0,17

Спортсмен Д., 22 лет, мастер международного класса по велосипедному спорту (шоссе), на состояние здоровья не жалуется, патологические изменения во внутренних органах не наблюдаются. На ЭКГ при синусовом ритме 40—42 уд/мин отмечается стойкое удлинение интервала $P - Q$ — 0,22 сек., в остальном ЭКГ без патологических изменений (рис. 8).

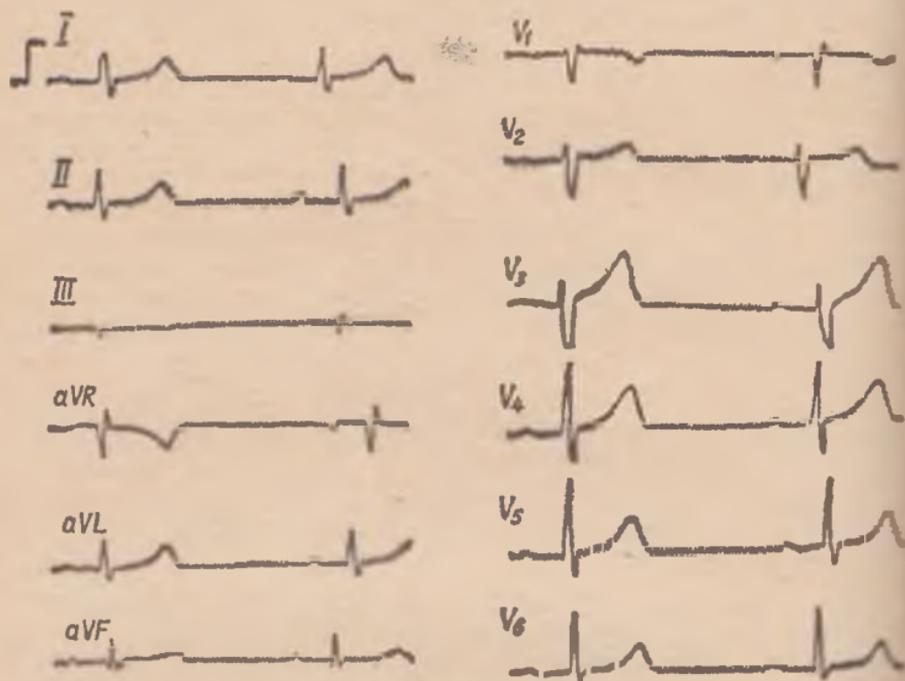


Рис. 8. ЭКГ мастера спорта международного класса по велоспорту. Частота сердечных сокращений 40—42 уд/мин. Интервал 0,22 сек.

в синусовом ритме 40—42 уд/мин отмечается стойкое удлинение интервала $P - Q$ — 0,22 сек., в остальном ЭКГ без патологических изменений (рис. 8).

Физиологическое укорочение интервала $P - Q$ происходит под влиянием раздражения симпатических нервов, когда частота сердечных сокращений и проведение волны возбуждения от синусового узла к атриоventрикулярному ускоряется. Это происходит также при эмоциях, при ортостатической пробе, при физической нагрузке, при повышении температуры окружающей среды и других факторов, возбуждающих сердечную деятельность.

Интервал $P - Q$ удлиняется при повышении тонуса блуждающих нервов: в положении лежа, при охлаждении, при глазо-сердечной пробе, в отдаленном восстановительном периоде после больших физических нагрузок.

узкок и т. п. Однако в норме длительность $P - Q$ обычно не выходит за пределы физиологических границ (0,20 сек.).

Длительность интервала $P - Q$ в известной степени зависит от длительности всего сердечного цикла (интервала $R - R$). Ряд авторов, стремясь установить зависимость между длиной сердечного цикла и предсердно-желудочковой проводимостью, предложили довольно много формул и графиков для определения должной величины интервала $P - Q$. Однако далеко не всегда длительность соответствует предложенной для данной частоты пульса должной величине. Поэтому применение этих формул не получило широкого распространения.

Все же мы придаем известное функциональное значение относительной длительности интервала $P - Q$ ко всему сердечному циклу, т. е. интервалу $R - R$, исходя из следующих соображений.

На границе атрио-вентрикулярного узла скорость распространения волны возбуждения задерживается («атрио-вентрикулярная задержка»). Объясняется это тем, что в этом месте имеется своеобразный функциональный синапс между двумя разнородными тканями — мышцей предсердий и проводящей системой. Длительность атрио-вентрикулярной задержки по сути стандартизирует величину интервала $P - Q$.

Для учета относительной длительности интервала $P - Q$ нами было предложено вычисление процентного отношения интервала $P - Q$ ко всему сердечному циклу ($R - R$) по типу систолического показателя И. Д. Фельдмана и И. А. Черногорова. Это отношение характеризуется показателем проводимости (п/п). Разницу проводимости покоя и при физических нагрузках мы обозначаем как Δ п/п (п/п нагрузки минус п/п покоя). Исследование показателя проводимости у 116 спортсменов, разделенных на две группы показало, что у хорошо тренированных спортсменов в состоянии мышечного покоя он составляет 18,44%, а у менее тренированных — 22,9%. Однако при физической нагрузке с подъемом и спуском штанги 15 и 30 раз (вес, равный весу спортсмена), по мере учащения сердечного ритма увеличивается все большая разница в величине проводимости — тем выше ритм, тем больше Δ п/п в группе

более тренированных спортсменов (рис. 9). Этот фаз мы оцениваем как адаптационный.

В состоянии мышечного покоя, у хорошо тренированных спортсменов, более выражена брадикардия

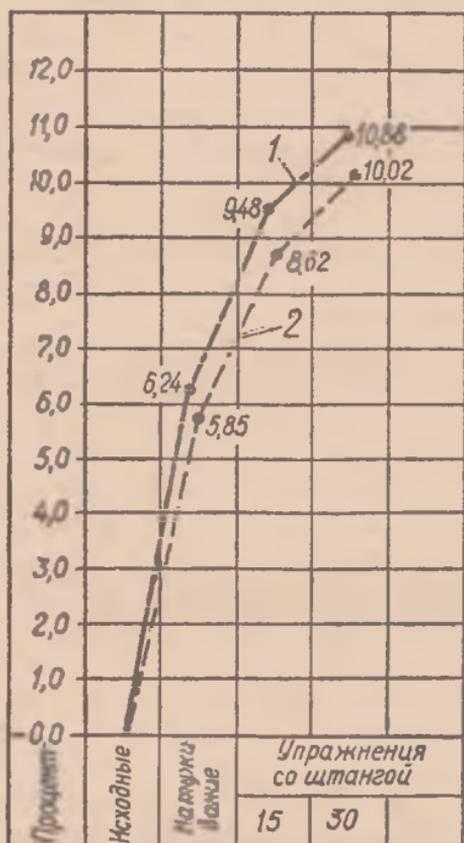


Рис. 9. Изменение показателя проводимости при физической нагрузке у спортсменов различной подготовленности

— более тренированный; --- менее тренированный.

поэтому показатель проводимости меньше. Во время одинаковой физической нагрузки при большой частоте сердечных сокращений создаются трудные условия гемодинамики, происходит увеличение длительности атрио-вентрикулярной задержки и приобретает в этих условиях важное значение. Объясняется это следующим образом. Во-первых, более длительная атрио-вентрикулярная задержка создает лучшие условия для соблюдения определенности последовательности сокращений предсердий и желудочков; во-вторых, увеличивается время диастолического наполнения желудочков и тем самым повышается эффективность работы сердца; в-третьих,

создаются лучшие условия для кровоснабжения самого сердца, что дает ему возможность дольше сохранять высокую работоспособность и предотвращает возникновение перенапряжения сердечной мышцы; в-четвертых, атриовентрикулярная задержка создает препятствие для чрезмерного ускорения сердечной деятельности при которой снижается эффективность работы сердца.

На этом основании можно полагать, что кумулятивное действие систематических тренировок с большими физическими нагрузками сказывается не только на повышении тонуса центров блуждающих нервов, но и в определенном воздействии на функциональную способность атрио-вентрикулярного узла. Тренировки с большими нагрузками изменяют его функциональное поведение, повышают тонус и лабильность, а следовательно, его способность как задерживать, так и передавать в случае необходимости, большую частоту импульсов. Только при этих условиях возможна адаптация к большой частоте сердечных сокращений без нарушения гемодинамики в условиях выполнения больших физических нагрузок.

Нарушение функции проводимости. У спортсменов мы наблюдали блокады различного характера: функциональные, появляющиеся при резком повышении тонуса блуждающих нервов; рефлекторные, при бурных эмоциях; токсикоинфекционного характера (например, при острых и хронических тонзиллитах); органические, возникающие при перенапряжении. По локализации блокады бывают синоаурикулярные, внутрипредсердные, атрио-вентрикулярные. Наиболее часто встречается блокада пучка Гиса чаще правой и значительно реже левой.

Атрио-вентрикулярная блокада. Нарушение атрио-вентрикулярной проводимости у спортсменов встречается довольно часто, особенно I степени.

Атрио-вентрикулярная блокада II степени встречается реже первой, но все же довольно часто, особенно у спортсменов, вырабатывающих скоростную выносливость. Чаще всего она проявляется после больших физических нагрузок на следующие сутки.

В течение нескольких лет мы наблюдали высококвалифицированных велогонщиков с атрио-вентрикулярной блокадой II степени, с периодами Самойлова-Венкебаха. Спортсмены выполняли очень большие нагрузки (длительные велогонки). Во время нагрузки частота сокращений до 100 и более сокращений в минуту ритм Самойлова-Венкебаха исчезал, но ритм оставался удлиненным (0,34 сек.). В периоды отдыха выступали на соревнованиях, но в периоды отдыха постепенно появлялись признаки

ухудшения сократительной способности миокарда. Мы считаем, что в таких случаях спортсменов следует освободить от занятий и подвергнуть лечению.

Внутрижелудочковая проводимость и блокада ножек пучка Гиса. Скорость проведения возбуждения по желудочкам определяется по длительности интервала QRS. В норме как у спортсменов, так и у неспортсменов длительность его составляет 0,08—0,10 сек.

Уширение комплекса QRS до 0,11—0,12 сек. наблюдается при нарушении проведения возбуждения по ножкам пучка Гиса и их разветвлениям и по внутрижелудочковой перегородке. Это бывает при гипертрофии желудочков сердца, при блокаде ножек пучка Гиса, перенапряжении желудочков с дистрофией миокарда и при его очаговых поражениях.

Иногда неполная блокада одной из ножек пучка Гиса (чаще правой) встречается у здоровых людей и особенно часто у спортсменов, тренирующих выносливость к физическим упражнениям.

Ряд авторов (Л. А. Бутченко, 1963, З. А. Долговец, 1963) считают, что неполная блокада правой ножки может быть вызвана гипертрофией правого желудочка.

Полная блокада левой ножки пучка Гиса у спортсменов наблюдается редко, а правой ножки — чаще. Спортсмены с полной блокадой одной из ножек продолжают заниматься спортом и редко кто жалуется на состояние здоровья.

Преходящая (функциональная) блокада ножек пучка Гиса, неполная или полная, может появляться а) при учащении сердечных сокращений и б) при замедлении (блокада симпатикотропного влияния), в) при повышении возбудимости блуждающих нервов (вагусного происхождения). Иногда наблюдается у спортсменов как один из признаков нарушения нервной регуляции сердечной деятельности при перегрузке организма чрезмерными физическими нагрузками. Под влиянием отдыха блокада исчезает.

Синдром WPW иногда встречается у спортсменов, обычно не предъявляющих жалоб на состояние здоровья. Он бывает стойким и непостоянным, но функциональный характер. Спортсмены успешно занимаются спортом, но имелись случаи, когда

физических нагрузок наступал приступ пароксизмальной тахикардии. Часто этот синдром, если он имеет функциональный характер, возникает у спортсменов в отдаленном восстановительном периоде после больших физических нагрузок — через 1—3 суток. Когда спортсмен отдыхает, то синдром WPW держится 1—2 суток, после чего он может исчезнуть.

Сегмент $S - T$. Уширение комплекса QRS и тахикардия вызывают дискордантное смещение сегмента $S - T$ в сторону к зубцу T . У ваготоников и у спортсменов с брадикардией часто начальная часть сегмента $S - T$ смещается выше изолинии, выпуклостью обращенной книзу.

Смещение сегмента $S - T$ вверх в виде дуги или в виде петли или его прямолинейная форма является знаком патологии и наблюдается при нарушении кровоснабжения при очаговых или диффузных изменениях. Смещение сегмента $S - T$ в виде дуги (иногда даже всего в грудных отведениях) у спортсменов свидетельствует о появлении перенапряженности сердечной мышцы.

У здоровых и высокотренированных спортсменов наблюдается небольшое смещение сегмента $S - T$ в сторону, что указывает на хорошее кровоснабжение миокарда и нормальное протекание окислительных процессов в нем, а также на усиление вагусных влияний на сердце. (Л. А. Бутченко, 1963).

Интервал $Q - T$. Его длительность определяется от начала зубца Q до окончания зубца T (интервал $Q - T$), что соответствует времени электрической систолы миокарда. Ее длительность закономерно изменяется в зависимости от продолжительности сердечного цикла, поэтому этот интервал $Q - T$ без учета длительности цикла лишен всякого смысла. Для суждения о нормальности или укорочении электрической систолы необходимо сравнивать ее с «нормальной» величиной.

В период электрической деятельности сердца возникает ряд биологических процессов. В фазе систолы происходит мобилизация энергетических ресурсов, а в фазе диастолы — их выделение.

В период электрической систолы желудочков включает время электрической систолы до окончания реполяризации

и зависит от длительности этих двух фаз. Поскольку процессы образования электрических потенциалов сердца непосредственно связаны с фазами сердечного цикла, с перемещением ионов K^- и Na^+ через клеточную мембрану, то, естественно, любое нарушение метаболических (обменных) процессов в миокарде сказывается на электрической активности сердца и находит свое отражение в ЭКГ. В связи с этим увеличению или уменьшению относительной деятельности электрической систолы желудочков придается большое функционально-диагностическое значение.

Увеличение относительной длительности электрической систолы желудочков свыше установленных норм ($\pm 0,04$ сек.) свидетельствует об ухудшении функции миокарда.

На величину электрической систолы желудочков могут оказывать влияние различные факторы некардиального и кардиального происхождения (положение тела, функциональное состояние нервной системы, физическая нагрузка, температура тела, состояние сердечной мышцы и т. п.).

Для определения должной величины электрической систолы желудочков при определенной частоте сердечных сокращений предложено много графиков и эмпирических формул. В Советском Союзе наиболее широко приняты формулы Basset, где нормальная величина $Q - T$ по отношению к длине сердечного цикла R равна $0,39 \sqrt{R - R}$, и систолический показатель Черногорова и Егорова (процентное отношение $Q - T$ в $R - R$). В. Я. Карпман (1965), В. Я. Карпман и О. Л. Белина (1967) предложили свою формулу для вычисления должного интервала $Q - T$ при тахикардиях, вызванных интенсивной мышечной работой.

Г. Брюшке, Л. А. Бутченко и Х. Бюргер (1965) предложили график для вычисления должной $Q - T$ у спортсменов (отдельно для мужчин и для женщин) с частотой сердечных сокращений до 170 ударов в 1 минуту.

Систолический показатель у спортсменов в состоянии мышечного покоя не всегда соответствует должному: он бывает то больше, то меньше, но в общем не выходит за пределы физиологических колебаний ($\pm 5\%$). Тем не менее, очень часто, если его сравнить с должной

величиной для данной частоты импульса (дельта систолического показателя — Δ СП), то Δ СП имеет положительный знак, хотя, казалось бы, у тренированных спортсменов в связи с урежением частоты сердечных сокращений он должен быть меньше должной величины, т. е. иметь отрицательный знак. В среднем, по нашим данным, Δ СП у спортсменов в положении лежа составляет $+2,4\%$.

Нами были проведены специальные исследования для выяснения довольно частого увеличения систолического показателя у спортсменов. Изменение Δ СП было прослежено в динамике, т. е. при повторной записи ЭКГ у 100 спортсменов, студентов института физкультуры ежегодно с 1 по 4 курс. Приводим для сравнения их данные Δ СП, полученные на 1 и 4 курсах: изменение у 19 чел., уменьшение 60, увеличение 21 чел.

На величину систолического показателя оказывают различные факторы: положение тела, состояние сердечной мышцы, предстартовые эмоции, физическая нагрузка, незавершенный восстановительный период и т. д. Например, при рассмотрении Δ СП у 203 спортсменов в зависимости от исходного состояния оказалось, что у здоровых спортсменов в среднем (статистически достоверно) Δ СП составляет $+2,4\%$, у спортсменов с умеренными изменениями миокарда — $+2,4\%$, а у спортсменов с выраженными изменениями миокарда типа перенапряжения $+4,4\%$, следовательно, чем лучше состояние сердечной мышцы, тем выше систолический показатель.

Из состояния сердечной мышцы оказывают влияние различные факторы. Предстартовые эмоции могут вызывать изменения в миокарде благоприятного, умеренно неблагоприятного, выражено неблагоприятного характера. Изменения Δ СП в этих случаях различны. Это видно из табл. 14.

При интерпретации ЭКГ необходимо учитывать эти факторы, чтобы не ошибиться в ее оценке. Лучшее состояние ЭКГ у спортсменов в межсоревновательный период утром в условиях основного обмена наблюдается в состоянии покоя тела.

Влияние сердца на физические на-

Таблица 14

Изменения Δ систолического показателя у спортсменов в зависимости от типа предстартовых реакций

Типы предстартовых реакций	Δ СП Исходные дан- ные за сутки до соревнова- ний	Δ СП Перед стар- том
Благоприятная	+4,2	+3,8
Умеренно благо- приятная	+1,9	+5,7
Выраженно небла- гоприятная	+1,0	+4,0
Тормозная	+5,0	+8,9

Реакции сердца в физические нагрузки разделяются, с одной стороны, внешними факторами, т. е. характером интенсивностью, длительностью физической нагрузки, метеорологическими условиями и др. с другой — внутренними факторами: состоянием здоровья вообще и сердечной мышцы в частности, степенью подготовленности спортсмена (тренированности), ростом, функциональным состоянием нервной системы и другими

факторами, определяющими реактивность организма и смена на физические нагрузки.

Оценка непосредственного влияния больших физических нагрузок на сердце, допустимость их в тренировках и соревнованиях является весьма сложной задачей, требующей просом во врачебно-педагогическом контроле и сменами.

Изменения некоторых параметров ЭКГ у спортсменов при стандартных физических нагрузках

Под влиянием физической нагрузки в сердечно-сосудистой системе происходят процессы, направленные на приспособление к новым условиям усиленной деятельности сердца. Эти изменения имеют функциональный характер. Наличие последних, степень их выраженности и длительность зависят, во-первых, от величины нагрузки, а во-вторых, от степени подготовленности спортсмена к данной нагрузке.

Как известно, первая фаза — вращательная — наступает сразу при переходе от состояния покоя к работе. При интенсивных и кратковременных нагрузках эта фаза у спортсменов короткая. В это время

большая значительное ускорение частоты сердечных сокращений, укорочение интервалов $P-Q$ и $Q-T$, увеличение систолического показателя, показателя $P-T$, увеличение вольтажа зубца P во II и III отведениях. Зубец T , наоборот, уменьшается. Эта фаза наблюдается у всех спортсменов независимо от степени их подготовленности к нагрузке, но у хорошо подготовленных она все же несколько короче и реакция на нагрузку менее выражена.

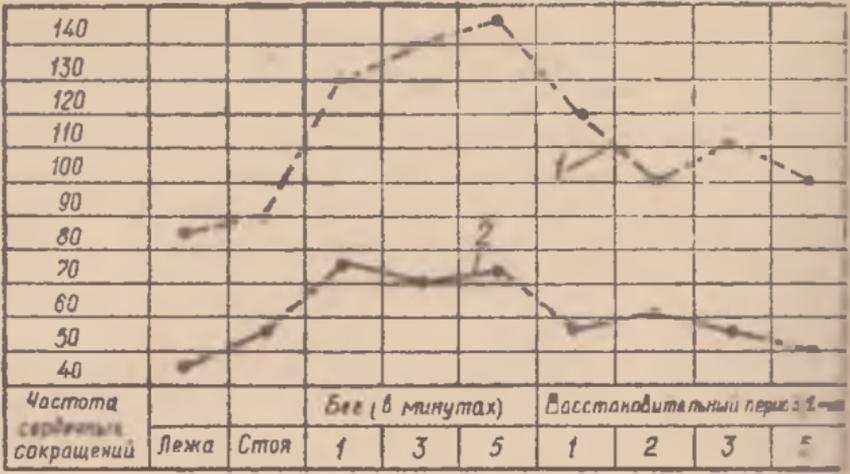
Вторая фаза — устойчивое состояние — характеризуется стабилизацией частоты сердечных сокращений и систолического показателя на определенном уровне. Зубец T в этой фазе увеличивается. Эта фаза наступает у опытных и тренированных спортсменов раньше, чем у неопытных и нетренированных. У последних при интенсивных и кратковременных нагрузках она может и не наступить.

Третья фаза — совершенствование адаптации к физической нагрузке характеризуется снижением неспецифических физиологических показателей к концу нагрузки, например, систолического показателя. Эта фаза наблюдается обычно только у взрослых и хорошо тренированных спортсменов и в отдельных случаях у тренированных детей. Она выражается большей частью по систолическому показателю. Вольтаж зубца T стабилизируется. Наступление фазы является показателем совершенствования приспособительных функций организма к физической нагрузке в процессе ее выполнения.

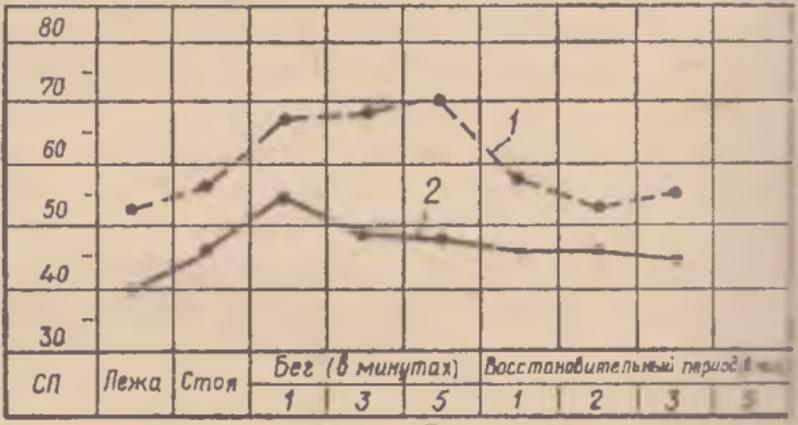
Время наступления фаз зависит от характера нагрузки и подготовленности спортсмена. При нагрузках короткого времени фазы вработывания и адаптации наступают раньше, чем при длительных нагрузках, выполняемых в медленном и среднем темпе.

В заключение рассмотрим данные частоты сердечных сокращений, систолического показателя и артериального давления у одного спортсмена, наблюдаемого нами в течение нескольких лет.

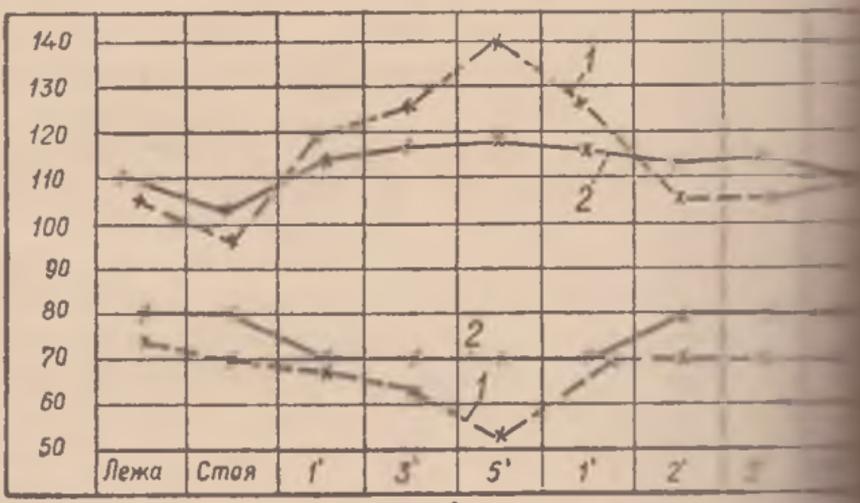
Субъект II — новичок в спорте, без спортивных тренировок выполнил функциональную пробу в течение 5 мин., в темпе 120 шагов в минуту. Артериальное давление и ЭКГ зарегистрированы



а



б



в

Рис. 10 а, б, в. Изменение частоты сердечных сокращений (а) и артериального давления (б) и артериального давления (в) при нагрузке у спортсмена Ш. за 4 года занятий спортом.

до нагрузки в положении лежа и стоя, а затем в первые 10 сек. каждой минуты бега и восстановительного периода. На рис. 10 а, б, в изображены кривые изменения частоты сердечных сокращений, систолического показателя и артериального давления у спортсмена Ш при первом обследовании, когда он только начинал заниматься лыжным спортом, и при втором, через 5 лет, когда спортсмен стал студентом института физкультуры, имел уже I спортивный разряд по лыжному спорту. На этих рисунках видны типичные закономерности развивающиеся в сердце под влиянием систематической тренировки с применением больших физических нагрузок. Они характеризуются следующими при-

знаками:

1. Более экономичные исходные данные деятельности

исходные частоты сердечных сокращений в покое были ниже: при первом обследовании в положении лежа — 44 уд/мин, при втором — 43; в положении стоя — соответственно 89 и 54 (рис. 10 а); б) уменьшение систолического показателя — при первом обследовании составлял 59%, при втором 40% (рис. 10 б).

2. Уменьшение реактивности сердца на одинаковую нагрузку. При первом обследовании при нагрузке частота сердечных сокращений доходила до 145 уд/мин, при втором — только до 70 (рис. 10 а). Систолический показатель увеличивался соответственно — 70% и 50%. Артериальное давление также реагировало на физическую нагрузку меньше при втором обследовании, чем при первом (рис. 10 в).

3. Более быстрое наступление фазы устойчивого состояния при нагрузке. При первом обследовании, по кривым частоты сердечных сокращений, фаза устойчивого состояния не отмечалась, при втором обследовании наступила на 3-й мин. бега. По данным систолического показателя, наступила отчетливо выраженная фаза — адаптации к физической нагрузке. Фаза реституции после нагрузки. По кривым частоты сердечных сокращений, систолический показатель и артериального давления на 5 мин. восстановления периода значительно ближе к исходным данным при втором обследовании, чем при пер-

Указанные изменения в сердце у спортсмена Ш. произошли в результате кумулятивного эффекта систематической тренировки с большими физическими нагрузками.

При оценке реакции на нагрузку и степени подготовленности к ней спортсмена, важное значение имеют качественные изменения, протекающие в сердце по

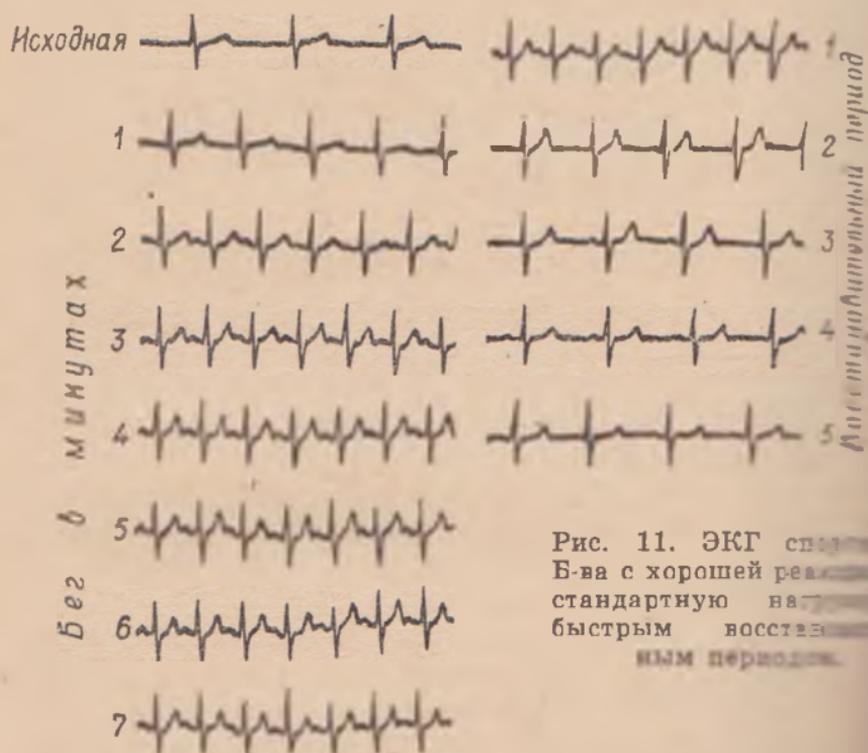


Рис. 11. ЭКГ спортсмена Б-ва с хорошей реакцией на стандартную нагрузку с быстрым восстановлением в покое.

ным ЭКГ. Это обстоятельство нередко имеет решающее значение в заключении о степени подготовленности спортсмена к нагрузке.

Для иллюстрации данного положения приведем несколько ЭКГ спортсменов, снятых до нагрузки и после нее. Из этих ЭКГ видно различие в реакции на одинаковую нагрузку в зависимости от состояния сердца и степени тренированности.

ЭКГ регистрировались в I отведении НЭКГ во время бега на месте в темпе 180 шагов в мин. в течение 7 мин. Приводятся данные ЭКГ, снятые в течение 5 сек. каждой минуты бега.

На ЭКГ пловца Б-ва, 19 лет (рис. 11) видны

соотношения между зубцами и интервалами ЭКГ. Частота сердечных сокращений ускорилась до 150 сокращений в мин. Зубец *T* повышается, но он не становится патологичным. Во все периоды нагрузки сохраняется интервал между зубцом *T* и зубцом *P*, следовательно, нагрузка сердца выражена.

ЭКГ здорового баскетболиста К., но новичка в аналогичной нагрузке и частоте сердечных

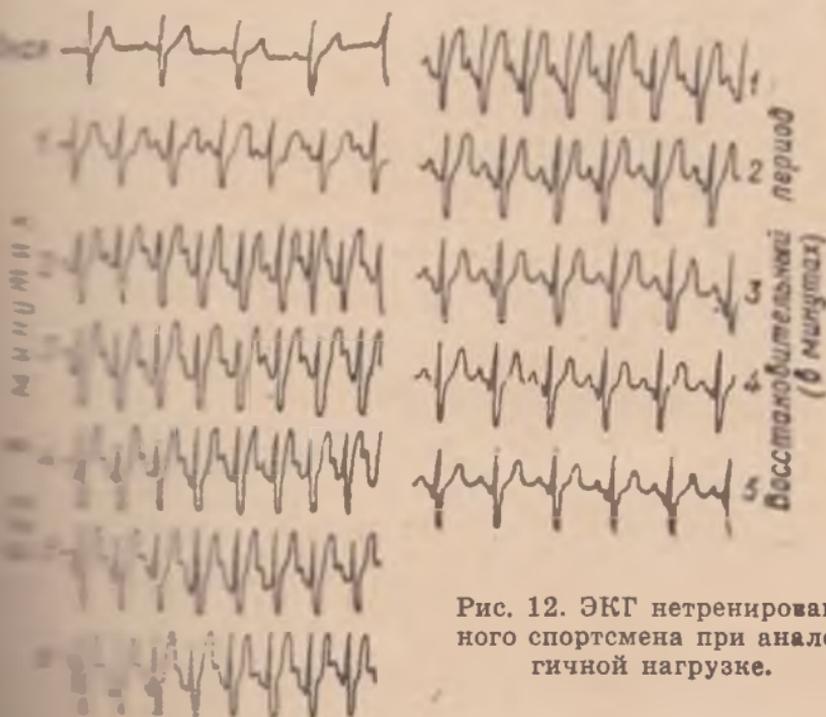


Рис. 12. ЭКГ нетренированного спортсмена при аналогичной нагрузке.

(150) значительно повышается вольтаж зубца *T*, он становится гипоксичным, свидетельствует о недостаточном кровообращении сердечной мышцы. Во время нагрузки, сегмент *P — Q* смещается вниз, зубец *T* вплотную подходит к зубцу *P*; диастола отсутствует. Сердце спортсмена не подготавливается к выдержанию такой нагрузки (рис. 12).

ЭКГ спортсмена, футболиста, новичка в спортивной нагрузке, свидетельствует о недостаточности митрального клапана, при выдержании нагрузки частота сердечных сокращений повышается до 155 уд./мин. На ЭКГ видно наложение зубца *T* на зубец *P*, они слились, диастола сердца почти отсутствует (рис. 13).

Из этих примеров видно, что характер реакции на нагрузку зависит не только от выполненной нагрузки, но и от степени подготовленности спортсмена к ней, что очень важно, от состояния сердца. В связи с этим

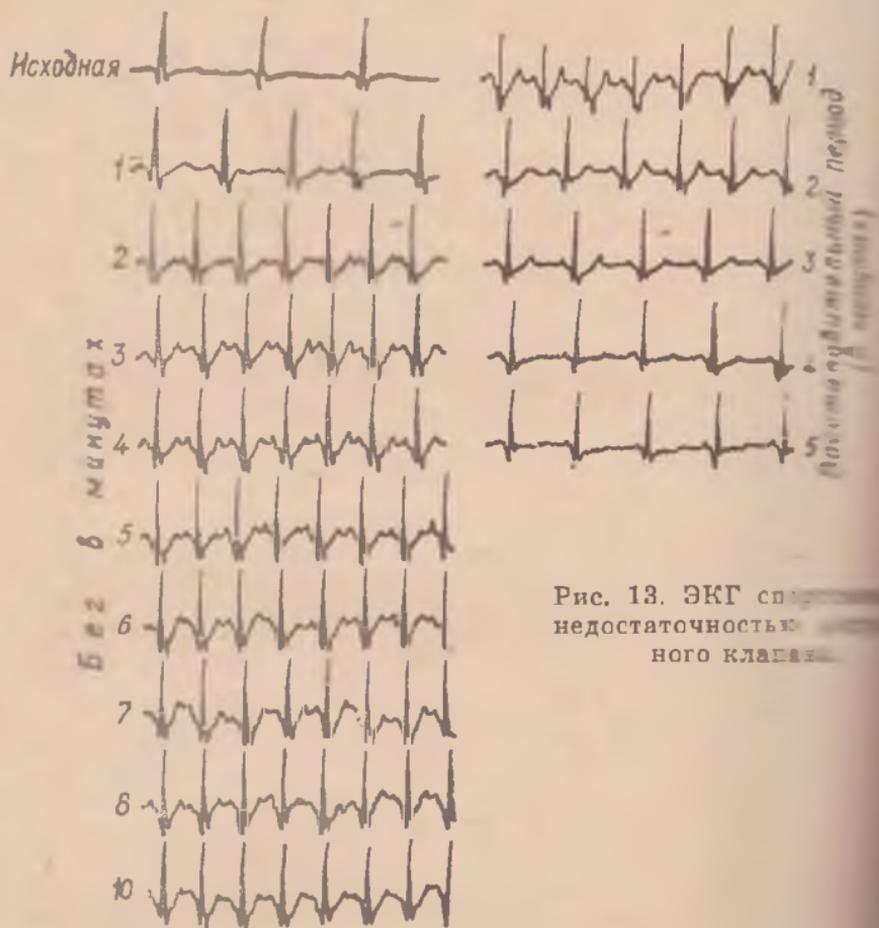


Рис. 13. ЭКГ спортсмена с недостаточностью левого клапана.

рассматривать реакцию на нагрузку необходимо с учетом исходного состояния сердца.

Поэтому мы считаем целесообразным рассмотреть реакцию на нагрузки по трем группам в зависимости от исходного состояния миокарда.

Для иллюстрации этого положения в качестве примера приводим данные своих наблюдений. В основу на основании обследований 203 действующих спортсменов, которых мы разделили на три группы. Первое число спортсменов составляли здоровые — 60,6% (это спортсмены, у которых по данным

ного обследования не выявлено какой-либо патологии (в сердце), на ЭКГ не обнаружилось отклонений от нормы. Артериальное давление было в пределах нормы.

У спортсменов I группы исходные ЭКГ характеризовались следующими статистически достоверными данными: синусовой брадикардией — $55,6$ уд/мин, нормальной длительностью атрио-вентрикулярной и желудочковой проводимости, колебаниями относительной длительности электрической систолы желудочков в пределах должных величин по Базетту ($0,34$) и систолического показателя Фогельсона и Черноризова. Электрическая ось сердца в среднем была нормальна, составляла $63,73^\circ$, электрическая ось зубца $T - \hat{R} - \hat{T} + 28,73^\circ$.

Вольтаж зубца T был высоким во всех отведениях (табл. 7). Это свидетельствует о высоком уровне метаболизма и большой электрической активности сердца у спортсменов рассматриваемой группы.

Во II группе ЭКГ свидетельствовали о менее активной деятельности сердца и о некотором снижении уровня течения метаболических процессов. На это указывало несколько более частый ритм сердечных сокращений — $64,2$ в мин., несколько большая относительная длительность электрической систолы желудочков ($0,35$), в среднем все же не выходящая за пределы физиологических колебаний. Угловая разница электрических осей сердца и зубца T ($\hat{R} - \hat{T}$) была снижена ($-59,72^\circ$), т. е. на верхних границах нормы (табл. 8) по F. Schennetten, 1957; Л. А. Бутченко, 1962; О. В. Качоровской, 1969; и 45° по А. Гольцману, 1949; А. А. Савельеву, 1952, 1957; В. А. Тышленко, 1962; В. В. Булычеву, 1962, что указывает на некоторую задержку процессов реполяризации.

Существенны различия вольтажа зубца T . Вольтаж снижен по сравнению с данными, указанными в литературе и с выявленными нами у спортсменов I группы.

Вместо общего снижения вольтажа зубца T , у спортсменов III группы нередко отмечались уплощение зубца T в III, aVF и в правых или левых отведениях, а сегмент $S - T$ нередко на-

ходился несколько ниже изолинии в отдельных отведениях. По показателям ЭКГ определялась небольшая гипертрофия желудочков сердца. Артериальное давление было в пределах нормы.

В III группу вошли спортсмены (7,9%) с выраженными изменениями миокарда по данным ЭКГ. При клиническом обследовании четкого соответствия между электрокардиографическими и клиническими данными, за небольшим исключением, не отмечалось. Жалоб на состояние здоровья спортсмены не предъявляли. Не менее, у 12 исследуемых спортсменов III группы рентгенологически определялась гипертрофия желудочка, у 4 — гипертрофия обоих желудочков. У 1 прослушивался систолический шум сердца функционального характера на верхушке. У 2 человек артериальное давление было на верхних границах нормы (125/70, 130/85); у 2 возник дистонический тип реакции после тренировочной нагрузки.

В исходных ЭКГ особых изменений в темпе и ритме сердечных сокращений, длительности интервала $P-QRS$ по сравнению со спортсменами I и II группами обнаружено. Заметные различия выявлены по длительности электрической систолы, которая в среднем превышала должную величину на 0,56 сек., а также по длительности зубца T , который был еще более низким, чем в стандартных, так и в усиленных отведениях от конечностей и груди. Снижение амплитуды зубца T вплоть до двухфазности и инверсии отмечалось у 9 спортсменов в правых грудных отведениях, у 5 — в левых и у 2 — диффузное; угловая величина комплекса QRS и зубца T в среднем оказалась повышенной до $+71^\circ$, что превышает предел физиологических колебаний.

Таким образом, несмотря на то, что спортсмены III группы не предъявляли жалоб на состояние здоровья и были действующими спортсменами, у них наблюдались изменения в сердце, которые можно трактовать как норму.

По характеру реакции на большие нагрузки спортсмены из рассмотренных выше групп были разделены нами на две подгруппы с благоприятной реакцией на нагрузку (тип А) и с неблагоприятной (тип Б).

Благоприятная реакция на большую нагрузку, как следовало ожидать, чаще всего наблюдалась у спортсменов I группы (76,42%). У недостаточно тренированных к данной нагрузке встречалась неблагоприятная реакция (23,58%), по-видимому у спортсменов II группы реакция на нагрузку оказалась хуже: благоприятная типа А, отмечена уже не у большинства, а лишь у 43,31%, неблагоприятная, типа Б, — у 54,69%. Здесь, надо полагать, сказались недостаточная функциональная полноценность миокарда в связи с недостаточной тренированностью или с некоторыми патологическими изменениями.

У спортсменов III группы по сравнению со II соотношение благоприятных и неблагоприятных реакций на нагрузку существенных различий не обнаруживает: тип А — 43,75%, тип Б — 56,25%. На нашем материале не выяснилось, вероятно, вследствие того, что III группа составляли только высокотренированные спортсмены, у которых, несмотря на изменения миокарда, неслучайно разницы в типе реакции на нагрузку может наблюдаться высокой приспособленностью их организма к большим физическим нагрузкам.

В нашем исследовании изменения ЭКГ после больших нагрузок у спортсменов с реакцией типа А по сравнению с реакцией типа Б характеризовались: меньшим ускорением сердечных сокращений; немного большим ускорением внутрижелудочковой проводимости, что, по мнению F. Schellong, 1937, является хорошим функциональным показателем, а также большим укорочением электрической систолы желудочков, благодаря которому электрический показатель увеличивался в меньшей степени. Все это указывает на лучшее функциональное состояние миокарда и более экономную реакцию на нагрузку у спортсменов с реакцией

Характерны изменения вольтажа и формы зубца Т после больших нагрузок, особенно в однополюсных отведениях. Вольтаж зубца Т в группах спортсменов в отведениях I, II, III, V₁₋₆, что свидетельствует об улучшении метаболизма миокарда, его электрической активности, в то время как в отведении Б он снизился во всех отведениях, стал двухфазным, или даже отрицатель-

ным в отдельных отведениях, что указывает на перегрузку сердечной мышцы, ухудшение в ней обменных процессов.

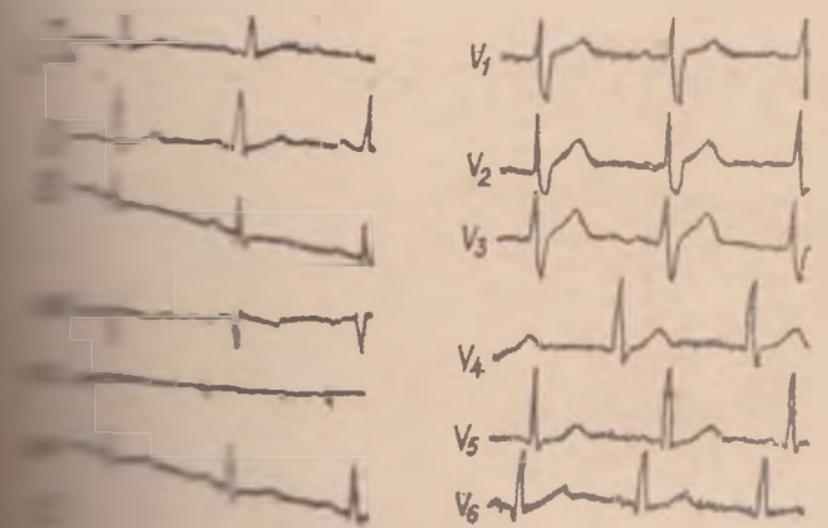
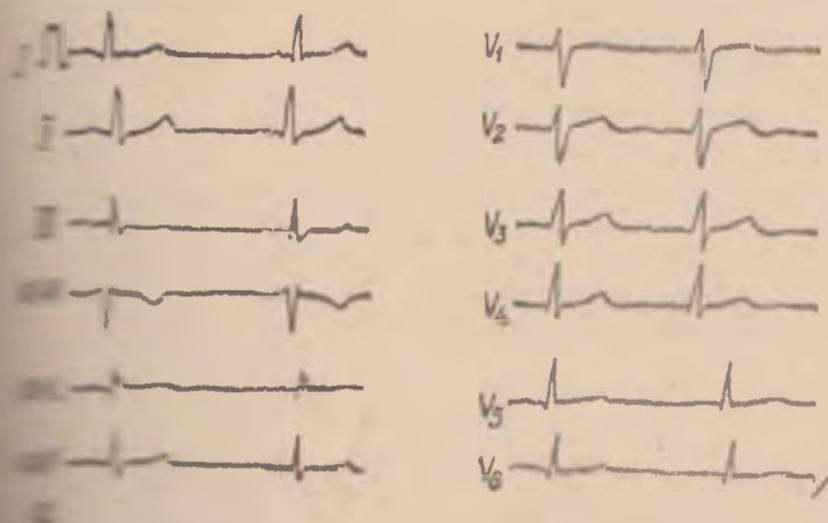
При рассмотрении типов реакций на большие нагрузки по трем нашим группам выяснилось, что в сравнении показателей ЭКГ по типам реакции в I группе не разница в частоте сердечных сокращений, длительность интервалов $P - Q$ и QRS незначительна. Значительные различия в длительности электрической систолы желудочков как по абсолютной величине, так и по относительной, главным образом, за счет превышения в группе Б должной величины у ряда спортсменов: $0,10 - 0,11$ сек. Систолический показатель в группе А значительно меньше.

Благоприятную реакцию спортсмена I группы демонстрируем на примере мастера спорта по борьбе М., 23 лет. Осмотр спортсмена и регистрация ЭКГ производились непосредственно перед соревнованием на первенство Советского Союза по вольной борьбе, когда спортсмен волновался. Поэтому у него несколько учащен темп сердечных сокращений, повышено артериальное давление по сравнению с обычными данными. На состояние здоровья спортсмен жаловался, тоны сердца приглушены, артериальное давление $150/70$ мм рт. ст.

По данным ЭКГ ритм синусовый, 81 сокращение в 1 мин., на ЭКГ отмечается некоторое замедление проведения возбуждения по правой ножке пучка Гиса, зубчатость зубца S в правых грудных отведениях. Это нередко имеет место у спортсменов. Отсутствие других изменений ЭКГ систолический показатель превышает должную величину на 4 мм. Этот вариант ЭКГ является вариантом нормы (рис. 14 а).

После соревнований в ЭКГ произошли изменения, характерные для здоровых спортсменов реакцией типа А (рис. 14 б). Сохранился синусовый ритм с частотой сердечных сокращений 111 ударов в минуту, произошло укорочение длительности предсердно-желудочковой проводимости (интервала $P - Q$), систолический показатель значительно превысил физиологические границы на 9 мм. Зубец T конкордантно направлен в отведениях, соответствующих передней и задней оси сердца и зубца T конкордантно направлен

...во, увеличился также показатель $\hat{R} - \hat{T}$, оставаясь в пределах нормы. Вольтаж зубца T возрос во всех отведениях (кроме T_{III}), сегмент $S - T$ слегка сместил-



...жена из первой группы с реакцией типа А.
 ...электрической линии в нескольких от-
 ... I, III, aVF, V₆). Таким образом, физиче-
 ... была больше изменения в ЭКГ, но
 ... следует оценивать как благоприятные.

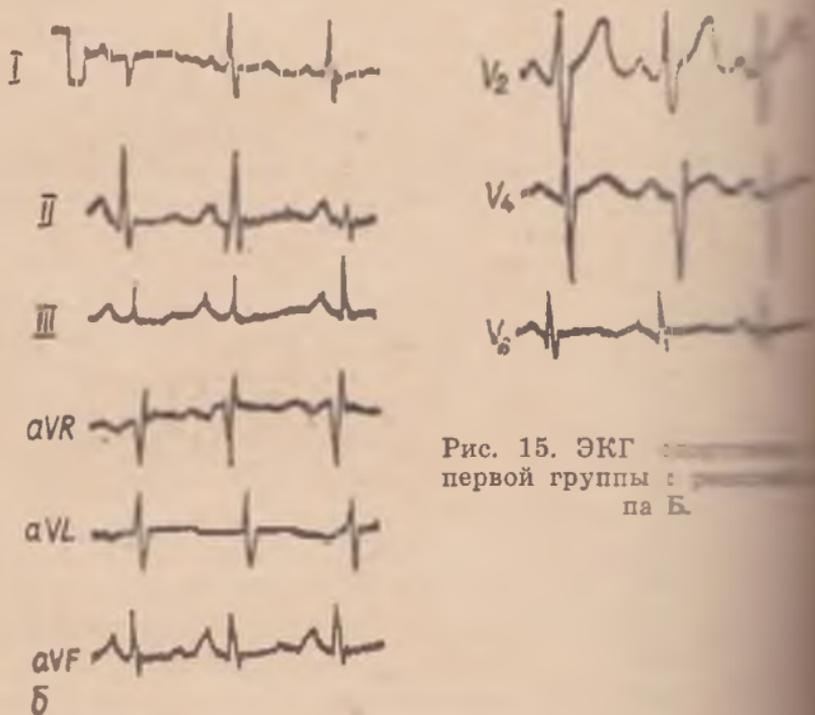
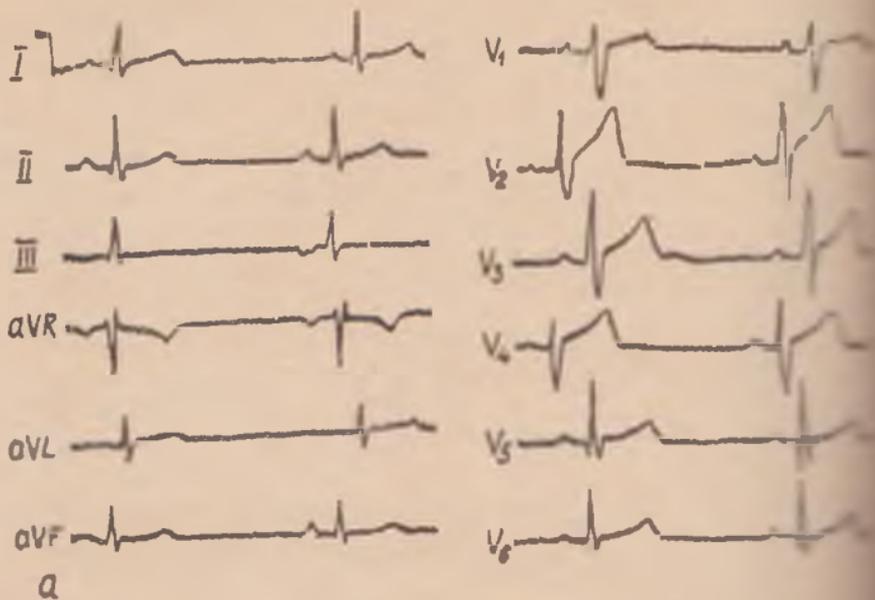


Рис. 15. ЭКГ
 первой группы :
 на Б.

Они характерны для спортсменов после больших физических нагрузок.

Приводим пример неблагоприятной реакции у здорового спортсмена из I группы. Мастер

спорту (шоссе) Т., 21 года, на состояние здоровья не жаловался. Тоны сердца чистые, артериальное давление — 120/70. Со стороны внутренних органов патологических изменений не обнаружено, на ЭКГ (рис. 15 а) синусовая брадикардия с частотой сердечных сокращений 48 уд/мин, предсердно-желудочковая и внутрижелудочковая проводимость в пределах нормы, систолический показатель меньше нормы на 9% (норма 41), нормальное положение электрической оси сердца и показателя $\hat{R} - \hat{T}$ (+26°). Вольтаж зубца Т высокий во всех отведениях, за исключением зубца Т в III отведении, где он изоэлектричен. В целом ЭКГ является вариантом нормы.

После соревнований (велогонка на 160 км) на ЭКГ выявились типичные изменения, характерные для выраженного неблагоприятной реакции на нагрузку. Это проявляется при изменениях формы зубца Т. На ЭКГ видно, что синусовый ритм ускорился до 133 сокращений в мин., интервалы P — Q и QRS укоротились, как показано в норме, но систолический показатель превышает норму на 10%, а по сравнению с исходными данными — на 19%. Показатель $\hat{R} - \hat{T}$ увеличился до 65°, т. е. стал значительно больше нормы. Если же сравнить с исходными данными, то он увеличен на 54%. Выявлено уплощение до двухфазности и инверсии зубца Т в большинстве отведений (во II, III, aVF, V₄, рис. 15 б).

Эти данные указывают на перенапряжение миокарда передней, боковой и задней стенок левого желудочка. Следовательно, к такой большой нагрузке спортсмен был неподготовлен, вследствие чего и возникли такие большие выраженные неблагоприятные изменения в сердце.

Выраженную неблагоприятную реакцию на чрезмерную нагрузку видно также на ЭКГ у мастера велоспорта Ш., 25 лет, из II группы (группа спортсменов). Жалоб на состояние здоровья не жаловался, самочувствие было хорошим. Тоны сердца приглушены, артериальное давление — 120/70. Рентгенологически и на ЭКГ была определена гипертрофия правого желудочка сердца. Исходные данные ЭКГ: синусовый ритм с частотой 46—50 уд/мин, предсердно-

желудочковая проводимость в пределах нормы, следовательно показатель превышает на 3% норму, замедлено проведение возбуждения по правой ножке пучка Гиса.

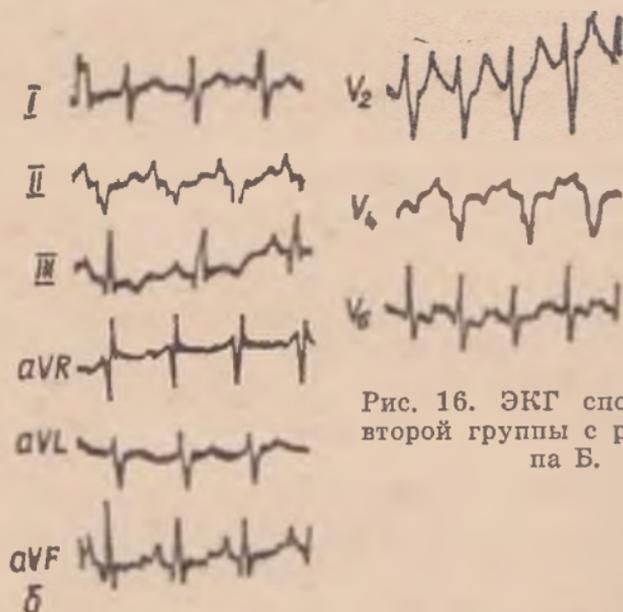
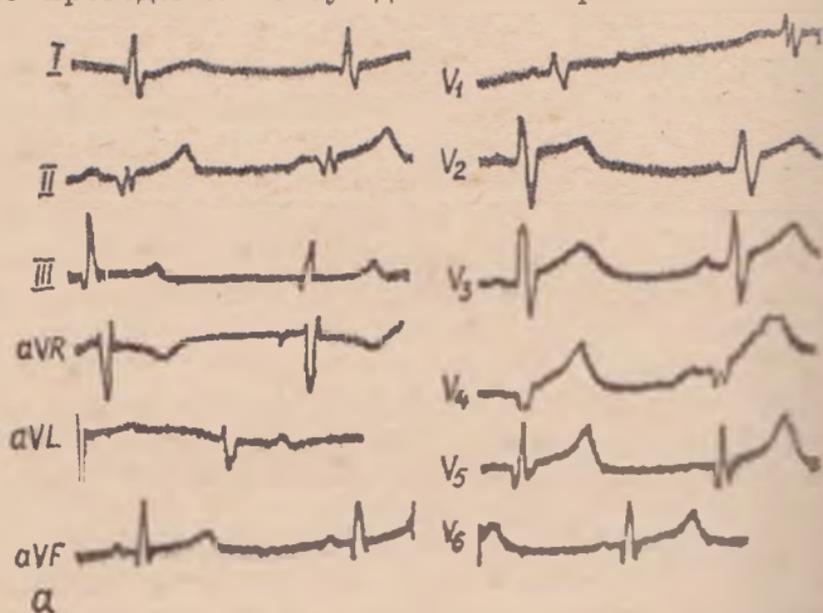
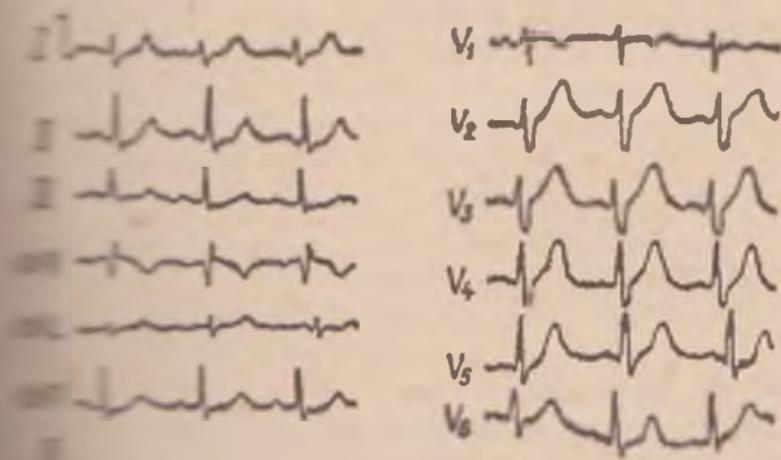
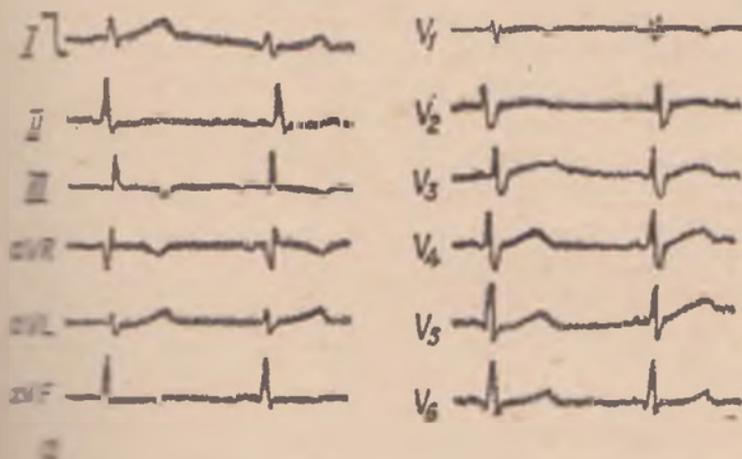


Рис. 16. ЭКГ спортсмена второй группы с реакцией на Б.

Гиса с увеличением времени местной электрической проводимости до 0,08 сек. Вертикальная электрическая ось сердца до 0,08 сек., показатель $\hat{R} - \bar{T}$ равен 1,2. Вольтаж зубца P в I и III отведениях равен 0,15 мВ.

в отведении V_1 двухфазный (\pm). По данным ЭКГ определяются умеренные изменения миокарда (рис. 16 а).

После соревнований (рис. 16 б) синусовый ритм ускорился до 180 уд/мин, систолический показатель увеличился по сравнению с нормой на 9%, а показатель



ЭКГ спортсмена из второй группы с реакцией типа А.

— 30°, что на 30° превышает верхнюю границу. Высота зубца P во II и III отведениях резко снижена. Зубец T стал отрицательным в отведениях I, II, III, aVF , V_4 в отведении V_4 двухфазный (\pm), сегмент ST углубился в отведениях II, III, aVF и V_6 . Эти изменения зубца T свидетельствуют о возникновении изменений миокарда в области передней,

боковой и задней стенок левого желудочка. Нагрузка для организма спортсмена явилась неадекватной, вызвала такие неблагоприятные изменения в сердце.

В группе II А самым характерным являлось то, что несмотря на несколько сниженный вольтаж зубца T исходных ЭКГ, после большой нагрузки произошло увеличение вольтажа зубца T во всех отведениях, особенно значительное в правых грудных. Зубец T_{III} стал отрицательным при отклонении электрической оси сердца вправо, т. е. наблюдалось однонаправленное отклонение электрической оси сердца и зубца T , поэтому угловая разница в данной группе обычно не превышает физиологических границ.

На примере спортсмена Г. из II группы проиллюстрируем благоприятную реакцию типа А. Обследование данного спортсмена производилось во время важных соревнований по вольной борьбе, где спортсмен занял 1-е место в полулегком весе.

Мастер спорта Г., 25 лет, на состояние здоровья жаловался, артериальное давление 130/70, тоны сердца чистые. Изменений со стороны внутренних органов отмечалось. На ЭКГ ритм синусовый с частотой сердечных сокращений 62 уд/мин, предсердно-желудочковая, внутрижелудочковая проводимость и синусовый показатель нормальные, имеется неполная блокада правой ножки пучка Гиса, показатель $R - T$ превышает норму ($+74^\circ$), зубец T в отведениях V_1 отрицателен, в отведениях V_2, V_3, V_4 — низкий, во II отведении низкий. Такие изменения ЭКГ особенно зубца T свидетельствуют о диффузных изменениях миокарда (рис. 17 а).

После соревнований артериальное давление 170/60, на ЭКГ (рис. 17 б) определяется умеренная синусовая тахикардия — 116 сокращений в 1 мин, синусовый показатель увеличился против исходного на 9%, показатель $R - T$ уменьшился до нормы. Сегмент $S - T$ сместился книзу от изоэлектрической линии в отведениях II, III, aVF, V_6 . Отрицательный зубец T остался только в отведении V_1 , во всех остальных отведениях вольтаж зубца T значительно увеличился.

Несмотря на такие большие сдвиги в функционировании сердца, реакцию следует считать благоприятной.

приятной (типа А), т. к. вольтаж зубца *T* свидетельствует об улучшении метаболических процессов миокарда.

При реакции типа Б после нагрузки отмечается снижение вольтажа зубца *T* обычно во всех отведениях, симметрическая ось сердца часто отклоняется влево и у большинства спортсменов наблюдается дискордантное (в противоположном направлении) отклонение векторов комплекса *QRS* и зубца *T*.

Приведем пример реакции типа Б у спортсмена И.

Обследовался мастер спорта по штанге Р., чемпион Европы в полутяжелом весе. Обследование производилось накануне соревнований. Никаких жалоб на состояние здоровья не поступало. Перед соревнованием усиленно стогаял вес. Тоны сердца приглушены, артериальное давление — 125/75. По данным ЭКГ синусовый ритм 62 уд/мин, имеются признаки гипертрофии левого предсердия, о чем свидетельствует зазубренный, зазубренный зубец *P* во всех отведениях: положительный (\pm) в отв. V_2 , отрицательный в отведении V_1 . Характерные изменения миокарда левого желудочка, что указывает на уплощение зубца *T* в отведениях I, II, III, aVL, aVF, V_{5-6} . В отведении V_1 зубец *T* выше, чем в отведении V_6 , что свидетельствует о перегрузке левого желудочка.

После соревнований спортсмен почувствовал слабость и головокружение. Частота сердечных сокращений — 120 ударов в минуту. ЭКГ — синусовый ритм, 120 ударов в минуту. Электросимметрическая ось сердца отклонилась вправо на 23° , а зубец *T* — влево на 11° , показатель $\bar{R} - \bar{T}$ стал $+106^\circ$ (нормальный был $+72^\circ$), возникли признаки гипертрофии и перенапряжения обоих предсердий, об этом свидетельствует появление высокого зубца *P* во II, III, aVF, aVL, aVF, V_{5-6} . В отведениях I, II, V_4 , V_5 зубец *P* стал зазубренным.

На ЭКГ определяется электрокардиографическим синдром перенапряжения сердца вследствие гипертрофии миокарда левого желудочка и гипертрофии левого предсердия, на это указывает появление высокого зубца *T* в отведениях I, II, V_4 , V_5 , сниже-

ние сегмента $S - T$ от изолинии в отведениях I, II, aVF, V₃, V₄, V₅, V₆.

Таким образом, по данным ЭКГ имеется выражено неблагоприятная реакция сердца спортсмена на соревновательную нагрузку. Возможно, что одной из причин неблагоприятной реакции на нагрузку явилась усиленная сгонка веса (5 кг), ослабившая организм и его сердечную деятельность, а также и большая потеря солей (в частности, солей калия), которая сказалась на электролитном балансе миокарда.

У спортсменов III группы может не быть особых различий в темпе сердечных сокращений, в длительности предсердно-желудочковой и внутрижелудочковой проводимости по сравнению со спортсменами II группы, но систолический показатель у них, (у спортсменов III группы), в большей степени превышает должные величины, а вольтаж и особенно зубец T в различных отведениях (стандартных и нестандартных) имеют значительные отклонения от нормальных значений, свидетельствующие о нарушении метаболизма миокарда. Однако реакция на большие нагрузки тоже может быть благоприятной, умеренно неблагоприятной и выражено неблагоприятной характер.

Приводим данные реакции на соревновательную нагрузку спортсмена из III группы с благоприятной реакцией на большую соревновательную нагрузку.

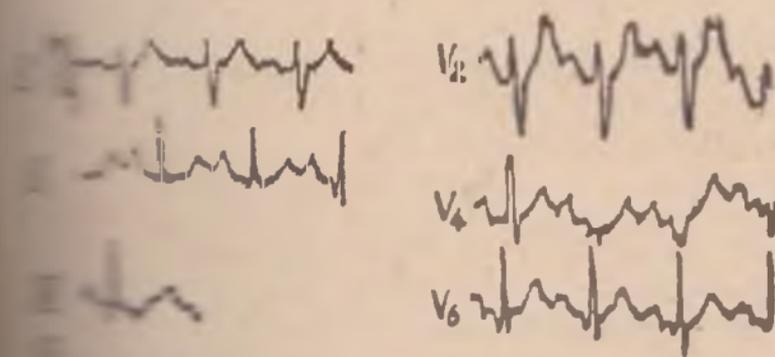
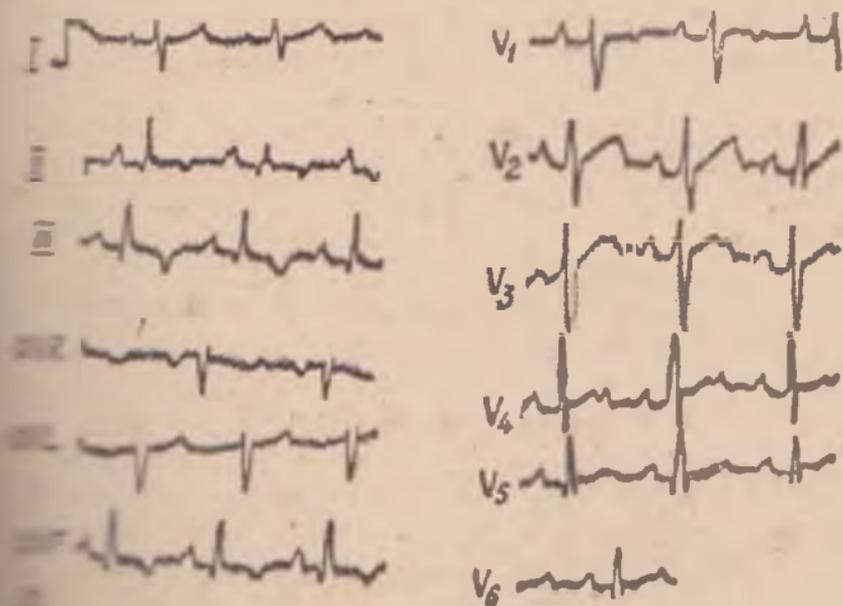
Мастер спорта по плаванию П., 21 год, на соревнованиях здоровья не жалуется.

Осмотр спортсмена производился за 10--15 минут перед стартом всесезонных соревнований по плаванию. Спортсмен сильно волновался. Артериальное давление 140/115, ЭКГ — синусовая тахикардия — 105 ударов в мин., систолический показатель превышает нормальную величину на 3%, $R + 100^\circ$, $T - 60^\circ$. $\hat{R} - T + 160^\circ$. Зубец P высокий и зазубренный во III, aVF, V₁₋₆ отведениях, зубец T в отведениях I, II, aVF отрицательный, V₂₋₆ — двухфазный, зубец U — двугорбый.

По данным ЭКГ определяется электрокардиографический синдром перенапряжения миокарда в переднебоковой и перегородочной области, т. е. синдром

изменения миокарда желудочков и предсердий.
рис. 18 а).

После соревнования (рис. 18 б) на ЭКГ определяется
узловая тахикардия, частота сердечных сокращений



...из третьей группы с реакцией типа А.

...электролитический показатель увеличился про-
...величины на 10%. Электрическая ось
...без изменений $+100^\circ$, а зубец T откло-
...показатель $\hat{R} - \hat{T}$ уменьшился до $+106^\circ$.
... \hat{R} и \hat{T} возрос во всех отведениях (кро-

ме III), зубец T стал положительным в отведениях III, V₄, V₆, что указывает на улучшение состояния метаболизма миокарда. В общем изменения свидетельствуют о больших сдвигах в функциональном состоянии сердца, однако по характеру реакции зубца T большую нагрузку их следует отнести к реакции типа А.

При реакции типа Б у спортсменов III группы исходит усугубление имеющихся признаков патологии миокарда или появление новых (например, желудочковых или предсердных экстрасистол, возникновение атрио-вентрикулярного ритма и т. п.).

Итак, рассмотрение типов реакции на большие нагрузки с учетом исходного состояния миокарда позволило выявить, что она зависит от ряда причин: исходного состояния миокарда, объема и характера физической нагрузки, подготовленности к ней спортсменов. У здоровых и хорошо тренированных чаще наблюдается благоприятная реакция на нагрузку (тип А), у спортсменов с умеренными и выраженными изменениями миокарда и недостаточно тренированных реакция на нагрузку неблагоприятная (тип Б).

Однако реакция типа А может наблюдаться и у умеренных или даже выраженных изменений миокарда. Это можно объяснить адаптацией сердечно-сосудистой системы спортсменов к большим нагрузкам в процессе образования и мобилизации различных компенсаторных механизмов, выработанных в процессе длительной систематической тренировки.

Таким образом, важнейшим фактором успешности тренировки с применением больших нагрузок является повышение адаптации сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам в результате их кумулятивного действия на организм. При исследовании спортсменов с большими нагрузками отчетливо выявляется ряд признаков, характеризующих сердце тренированного спортсмена. К ним относятся: уменьшение реактивности миокарда на одинаковых стандартных нагрузках (это проявляется в уменьшении частоты сердечных сокращений, уменьшении систолического показателя, а также в снижении артериального давления). Следовательно, тренировка является раздражителем на сердце, уменьшающим вследствие адаптации к нему реагирующих систем.

В процессе нагрузки укорачивается фаза враты-
тия и раньше наступает фаза устойчивого состояния.
Эти данные свидетельствуют о более быстрой настрой-
ке координационных механизмов в центральной нерв-
ной системе и наступлении динамического стереотипа,
т. е. слаженной уравновешенной системы внутренних
процессов, обеспечивающих более экономную деятель-
ность всех систем организма.

Качественные показатели деятельности сердца хо-
рошо тренированных спортсменов, по данным ЭКГ, су-
щественно отличаются от таковых у спортсменов, не-
привыкших к данной нагрузке. У первых опреде-
ются правильные соотношения между интервалами,
интервалами и зубцами ЭКГ; форма и вольтаж зубцов
не изменяется, но умеренно и не имеют признаков
напряжения миокарда. Между тем, у нетренированных
на той же стандартной нагрузке наблюдаются огром-
ные сдвиги, свидетельствующие о гипоксии и чрезвы-
чайно напряженной работе сердца, а в некоторых
случаях реакция даже выходит за пределы физиоло-
гических колебаний. Следовательно, сердце хорошо
тренированного спортсмена работает в более благо-
приятных условиях, оно меньше истощает свои ресур-
сы и тем раньше наступает восстановление.

Реакция сердца на большие нагрузки в восстановительном периоде

Вместо обычных стандартных физических нагруз-
ок, которые обычно применяются в лабораторных
исследованиях для определения функционального состояния
сердечно-сосудистой системы спортсменов, изменения
не резко выражены и восстановительный пе-
риод с меньшими колебаниями в течение нескольких
дней проходит.

Большие изменения в сердце вызывают
кратковременные нагрузки, т. е. кратковременные, но с боль-
шой интенсивностью, например, бег на 100 метров. Од-
нако изменения у тренированных спортсменов со-
ставляются также сравнительно быстро прохо-
дят (— 1 час). Наибольшие изменения в серд-
це вызываются нагрузками, требующими выносливости.

Как изменилась электрическая актив-
ность сердца в отдаленном восстановительном периоде

после длительных больших нагрузок в зависимости от исходного состояния миокарда и типа реакции на нагрузку, и проследим за реакцией на эти нагрузки.

Прежде всего следует отметить, что длительные восстановительного периода у спортсменов не однократна и имеет различный характер. У большинства

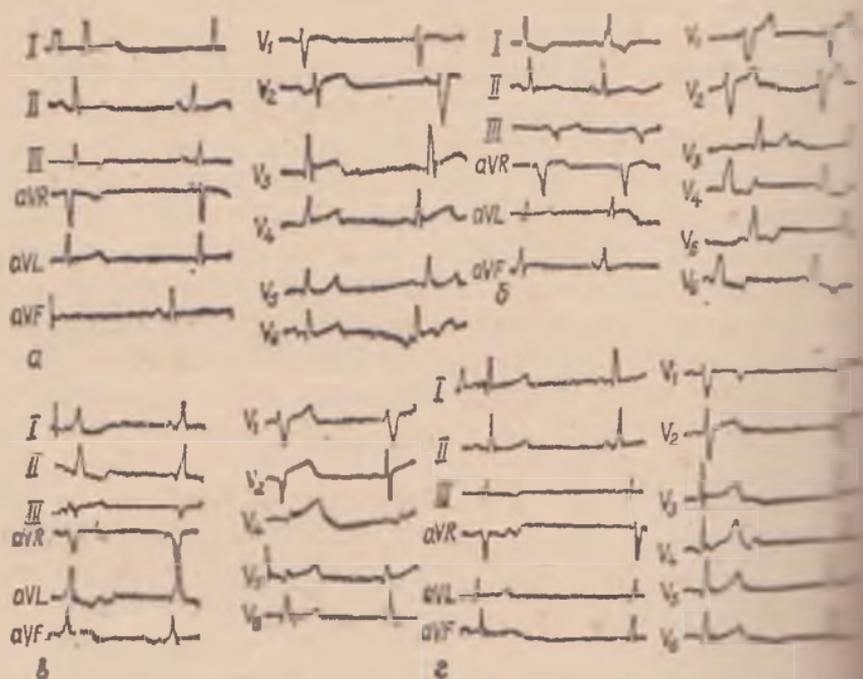
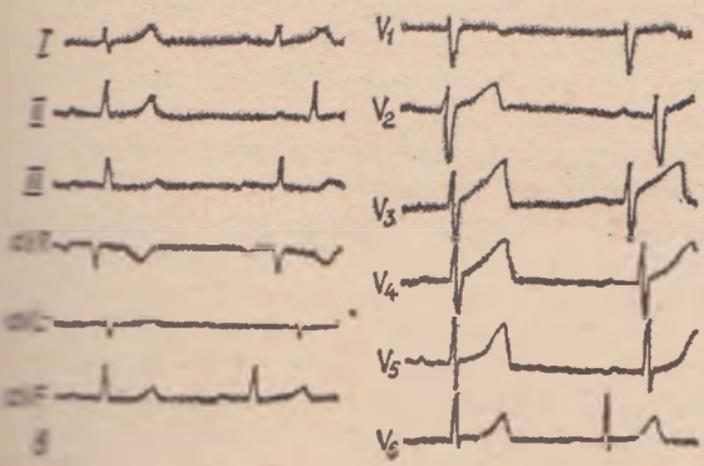
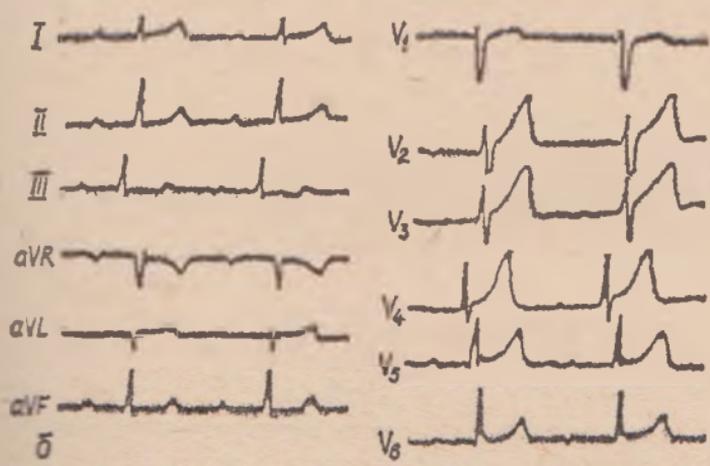
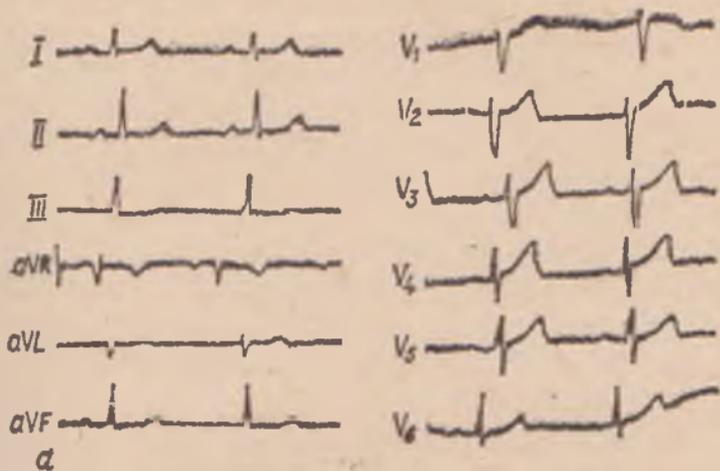


Рис. 19. ЭКГ спортсмена из третьей группы с реакцией

спортсменов I и II группы с реакцией на нагрузку типа А в восстановительном периоде не произошло ухудшения в состоянии сердечной мышцы и ЭКГ приобретает исходную форму без особого ухудшения показателей. У небольшого числа спортсменов наблюдается кратковременное умеренное ухудшение показателей ЭКГ, полностью ликвидировавшееся до конца восстановления.

У спортсменов этих же групп с реакцией типа А в сердце происходили неблагоприятные изменения, которые быстро проходили и наступало полное восстановление. Однако в отдельных случаях (чаще у спортсменов из II и III групп) наступали выраженные неблагоприятные изменения в сердце по данным ЭКГ. Например, у мастера спорта по лыжам



ЭКГ спортсмена из третьей группы с реакцией типа Б.

сутки после 50-километровой лыжной гонки возникло преждевременное возбуждение желудочков (синдром Вольфа-Паркинсона и Уайта — WPW), которое держалось 2 суток, а затем ликвидировалось (рис. 19 а, б, в). У футболиста, мастера спорта Л., 20 лет, на исходной ЭКГ определялись умеренные изменения миокарда, атрио-вентрикулярная проводимость составляла 0,18 (норма). Сразу после матча наступила предсердная желудочковая блокада — интервал $P - Q$ замедлился до 0,26 сек., продолжая замедляться еще 2 суток до 0,29 сек., и только на 4-е сутки достиг верхней границы нормы (0,20 сек.), но все еще не пришел к исходной величине (рис. 20 а, б, в).

Аналогичные изменения наблюдались у лыжника I спортивного разряда К., 20 лет, у которого в исходной ЭКГ при ритме 50 уд/мин наблюдалась предсердная желудочковая блокада — удлинение атрио-вентрикулярной проводимости до 0,24. Другие показатели не отклонялись от нормы. Сразу после бега на 20 км на частоте сокращений 100 в мин. интервал $P - Q$ увеличился до 0,20, но на следующий день при ритме 60 уд/мин атрио-вентрикулярная проводимость увеличилась до 0,37—0,39 и только на 3-й день после загрузки она стала нормальной — 0,18.

Имеется много примеров, когда при нормальных исходных ЭКГ в отдаленном периоде восстановления появлялись предсердные и желудочковые экстрасистолы, атрио-вентрикулярный ритм, миграция ритма, ритма, возникал электрокардиографический синдром перенапряжения сердца и т. п.

Таким образом, у спортсменов, имеющих повышенную нагрузку на сердечную мышцу, чаще, чем у спортсменов без повышенной нагрузки, в отдаленном восстановительном периоде развиваются патологические изменения миокарда, которые не обнаруживаются сразу после нагрузки.

На основании анализа ЭКГ группы велогонщиков (шоссейников, мастеров спорта), выполнивших длительные, тяжелые, большие и часто повторяющиеся нагрузки (многодневная велогонка), продемонстрировавших в отдаленном восстановительном периоде в значительной степени от исходного состояния сердца и типа реакции на нагрузку.

Велогонка состояла из 6 этапов общей продолжительностью 60 часов.

ностью 943 км с перепадом высот до 752 м над уровнем моря.

Обследование спортсменов производилось утром в день соревнований (исходные фоновые данные), а затем на старте и на финише трех этапов: I — прохождение 156 км за 4,5 часа; III — 138 км за 4 часа; VI — 135 км за 6,5—7 часов.

После прохождения последнего этапа артериальное давление и ЭКГ регистрировались не только сразу после нагрузки, но спустя 4 часа по окончании соревнований, а также в отдаленном восстановительном периоде через 1, 3, 4, 5 суток. ЭКГ записывалась до соревнований в состоянии мышечного покоя лежа в общепринятых 12 отведениях, сразу после нагрузки в 6 отведениях (стандартных и в отведениях V₄, V₆).

Анализ полученных данных показал, что характер отдаленного периода реституции спортсменов после больших физических нагрузок не всегда соответствует непосредственной реакции на нагрузку. Поэтому для правильной оценки функционального состояния спортсмена необходимо учитывать как реакцию на нагрузку и характер течения отдаленного периода восстановления. Эти данные имеют важное практическое значение для врача при функционально-диагностической оценке сердечно-сосудистой системы спортсмена и тренера при планировании режима тренировочного процесса (чередование нагрузок и интервалов отдыха). Иллюстрируем это положение на примере трех спортсменов.

Пример 1. Спортсмен, у которого ЭКГ не отклоняется от нормы, с реакцией на нагрузку хотя и очень кратковременной, но типичной для здорового и хорошо тренированного сердца (тип А) и с благоприятно протекающим ближайшим и отдаленным восстановительным периодом. Исходная ЭКГ снималась накануне соревно-

вания. Спортсмен Н., 27 лет, хорошо тренированный. На состояние здоровья не жалуется, артериальное давление 120/80 мм рт. ст., тоны сердца чистые, рентгенологически в состоянии покоя определялась гипертрофия левого желудочка, ударный объем сердца 60 мл, минутный объем 3600 мл. Исходная ЭКГ: выраженная

Изменения частоты сердечных сокращений, систолического
восстановительном периоде

Время исследования	Частота сердечных сокращений	Систолический показатель	
До соревнования	43	0	8
Сразу после соревнований	150	+11	4
Спустя 4 часа	79	+7	6
Через сутки	73	+4	6
3 суток	41	-1	6
5 суток	40	-1	7

синусовая брадикардия 43 уд/мин, предсердно-желудочковая и внутрижелудочковая проводимость нормальные, систолический показатель соответствующий должному. Небольшое отклонение электрической оси сердца вправо (+71°), показатель $\bar{R} - T$ в пределах нормы (+41°). Вертикальная электрическая ось сердца. Небольшое замедление внутрижелудочковой проводимости по правой ножке пучка Гиса. Вольтаж зубца T высокий, за исключением двухфазного (=) в отведении T_{III} (рис. 21 а, табл. 15). ЭКГ без патологических изменений.

Спортсмен был лидером гонки и первый финишу, показав высокий спортивный результат. После гонки он устал, но на состояние здоровья не жаловался. Артериальное давление 150/50 мм рт. ст. ЭКГ (рис. 21 б) синусовый ритм 150 уд/мин. Интервалы $P - Q$ и QRS укоротились в пределах нормы. Систолический показатель возрос и превысил норму. После гонки произошло расхождение электрических осей зубца T , первый отклонился вправо до +108°, второй влево до 0°, вследствие чего показатель $\bar{R} - T$ стал высоким (+108°). Вольтаж зубца T значительно возрос в отведениях V_2, V_3, V_4 , но в стандартных отведениях, усиленных от конечностей (aVR, aVL) и в отведении V_6 немного снизился. Сегмент $S-T$ в отведениях II, III, aVF, V_6 сместился книзу на 1—2 мм. Эти данные свидетельствуют о

для и вольтажа зубца T после соревновательных нагрузок и в спортсмена Н.

Вольтаж зубца T (в мВ)

	aVR	aVL	aVF	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
	-6	6	4	3	12	10	10	10	8
	-3	4	1	—	17	—	12	—	3
	-6	4	3	5	11	12	8	12	11
	-5	4	-3	2	8	—	9	6	4
	-6	4	3	4	12	12	13	10	8
	-7	3	5	2	12	12	12	10	8

сдвигах в сердце, но их нельзя оценивать как неблагоприятные после таких больших нагрузок. Они являются типичными (рис. 22 б).

После установившегося периода как ближайший, так и последний протекал благополучно. Через 4 часа (рис. 22 в) артериальное давление стало 125/80 мм рт. ст., ЭКГ: синусовый ритм замедлился до 79 уд/мин, систолический показатель уменьшился, но еще превысил нормальную величину на 7%, показатель $\hat{R} - \hat{T}$ снизился до нормы ($+41^\circ$), вольтаж зубца T в тех отведениях, где он был сразу после нагрузки повышен, снизился, а в тех отведениях, где он был снижен, пошел к исходному уровню. Данный сегмент $S - T$ достиг исходного уровня. Данные свидетельствуют, что деятельность сердца еще усилена, но возвращается к исходным данным.

Через 10 минут такое же состояние было и на следующее измерение: артериальное давление 115/70 мм рт. ст. — синусовый ритм 76 уд/мин, систолический показатель превысил нормальную величину на 4%, показатель $\hat{R} - \hat{T}$ снизился до исходного уровня, вольтаж зубца T постепенно снизился, но еще не пришел к исходному уровню (рис. 22 г).

Через 20 минут самочувствие хорошее, артериальное давление 115/60 мм рт. ст. ЭКГ: (рис. 21 д) ритм замедлился до 41 уд/мин, т. е. стал несколько ниже нормы, уменьшился по сравнению с исходным уровнем также систолический показатель — на

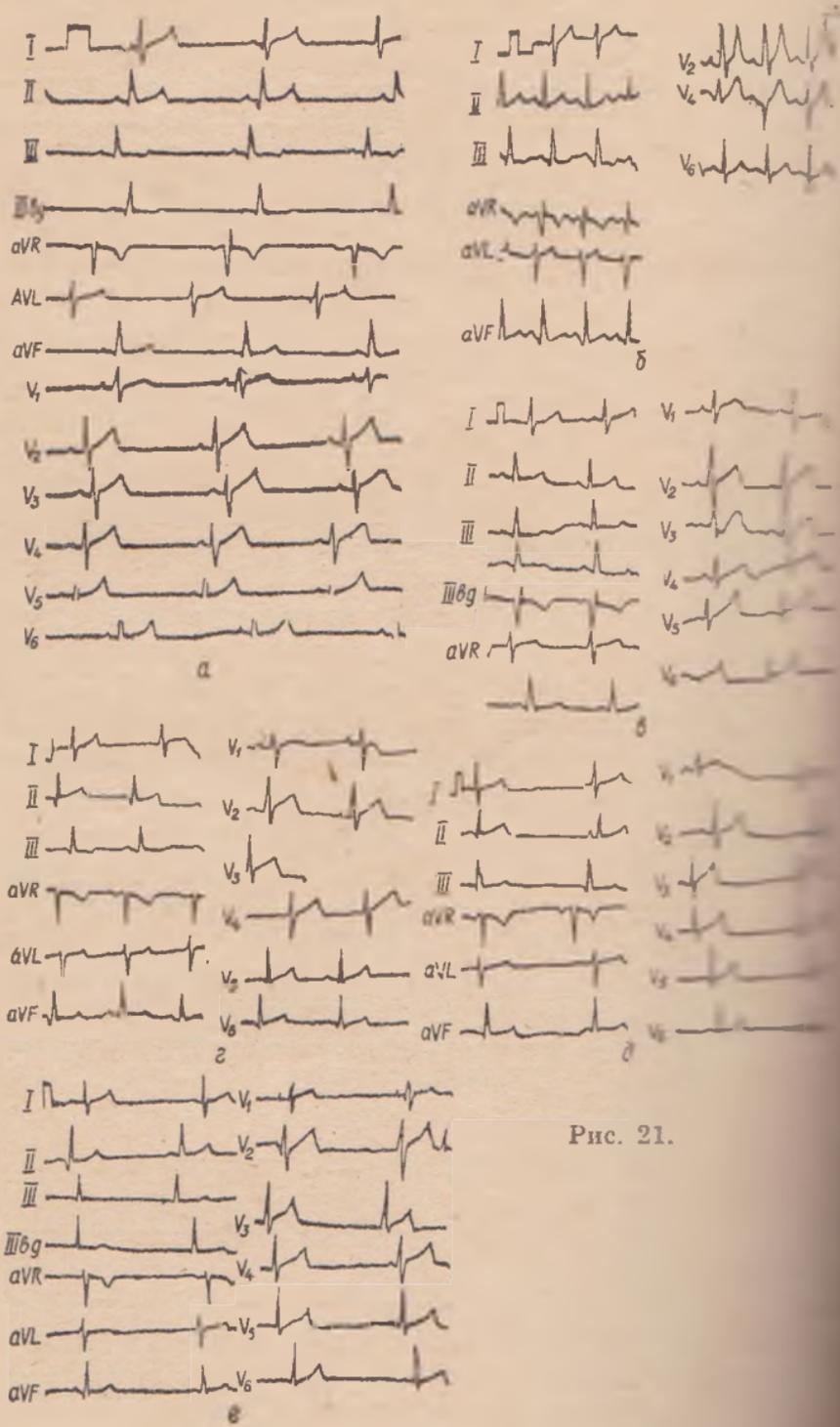


Рис. 21.

показатель $R - T$ на 7%, а интервал $P - Q$ увеличился на 0,03 сек., вольтаж зубца T возрос как в стандартных отведениях II, III, так и в V_1, V_2, V_4 грудных отведениях не только по сравнению с первым днем установления, но даже с исходными данными (рис. 7, табл. 18). Такие изменения ЭКГ указывают на уплотнение фазы экзальтации. Затем ЭКГ постепенно приближалась к исходному уровню и полное восстановление всех показателей ЭКГ у спортсмена началось на 5 сутки после соревнований. (Рис. 22 *e*).

В целом данные свидетельствуют о хорошей подготовленности сердца спортсмена к данной нагрузке и благоприятно протекающем восстановительном пе-

Пример 2. Спортсмен, у которого исходные данные ЭКГ были нормальными, но после соревновательной нагрузки явно свидетельствовали об острой перегрузке сердца вследствие неподготовленности спортсмена к таким частым и большим нагрузкам. Реакция вышла за пределы физиологической нормы, тем не менее к концу отдаленного восстановительного периода ЭКГ почти нормализовалась.

Востер по велоспорту И., 24 лет, на состояние здоровья не жаловался. Рентгенологически определялась умеренная гипертрофия обоих желудочков сердца, минутный объем сердца — 79,5 мл, минутный объем крови — 1172 мл, тоны сердца чистые, артериальное давление 120/80 мм рт. ст., ЭКГ: (рис. 22 *a*) синусовый ритм, выраженная брадикардией 44 уд/мин, предсердная проводимость в пределах нормы, время проведения возбуждения по правой ножке сердца. систолический показатель превышает нормальную величину на 1% (нормальный), показатель диастолический нормальный, зубец T в отведении V_1 отклонен влево, в отведении V_2 слегка уплощенный, сегмент $ST - T$ в отведении III, aVF, V_6 имеет петлевидную форму. По данным ЭКГ имеются умеренные изменения ритма сердца правого желудочка.

После соревнований возникла резко-выраженная неблагоприятная реакция сердца (тип Б), свидетельствующая о перегрузке не соответствующей функциональным возможностям сердца спортсмена. На это указы-

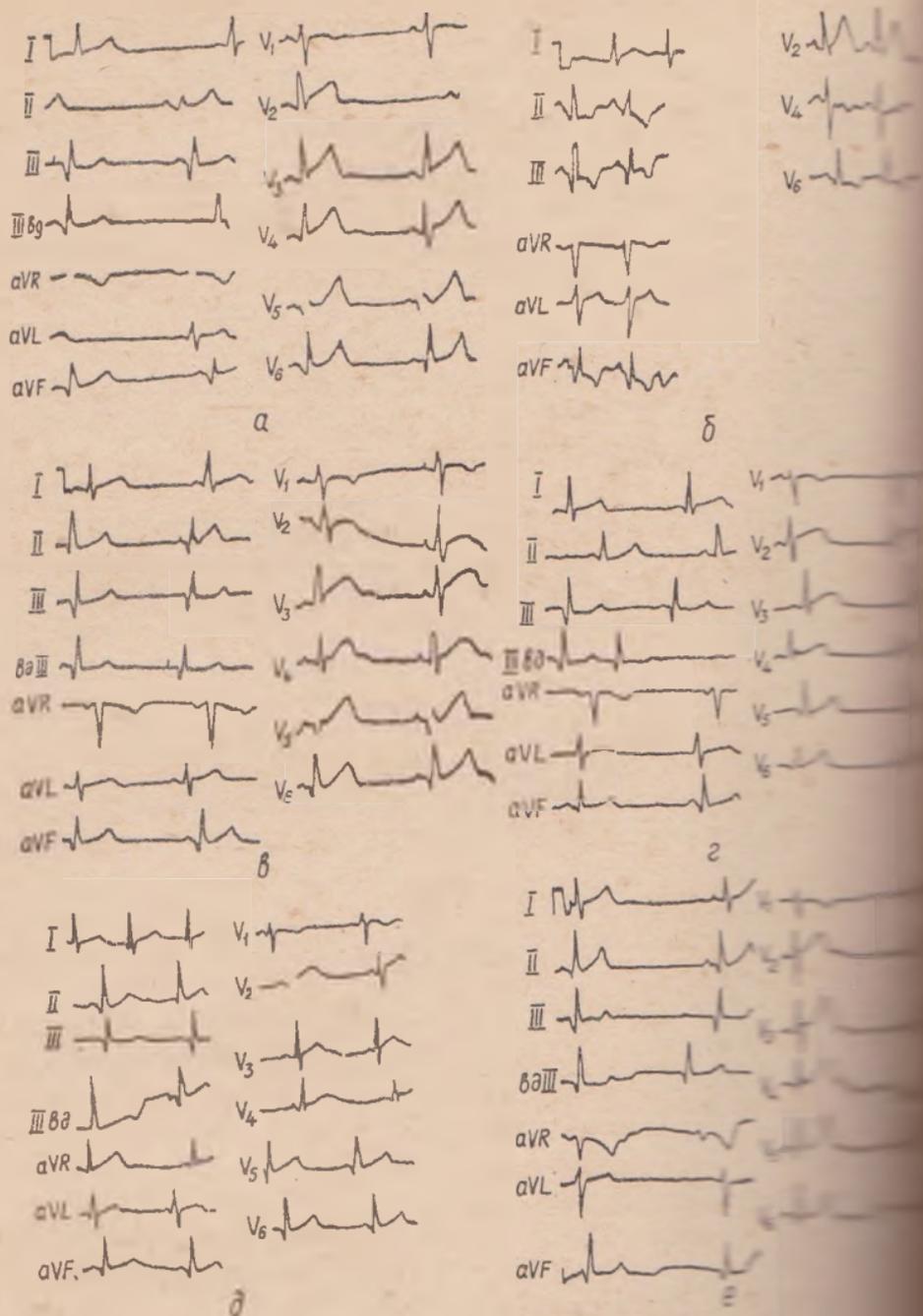


Рис. 22.

вают данные ЭКГ (рис. 22 б). При 146 уд/мин систолический показатель R — T жную величину на 10%, показатель R — T

высоким (+121°), зубец *P* в отведениях II, III, V₂, V₄ тоже стал очень высоким. Особенно большие изменения произошли в зубце *T*: в отведениях II, III, aVF, V₄ он стал отрицательным, в отведении V₄ двухфазным (=); сегмент *S—T* в отведениях II, III, aVF, V₄, V₆ ниже изоэлектрической линии, что указывает на недостаточное кровоснабжение сердца. Все эти данные свидетельствуют об остром перенапряжении миокарда задней, боковой и передней стенок левого желудочка. Тем не менее, несмотря на столь большие изменения в сердце, на 5-е сутки наступило значительное улучшение состояния миокарда.

Приводим эти данные. Через 4 часа после соревнования отмечается некоторое улучшение состояния сердца, но остаются диффузные изменения сердечной мышцы типа перенапряжения, на это указывают следующие показатели ЭКГ: синусовый ритм 54 уд/мин, систолический показатель уменьшился, он теперь превышает норму только на 3%. Вольтаж зубца *P* снизился, зубец *T* возрос в стандартных, aVF, V₄, V₆ отведениях и снизился в отведениях V₁, V₂ и стал уплощенным в отведениях V₂, V₃, V₄. Сегмент *S—T* в отведениях III, II, aVF слегка ниже изоэлектрической линии. Таким образом, признаки перенапряжения сердца еще сохраняются преимущественно в передней стенке и перегородке (рис. 22 в, табл. 16).

В 6-е сутки еще имели место признаки диффузных изменений миокарда, преимущественно в области перегородки. На это указывал отрицательный зубец *T* в отведении V₁, двугорбый и уплощенный в отведениях V₂, V₃. Кроме того, в отведениях V₅, V₆ зубец *T* имеет отрицательные вершины; сегмент *S—T* в отведениях III, II, aVF ниже изоэлектрической линии. Следовательно, еще имеется недостаточное снабжение миокарда кислородом (рис. 22 г).

На 3-е суток после соревнований артериальное давление 115/80 мм рт. ст. На ЭКГ определялась синусовая тахикардия — частота сердечных сокращений возросла от 54 до 38 уд/мин, появилась экстрасистолическая аритмия (экстрасистолия), которая определялась в отведении V₁ на вдохе. Систолический показатель возрос, но еще превышал должную величину на 10%. Зубец *T* продолжал оставаться уплощенным в

Изменения частоты сердечных сокращений и вольтажа зубца T И. с реакцией

Время исследования	Частота сердечных сокращений		
		T_1	
До нагрузки	44,0	6,0	
После соревнований	146	6,0	—
Спустя 4 часа после соревнований	54,0	4,0	
Спустя сутки	48,0	5,0	
Спустя 3 суток	54 — 38	4,0	
Спустя 5 суток	44,0	9,0	

отведениях V_2 , V_3 и V_4 , в отведении V_1 — отрицательным, сегмент $S-T$ в отведениях III, aVF ниже изоэлектрической линии (рис. 22 д).

В общем, данные ЭКГ свидетельствовали о том, что имелись диффузные изменения миокарда типа коронарного напряжения с первичной локализацией в отделе задних городки с переходом на переднюю и заднюю стенок левого желудочка и сопровождалась нарушением ритма.

Через 5 суток: самочувствие хорошее, артериальное давление 120/80, отмечалось заметное улучшение состояния миокарда, но полного восстановления по всем показателям ЭКГ все же не наступило. Сохранился, как и в исходной ЭКГ, правильный синусовый ритм — 44 сокращения в мин., систолический

показатель соответствовал должному, показатель $R-T$ нормальный. Вольтаж зубца T возрос во всех отведениях за исключением V_1 , где он остался (как и до соревнований) отрицательным. Однако сегмент $S-T$ в отведениях II, III, aVF, V_5 , V_6 все еще имеет патологическую форму, что свидетельствует о недостаточном кровоснабжении сердечной мышцы (рис. 22 е).

Таким образом, несмотря на то, что спортсмен был высокотренированным и имел хорошие исходные данные состояния сердца по показаниям ЭКГ, он оказался неподготовленным к выполнению

равновательных нагрузок и в восстановительном периоде у спортсмена нагрузки типа Б

Вольтаж зубца T (мм)

	aVR	aVL	aVF	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6
1	-6,0	4,0	8,0	-2,0	11,0	15,0	14,0	14,0	13,0
2	-2,0	4,0	-5,0	—	17,0	—	5,0	—	-2,0
3	-3,0	3,0	6,0	-5,0	6,0	9,0	8,0	12,0	10,0
4	-5,0	1,5	7,0	—	4,0	6,0	6,0	13,0	8,0
5	-5,0	3,0	5,0	2,0	6,0	6,0	6,0	8,0	8,0
6	-7,0	4,0	6,0	-4,0	10,0	15,0	15,0	15,0	12,0

и частых нагрузок. Но поскольку восстановительные процессы у него протекали хорошо, то к концу отдаленного периода реституции изменения в сердце ликвидировались. Следовательно, неблагоприятные последствия такой большой нагрузки в данном случае оказались компенсированными, и спортсмен через некоторое время возобновил свою спортивную деятельность.

Случается, когда у спортсменов, давших сравнительно легкие нагрузки реакцию типа А, в отдаленном восстановительном периоде развивались весьма неблагоприятные изменения в сердце, характерные для перенапряжения сердечной мышцы.

Видно из третьего примера. Мастер по велоспорту Г., 25 лет, на состояние здоровья не жаловался. Сердце приглушено, рентгенологически гипертрофия желудочков не определялись, ударный объем 65 мл, минутный объем 4420 мл, артериальное давление 120/75 мм рт. ст. ЭКГ: (рис. 24 а) синусовый ритм 80/мин, предсердно-желудочковая проводимость нормальная, замедление проведения возбуждения по правой ножке пучка Гиса, систолический потенциал соответствует должному, показатель $R - T$ отрицательный (-45°), зубец P низкий, несколько зазубренный; зубец T в III отведении слабо двухфазный, в отведении V_1, V_2 несколько уплощенный, в

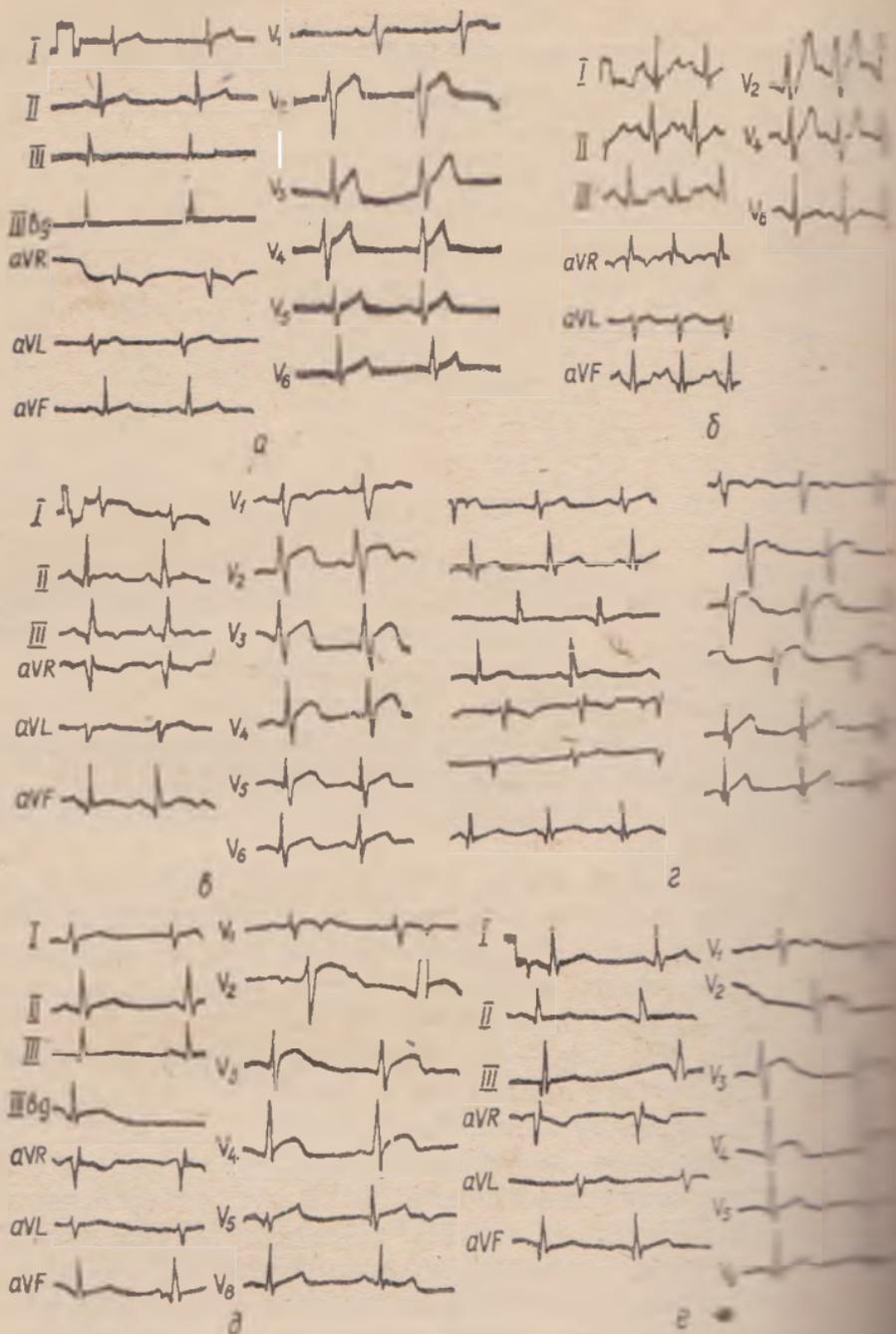


Рис. 23.

отведениях V_3 ; V_4 , V_5 заостренный. Данные зывают на небольшие изменения миокарда.

На финише отмечается большая реакция

ку (тип А). На это указывают данные ЭКГ (рис. 24 б). Ритм синусовый, 146 уд/мин продолжительность предсердно-желудочковой и внутрижелудочковой проводимости уменьшилась, систолический показатель увеличился на 4% против должной величины, показатель $R - T$ стал $+80^\circ$. Значительно возрос вольтаж зубца P в отведениях II, III, aVF, V_2 , V_4 . Вольтаж зубца T увеличился в отведениях V_2 , V_4 , в отведениях III, aVF стал двухфазным (\pm), в отведении V_6 снизился. Сегмент $S - T$ в отведениях II, III, aVF опустился ниже изоэлектрической линии.

Через 4 часа после соревнований спортсмен чувствовал себя очень усталым, на ЭКГ (рис. 24 в) возникли изменения, указывающие на диффузное поражение миокарда типа перенапряжения. При синусовом ритме 80 сокращений в мин. систолический показатель увеличился на 7% против должной величины. Вольтаж зубца T снизился во всех отведениях (кроме V_2) и стал уплощенным, во II и aVF отведениях двухфазным, а в III и в V_1 даже двухфазным.

Через сутки после соревнований спортсмен пожаловался на усталость. Продолжалось дальнейшее развитие патологических изменений в сердечной мышце. ЭКГ: (рис. 24 г) синусовый ритм остается ускоренным — 70 уд/мин, систолический показатель увеличился на 9% против должной величины; вольтаж зубца T в отведениях V_1 , V_2 , V_3 снизился, зубец T_{III} отрицательный, в отведении aVF уплощенный, в отведении V_1 отрицательный. В целом ЭКГ свидетельствовала о перенапряжении миокарда, преимущественно отдела передней стенки, задней и передней стенок левого желудочка. Деятельность сердца оставалась еще усиленной, в соответствии с исходными данными, восстановительные процессы замедлены.

Через 3 суток после соревнований спортсмен чувствовал себя усталым. Артериальное давление 120/80 мм рт. ст., ЭКГ: синусовый ритм 57 сокращений в мин., систолический показатель превышает на 10% должную величину. Зубец T_{III} изоэлектричен, V_1 отрицательный, в отведениях V_2 уплощен. ЭКГ содержит черты диффузного поражения миокарда

Вольтаж зубцов T , частота сердечных сокращений и систолический у мастера

Время исследования	Пульс	Систолический показатель		
			T_1	T_{II}
До нагрузки	60,0	+0,0	4,0	4,0
После соревнований	146,0	+5,0	3,0	3,0
Спустя 4 часа	80,5	+7,0	3,0	4,0
Спустя 1 сутки	70,0	+8,0	3,0	3,0
Спустя 3 суток	57,0	+2,0	2,0	3,0
Спустя 5 суток	58,0	+2,0	4,0	3,0

Через 5 суток почувствовал вялость. Артериальное давление 120/70 мм рт. ст. Зубец T в отведении III слегка двухфазный, в отведении V_1 отрицателен, в отведении V_2, V_3, V_4 уплощен и имеет куполообразную форму. Данные свидетельствовали о продолжающемся диффузном изменении миокарда типа перенапряжения, с некоторым улучшением метаболизма в области задней стенки левого желудочка (рис. 24 e).

Можно заключить, что велогонщик Г. с реакцией на нагрузку типа А приступил к соревнованиям в состоянии утомления в результате нерационального планирования тренировочных нагрузок в предсоревновательном периоде. Соревновательные нагрузки ускорили изменения миокарда.

Несмотря на то, что сами по себе нагрузки не вызвали синдрома перенапряжения, они неблагоприятно отразились на течении восстановительных процессов, которые значительно замедлились, вследствие ослабления ферментативных процессов, вызванных хроническим утомлением (М. Райский). В периоде реституции в течение 5 суток не наблюдалось восстановления показателей ЭКГ. Кроме того отмечалось их ухудшение. На 5-е сутки после нагрузки, хотя и возрос вольтаж зубца T , что является благоприятным признаком, однако форма оставалась еще измененной. Этот пример под-

показатель до и после соревнований и в восстановительном периоде спорта Г.

Вольтаж зубца T (в мВ)

Ш	aVR	aVL	aVF	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅	V ₆
10	-4,0	3,0	3,0	2,0	10,0	11,0	13,0	8,0	6,0
—	-4,0	2,5	2,0	—	12,0	—	10,0	—	3,0
43	4,0	+—	2,5	+—	6,0	9,0	6,0	7,0	5,0
65	-3,0	2,5	2,5	2,0	5,0	7,0	7,0	8,0	8,0
10	-4,0	1,5	+2,5	±0,5	5,0	6,5	7,0	5,5	5,0
—	4,0	2,0	2,5	-3,0	6,5	8,0	8,0	7,0	5,0

высказанное выше предположение о том, что неблагоприятное воздействие нагрузки может выявляться не только сразу после нагрузки, но и развиваться в течение длительного времени после нее.

У спортсмена Г., с реакцией типа А вследствие усталости после предшествующих нагрузок еще до соревнований были нарушены (замедлены) восстановительные процессы. Поэтому после дополнительных и больших нагрузок происходила кумуляция продуктов метаболизма, продукты метаболизма накапливались в миокарде, вызывая соответствующие изменения в сердечной мышце. Поэтому отмеченные на ЭКГ изменения появились не сразу, а развивались постепенно в течение восстановительного периода.

Обнаружилось также, что восстановление отдельных показателей ЭКГ происходит не одновременно (гетерохронно). Гетерохронизм отмечается не только в восстановлении отдельных показателей ЭКГ, но даже в восстановлении одного и того же показателя, например, в разных отведениях. Это видно из табл. 15. Физическая нагрузка оказывает неравномерное воздействие на миокард. В одних случаях более выражены изменения в передней стенке и в перегородочной области левого желудочка, и в других — в задней стенке и т. д. В тех участках миокарда, где преобладают метаболических процессов более выра-

жены, восстановительные процессы протекают дольше. При хорошем состоянии миокарда и хорошей подготовленности спортсмена к нагрузке наблюдается быстрое и более синхронное восстановление всех показателей ЭКГ. Резко выраженный гетерохронизм восстановления показателей ЭКГ обычно наблюдается у спортсменов с изменением состояния миокарда. Поэтому его нужно оценивать как неблагоприятный функционально-диагностический признак.

Таким образом, характер протекания восстановительного периода у велосипедистов делится на три типа. Первый тип характеризуется более или менее синхронными изменениями ЭКГ, нормально протекающим восстановительным периодом и выраженной фазой улучшения на 3-и сутки периода восстановления. Такой вариант показан на первом примере (спортсмен Н).

Второй тип характеризуется неблагоприятными изменениями ЭКГ (типа электрокардиографического синдрома перенапряжения сердца) сразу после нагрузки. Эти изменения носят острый характер и постепенно ликвидируются в течение нескольких дней восстановительного периода. Однако при этом имеется выраженный гетерохронизм показателей ЭКГ. Этот вариант реакции на нагрузку и восстановительного периода наблюдается у спортсменов, недостаточно подготовленных к выполнению данной нагрузки, и показан на втором примере (мастер спорта И).

Третий тип характеризуется большими, но не выходящими за пределы физиологических, сдвигами в миокарде сразу после физической нагрузки. Однако в периоде восстановления возникают неблагоприятные изменения, которые не ликвидируются в течение отдаленного периода реституции (5 суток), при выраженном гетерохронизме ЭКГ показателей. Такой вариант наблюдался у спортсменов, хорошо подготовленных к данной нагрузке, но недостаточно отдохнувших перед ее выполнением, вследствие чего восстановительные процессы носили затяжной и неблагоприятный характер. Эти данные показаны на третьем примере (спортсмен Г).

Сказанное подтверждает правильность его интерпретации, согласно которому для окончательного

шения вопроса о характере реакции сердечно-сосудистой системы спортсменов на большие нагрузки и о степени их подготовленности, должны учитываться не только непосредственная и ближайшая реакция на нагрузку, но и показатели отдаленного восстановительного периода, прослеженного в течение нескольких дней после выполнения большой нагрузки.

Фазы восстановительного периода.

Восстановление различных физиологических параметров в отдаленном периоде реституции происходит не линейно, а по определенным трем фазам, о которых сказано выше, в I главе.

Восстановление изучалось по показателям ЭКГ, артериального давления и спортивной работоспособности в таком динамическом разрезе:

- 1) исходные (фоновые) данные — до нагрузки;
- 2) непосредственная реакция на нагрузку — сразу после нее;

3) в раннем восстановительном периоде — через 4 часа после тренировки или соревнований;

4) в отдаленном (или позднем) восстановительном периоде — ежедневно утром в условиях основного обмена в течение 5 суток. Следовательно, к описанным в I главе 3 фазам отдаленного периода восстановления мы добавляем еще одну фазу — непосредственной реакции сердца на нагрузку и в ближайшем восстановительном периоде. Этим объясняются некоторые различия в описании фаз восстановления.

Рассматривать восстановительный период нужно индивидуально у каждого спортсмена или по группам спортсменов, выполнивших примерно одинаковые нагрузки. В таком случае определенно вырисовываются три фазы отдаленного периода восстановления по данным ЭКГ.

Первая фаза наступает сразу после большой нагрузки, обычно включая и ранний период восстановления (через 4 часа). В этой фазе артериальное максимальное давление повышено, частота сердечных сокращений ускорена, интервал $P-Q$ укорочен, систолический показатель увеличен, зубец P во II и III отведениях увеличен, а зубец T изменяется в зависимости от типа реакции.

Все эти изменения ЭКГ характерны для повышения тонуса и возбудимости симпатического отдела нервной системы, поэтому эту фазу мы назвали фазой симпатического преобладания.

Через некоторое время деятельность сердца успокаивается и в нем, по данным ЭКГ, возникают изменения характерные для периода восстановления, которые в отдаленном периоде реституции имеют довольно закономерный характер.

Через сутки (или через двое) после нагрузки артериальное максимальное давление ниже или равно исходному, частота сердечных сокращений становится реже на 3—10 уд/мин. Интервал $P - Q$ удлиняется на 0,01—0,02 сек., систолический показатель уменьшается, электрическая ось сердца отклоняется влево. Вольтаж зубца P особенно во II и III отведениях уменьшается, вольтаж зубца T становится выше. Эти данные ЭКГ свидетельствуют о повышении тонуса блуждающих нервов. Поэтому вторую фазу мы назвали фазой вагусного преобладания, она наступает после фазы симпатического преобладания как компенсаторная реакция на возбуждение симпатического отдела нервной системы и имеет большое физиологическое значение для скорости протекания трофических восстановительных процессов (М. Г. Удельнов, 1955). Однако спортивная работоспособность в этой фазе не восстановлена. Эта фаза у высоко тренированных спортсменов хорошо выражена и длительней, чем у мало тренированных спортсменов.

Через 2—4 суток восстановительного периода показатели ЭКГ несколько ухудшаются. Снова происходит небольшое ускорение темпа сердечных сокращений, в среднем на 4—6 уд/мин, с некоторым снижением вольтажа зубца T в отдельных отведениях. Систолический показатель $R - T$ и систолический показатель уменьшаются, возрастает вольтаж зубца P во II и III отведениях. Эти данные явно свидетельствуют о вторичном повторном повышении симпатических влияний, что дало нам основание назвать эту фазу фазой вторичного усиления симпатических влияний. Эта фаза у хорошо тренированных спортсменов хорошо выражена, слабо выражена и поэтому может быть замеченной. Спортивная работоспособность в

мя обычно уже восстанавливается. Возможно, последнее объясняется тем, что, во-первых, к этому времени большинство систем организма уже успевают восстановиться, во-вторых, симпатическая настройка организма, сама по себе, способствует повышению работоспособности.

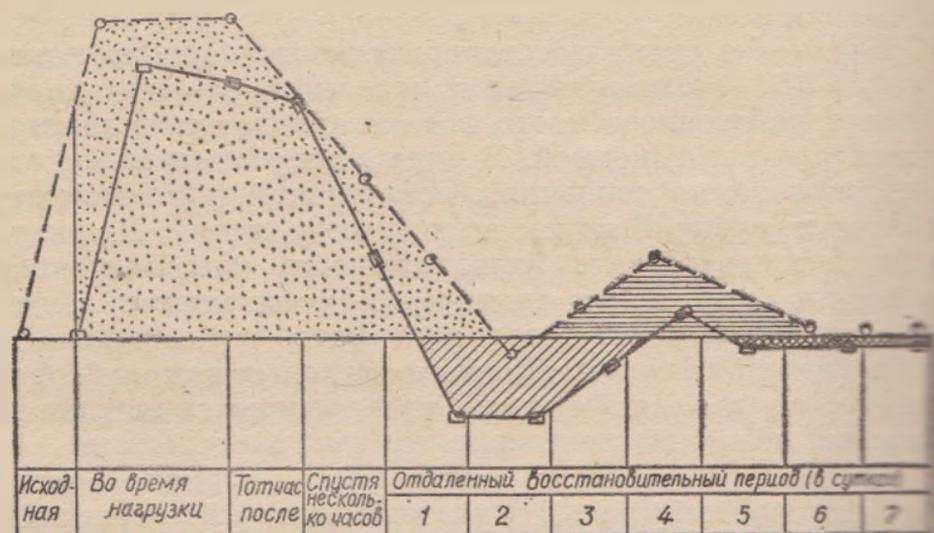
На 3—5-е сутки восстановительного периода показатели ЭКГ возвращаются к исходному уровню, спортивная работоспособность восстанавливается или становится выше исходной. В ряде случаев возникает замедление темпа сердечных сокращений и повышение вольтажа зубца T почти во всех отведениях. По-видимому, в результате благоприятного кумулятивного действия спортивных тренировок усиливаются вагусные влияния, в этих случаях фаза восстановления протекает под знаком усиления вагусных влияний. Фаза восстановления у хорошо тренированных наступает раньше, чем у менее тренированных спортсменов.

Четыре фазы восстановительного периода показаны на кривых (рис. 24) частоты сердечных сокращений двух спортсменов, выполнивших одну и ту же нагрузку (бег на 20 км), но различно к ней подготовленных.

Один из них — мастер спорта М. (его данные обозначаются прямой линией). Другой — спортсмен II спортивного разряда К. (его данные приводятся пунктиром). Как видно из рисунка, у спортсмена М. фаза симпатического преобладания менее выражена и короче, чем у спортсмена К., фаза вагусного преобладания наступает раньше, более выражена и дольше длится, фаза вторичного усиления симпатических влияний слабо выражена и кратковременна; восстановление наступает раньше и протекает при более медленной частоте сердечных сокращений. У спортсмена К. фаза вторичного усиления симпатических влияний хорошо обозначается и длительна, полное восстановление наступает значительно позже, чем у спортсмена М.

У спортсменов с патологическими изменениями в сердечной мышце, а также с выраженной неблагоприятной реакцией на большую нагрузку фаза симпатического преобладания резко выражена и длительна, фаза вагусного преобладания не только наступает

поздно, но она слабо выражена и кратковременна. может пройти незамеченной. При повышенной возбудимости блуждающих нервов в этой фазе может иметь место нарушение ритма сердечной деятельности как это видно на примере спортсмена И. с реакцией



Условные обозначения

—	Хорошо тренированные		Фаза вагусного преобладания
---	Недостаточно тренированные		Фаза усиления симпатических влияний
	Фаза симпатического преобладания		Фаза усиления вагусных влияний

Рис. 24.

на нагрузку типа Б. Фаза вторичного усиления симпатических влияний протекает с заметным ухудшением показателей ЭКГ и длительна, вследствие чего задерживается наступление фазы полного восстановления.

Следовательно, наступление фаз в различных группах спортсменов, их продолжительность и степень выраженности не одинаковы. Это зависит от состояния здоровья, выполненной нагрузки, степени тренированности, а также индивидуальных особенностей организма спортсменов.

Эти факторы следует иметь в виду при определении дозировки нагрузки, чередовании больших, средних нагрузок, интервалов отдыха и т. д.

Кумулятивный эффект больших тренировочных и соревновательных нагрузок в макро- и микроциклах

Выше приводились данные о типичных и атипичных изменениях в сердце спортсменов под влиянием тренировки с большими физическими нагрузками.

В современной подготовке спортсменов приняты частые тренировки. К этому вынуждают требования, предъявляемые к спортсменам для достижения высоких спортивных результатов.

Важно проследить кумулятивный эффект таких частых нагрузок через продолжительные отрезки времени в течение года (годовой макроцикл). Это «отдаленный кумулятивный эффект». Он возникает под влиянием длительного воздействия спортивной деятельности. Кроме того, кумулятивный эффект сказывается и за коротком отрезке времени, например, в недельном, двух-трехнедельном тренировочных микроциклах, во время многодневных велогонки и др. Такой кумулятивный эффект мы назвали «ближайшим кумулятивным эффектом».

У высококвалифицированных спортсменов уже имеется соответствующая перестройка организма, отдаленный кумулятивный эффект больших нагрузок проявляется известными признаками тренированности. Однако не менее нужно иметь в виду, что даже в этих случаях, учет отдаленного и ближайшего кумулятивного эффекта больших нагрузок может быть очень полезен для коррекции тренировочного процесса, назначения профилактических мероприятий и восстановительных средств.

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, также как и других систем организма, в течение года претерпевает определенные изменения, связанные со спортивной деятельностью (О. В. Качоровский, М. Я. Горкин, И. Д. Дмитриева, 1971, 1972; А. В. Базовлев, 1972; В. В. Васильева с соавтор. 1972; А. В. Качоровский с соавтор. и др.).

Из некоторые данные наших наблюдений над высококвалифицированными велогонщиками-шоссейниками, тренирующимися круглогодично. Из приведенной

табл. 18 видно, что функциональное состояние велогонщиков закономерно изменяется по периодам тренировки. В соревновательном периоде (май — август), когда спортсмены находятся в спортивной форме, все показатели лучше, чем в переходном периоде (ноябрь): более выражена брадикардия, выше вольтаж зубца T , следовательно, лучше состояние метаболизма миокарда, работоспособность по пробе PWC_{170} — выше, процесс восстановления по данным площади истинного регулирования (ПИР) по Дришелю в модификации Разумовского протекает быстрее. Эти данные свидетельствуют о правильном планировании тренировочного процесса и о хорошей подготовленности спортсменов к моменту ответственных соревнований.

Исключение из этого правила составляют спортсмены, недостаточно отдохнувшие после участия в многодневной велогонке, имеющие отклонения в состоянии здоровья или после перенесенной болезни. В последних случаях рекомендуются восстановительные или лечебные средства, снижение нагрузки или даже временное освобождение от тренировки.

Ближайший кумулятивный эффект. Изучение ближайшего кумулятивного эффекта больших нагрузок имеет важное значение для тренера и врача при решении вопроса о подготовленности спортсмена к часто повторяющимся большим нагрузкам, позволяющим своевременно корректировать тренировочный процесс и принимать соответствующие профилактические и лечебные мероприятия. Ближайший кумулятивный эффект изучался нами на высококвалифицированных велогонщиках-шоссейниках, во время тренировочных сборов, в микроциклах тренировочного процесса и во время многодневной велогонки.

Исследования ближайшего кумулятивного эффекта в микроциклах больших тренировочных и соревновательных нагрузок осуществлялись следующим образом: спортсмены обследовались утром до тренировки или соревнований и после них через 10—20 мин, через 4 часа и на следующее утро. Данные последнего исследования рассматривались как отдаленный восстановительный период после тренировки или соревнования и как исходные данные для наступающей в день тренировки или соревнования с тем, чтобы

связать с данными, полученными после них. Такие исследования проводились ежедневно в течение намеченного тренировочного микроцикла или многодневных тренировок.

Таблица 18

Изменение частоты сердечных сокращений, вольтажа зубца T ЭКГ, индекса работоспособности по пробе PWC_{170} и площади истинного регулирования (ПИР) в различные периоды тренировки у велогонщиков

Показатели	Время обследования				
	ноябрь 1971	май 1972	август 1972	ноябрь 1972	
1. Частота сердечных сокращений	+	63	53	46	48
2. Суммарный вольтаж зубца $T (T_I + T_{II} + T_{III})$		6,9	9,3	10,1	6,6
3. Зубец $T V_2$		5,3	7,1	6,2	5,0
		6,5	12,7	20,3	6,83
		7,2	7,31	11,3	6,86
		6,0	6,75	10,2	5,7
		4,2	6,2	4,3	3,8
4. Работоспособность по пробе PWC_{170}		1882	2002	2245	1858
5. Интеграция по площади истинного регулирования (ПИР)		49,95	37,71	не исследовались	

Характер реакции и ближайший кумулятивный эффект, в основном, может быть трех типов.

Первый тип — физиологический, который в свою очередь может быть I А и I Б.

I А — характеризуется благоприятным кумулятивным эффектом по всем клинико-физиологическим данным. Они свидетельствуют о хорошей переносимости нагрузок и характеризуются быстрым течением восстановительных процессов. Из рисунка 25 видно, что спортсмена С. на следующее утро частота сердечных сокращений соответствует (или почти соответствует) исходным данным, в течение всего периода обследования. Можно считать, что спортсмен хорошо подготовлен к нагрузкам.

При реакции типа I Б у спортсмена от нагрузки к нагрузке имеется недовосстановление (рис. 26). Однако поскольку патологических изменений не наблюдалось, то такой тип реакции относится к физиологическому, хотя он свидетельствует о недостаточной подготовленности спортсмена к таким нагрузкам.

В этих случаях нужно проследить, как будет сказываться ближайший кумулятивный эффект в дальнейшем.

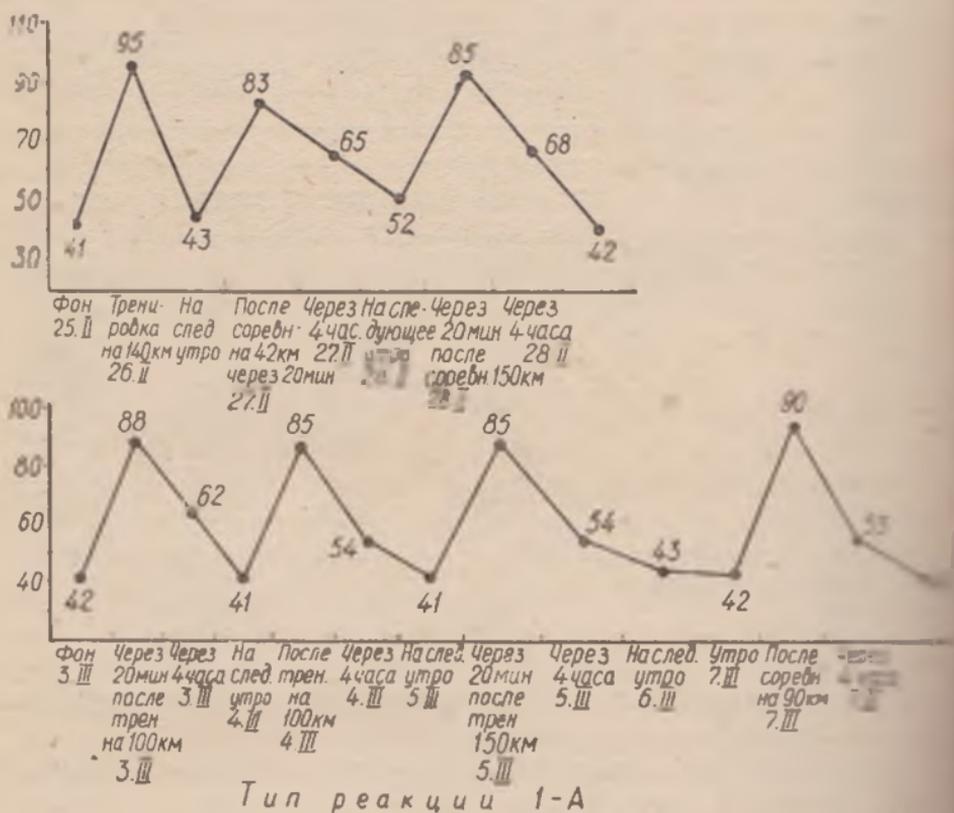


Рис. 25.

II тип — умеренно неблагоприятный — характеризуется умеренно неблагоприятным ближайшим кумулятивным эффектом. Прежде всего резко замедляется восстановительный период. Вольтаж и форма Т-сглаживается, иногда он становится двугорбым. Появляются признаки недовосстановления и по другим физиологическим показателям. В этих случаях очень

определить длительность и характер течения отдаленного восстановительного периода в течение 4—5 суток после окончания соревнований (или тренировочного микроцикла). Если реституция протекает быстро и патологические изменения ликвидируются, тренеру нужно снизить нагрузку, более постепенно и длительно

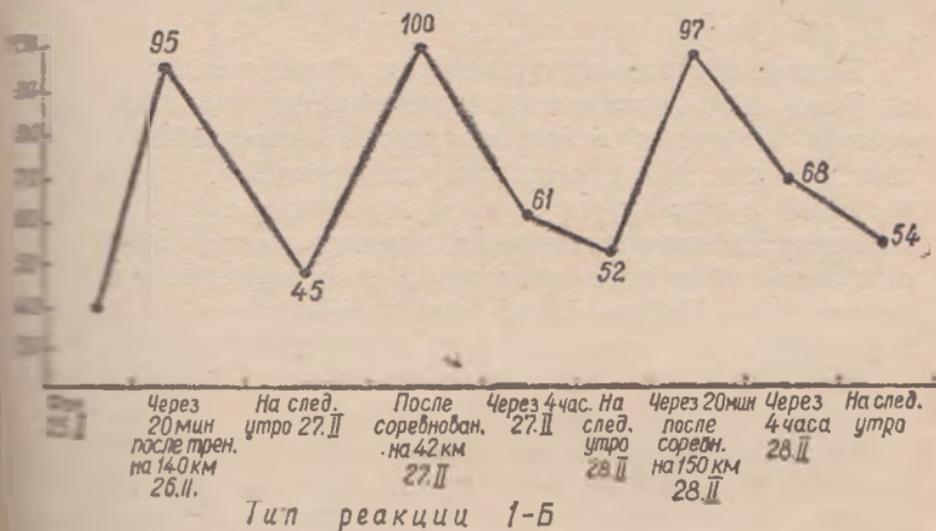


Рис. 26.

возвратить спортсмена к соревнованиям. Если же в восстановительном периоде, появятся небольшие неблагоприятные изменения, то нужно снизить нагрузку или дать наибольший отдых спортсмену, назначить восстановительные средства.

II тип — неблагоприятный. Ближайший кумулятивный эффект характеризуется появлением на ЭКГ патологических признаков: нарушение реполяризации в отведениях (двухфазность, инверсия зубца T), возникновение предсердно-желудочковой или предсердно-желудочковой блокады, предсердных или желудочковых экстрасистол, атрио-вентрикулярного ритма и т. д. В этих случаях требуется назначение лечебных и восстановительных средств, временное освобождение от тренировок и соревнований. Необходимо избегать появления данной патологии для ее устранения.

Нужно иметь в виду, что ближайший неблагоприятный кумулятивный эффект может перейти в сердеч-

ную патологию, развитие которой можно не допустить или же устранить, если своевременно принять соответствующие лечебные и профилактические меры. Данные исследования отдаленного кумулятивного эффекта по периодам тренировки в годичном макроцикле иллюстрируются на рис. 27 а, б, в и ближайший неблагоприятный кумулятивный эффект в микроцикле — на рис. 28 а, б, в.

Таким образом, при решении вопроса о допустимости (или недопустимости) применения больших физических нагрузок и необходимого интервала отдыха между ними при тренировке спортсменов, определение реакций сердечно-сосудистой системы только в ближайшем восстановительном периоде недостаточно. Необходимо еще исследование и в отдаленном периоде реституции. Неблагоприятные изменения в сердце часто отмечаются в отдаленном периоде восстановления, в то время как непосредственно после большой нагрузки они обнаруживаются реже.

Восстановление отдельных показателей ЭКГ после больших физических нагрузок происходит не одновременно. Это отмечено не только в отношении отдельных показателей ЭКГ, но часто и в отношении одного и того же показателя, но в разных отведениях (например, вольтаж и форма зубца Т). Гетерохронизм восстановительных процессов сердца может зависеть от разных причин, в том числе от неравномерности воздействия на миокард больших физических нагрузок. У высоко тренированных спортсменов со здоровым сердцем наблюдается не только более быстрое восстановление и большая синхронность по параметрам ЭКГ в периоде реституции. Резко выраженный гетерохронизм показателей ЭКГ следует рассматривать как неблагоприятный функционально-диагностический признак.

Изучение раннего и позднего восстановительных периодов у спортсменов, выполнивших примерную нормативную по характеру и интенсивности нагрузку, а также индивидуальных данных показало, что восстановительный период имеет волнообразный характер. В раннем периоде восстановления имеет место повышенная деятельность сердца с изменениями, характерными для повышенной возбудимости симпатического отдела нервной системы. У высоко тренированных

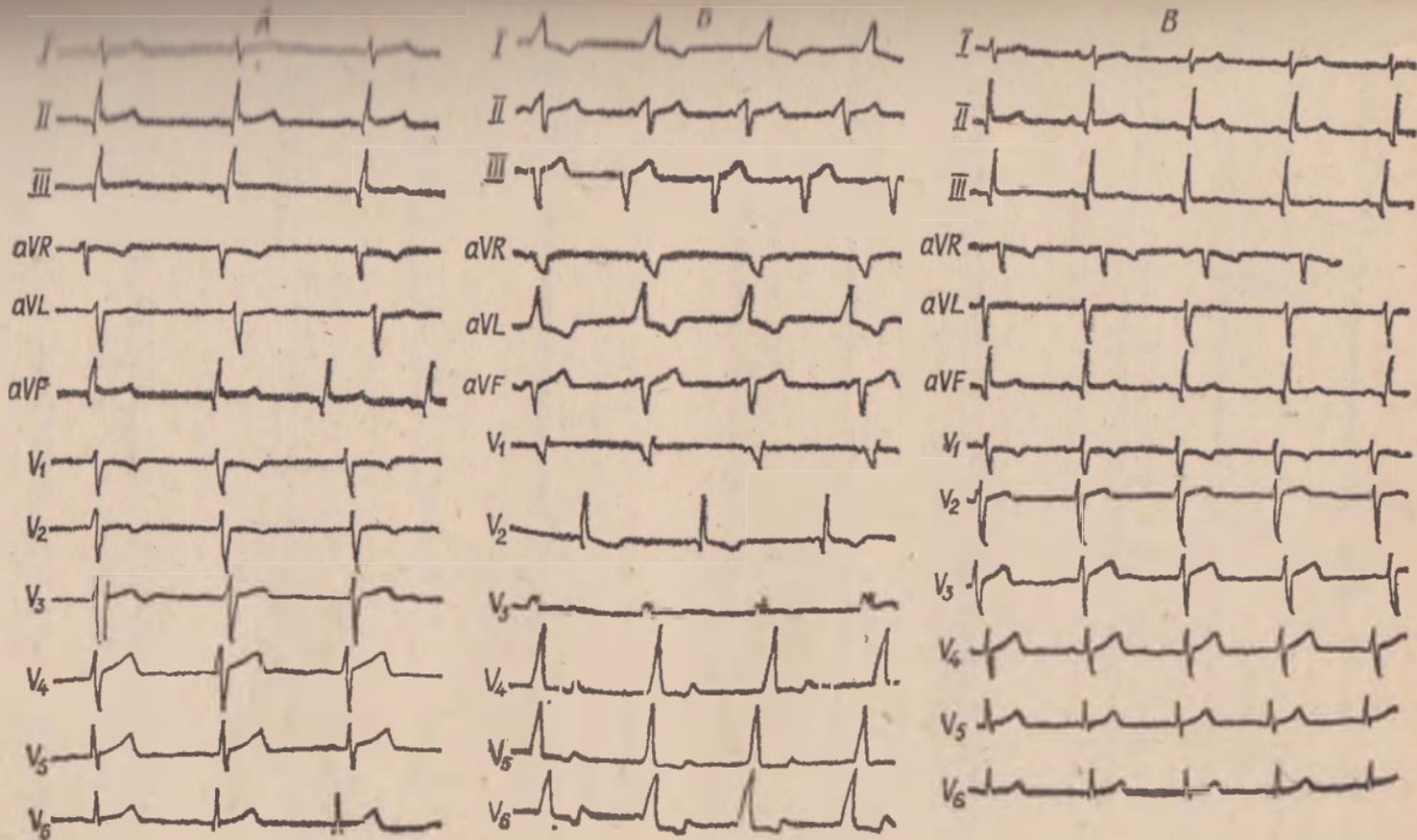


Рис. 27.

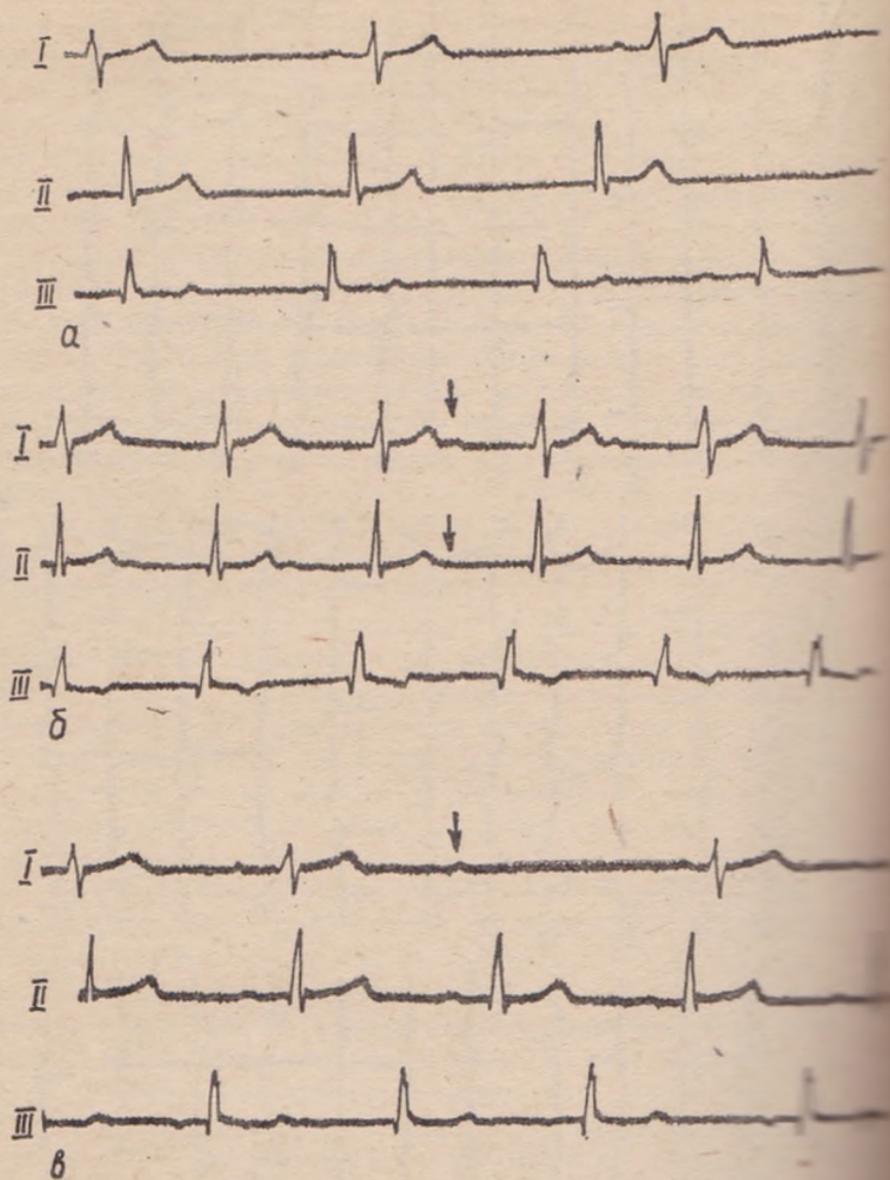


Рис. 28.

ванных спортсменов, при прочих равных условиях, эти изменения менее выражены и они быстрее исчезают.

Затем наступают изменения в ЭКГ противоположного типа. Возникают признаки, характерные для

вышенного тонуса блуждающих нервов, по-видимому, как компенсаторная реакция на предшествующую повышенную возбудимость симпатического отдела нервной системы. Данное обстоятельство имеет большое физиологическое значение, поскольку в это время создаются лучшие условия для протекания восстановительных пластических процессов. У хорошо тренированных спортсменов эта фаза выражена отчетливее, чем у недостаточно тренированных.

Вслед за этой фазой снова наступает некоторое усиление симпатических влияний. К этому времени уже успевают восстановиться остальные системы организма, а умеренно выраженная симпатическая настройка способствует повышению тонуса и функциональному состоянию всего организма. В этой фазе работоспособность восстанавливается или даже повышается. Однако, если симпатические влияния выражены значительно, то на ЭКГ отмечаются неблагоприятные изменения. Восстановление по показателям ЭКГ наступает позже. У высоко тренированных спортсменов эта фаза выражена слабее и короче, чем у недостаточно тренированных.

После этой фазы наступает фаза восстановления. Известно, что при благоприятном воздействии тренировки определяется некоторое повышение тонуса парасимпатического отдела нервной системы, что, по-видимому, и является одной из причин «вагусной усталости» сердца спортсменов, как результата кумулятивного действия спортивной тренировки с большими нагрузками.

Таким образом, последовательное обследование спортсменов (в состоянии мышечного покоя, в раннем восстановительных периодах, в макро- и микронагрузках) позволяет получить ценную информацию о готовности спортсмена к выполнению больших физических нагрузок и о необходимом интервале отдыха между тренировками. Эти данные окажут большую помощь тренеру при планировании тренировочного процесса.

ших величин. Если у малотренированных людей кислородный долг составляет примерно 10 л, то у выскотренированных доходит до 20 л.

Кислородный дефицит может вызвать нарушение постоянства внутренней среды организма. Так, содержание в крови молочной кислоты в таких условиях повышается до 300 мг% вместо 10 мг% в покое. Это в свою очередь, изменяет реакцию крови в кислую сторону, что нарушает работу всех систем организма.

При предельном кислородном долге длительное выполнение работы на прежнем уровне становится невозможным. Однако эта предельная величина для спортсменов разной степени тренированности различна. Поэтому работоспособность, с одной стороны, зависит от способности организма поглощать максимальное количество кислорода в единицу времени, с другой — от способности производить работу при наличии в организме недостатка кислорода.

Обеспечение организма кислородом — процесс весьма сложный. В нем принимают участие ряд систем: дыхательная, сердечно-сосудистая, система крови.

Первым звеном в снабжении организма кислородом является система внешнего дыхания, которая обеспечивает обмен газов, происходящий в легких. Диффузия газов совершается благодаря постоянной смене воздуха в легких при вдохе и выдохе — легочной вентиляции. В альвеолах совершается первый этап газообмена: кислород поступает из альвеол в кровь легочных капилляров, а углекислый газ — из крови в альвеолы.

Кислород, поступивший в кровь, легко соединяется с гемоглобином — пигментом эритроцитов, образуя прочное соединение — оксигемоглобин. В виде оксигемоглобина кислород транспортируется к клеткам организма, где он и используется.

Так как все химические процессы в организме совершаются при участии ферментов, то их активность также в определенной мере определяет и активность дыхания.

Из всего этого следует, что обеспечение организма кислородом, особенно при значительном его потреблении, зависит от функционального состояния системы внешнего дыхания (объема и функциональной способности легких, силы дыхательных мышц), работы сердца.

состояния сосудов, содержания в крови эритроцитов и гемоглобина, ферментативной активности.

Однако даже при условии высоких функциональных возможностей систем, участвующих в кислородном обеспечении организма, выполнение многих видов физических упражнений связано с возникновением кислородного дефицита.

В ответ на это в организме при систематической мышечной деятельности возникают сначала компенсаторные, а затем адаптационные изменения. Компенсаторные механизмы связаны с мобилизацией всех возможностей организма, направленных на улучшение снабжения органов и тканей кислородом. Прежде всего наступает учащение или углубление дыхания, затем учащение пульса, увеличение систолического и минутного объема крови, увеличение дыхательной поверхности крови за счет повышения количества эритроцитов и гемоглобина, перераспределение кровоснабжения отдельных органов, изменение скорости кровотока.

Компенсаторные механизмы действуют в ограниченных пределах при небольшой и непродолжительной степени кислородной недостаточности. При длительном и систематическом действии кислородного дефицита наблюдаются глубокие перестройки обменных процессов в организме, направленные на приспособление к новым условиям жизни или работы (З. И. Барбашова). Эти перестройки способствуют поддержанию устойчивой работоспособности в условиях гипоксии. Они же, закрепляясь при систематическом воздействии на организм больших физических нагрузок, проявляются и в состоянии покоя. Все это приводит к установлению нового высокого уровня устойчивости организма, способности его нормально функционировать в необычных условиях внешней среды или быстро и полностью восстанавливать функции после действия больших физических нагрузок.

В этой части работы мы остановимся на проявлении в покое функциональных изменений, которые возникают под влиянием систематического воздействия больших тренировочных и соревновательных нагрузок в системах, обеспечивающих доставку организму кислорода.

Из показателей дыхания, изменяющихся под влиянием занятий спортом, особый интерес представляют жизненная емкость легких (ЖЕЛ), максимальная вентиляция легких (МВЛ), минутный объем дыхания (МОД) или легочная вентиляция, частота и глубина дыхания.

Кумулятивное влияние спортивной тренировки с большими нагрузками выражается в том, что у спортсменов значительно повышается ЖЕЛ.

По данным разных авторов (Г. П. Кондратов, Д. Ф. Дешин и Г. И. Котов, А. Н. Крестовников, В. Е. Рыжкова, А. Г. Дембо), жизненная емкость легких колеблется от 3200 до 7200 мл и больше у мужчин — от 4000 до 6000 мл, у женщин — от 2500 до 5000 мл. Такой большой диапазон колебаний объясняется тем, что величина жизненной емкости легких зависит от роста, веса, возраста и пола. Поэтому для определения функционального состояния дыхательной системы введено понятие должной жизненной емкости легких. Она рассчитывается по данным пола, роста, возраста и веса. По правилу, истинная ЖЕЛ превышает должную. По данным Дж. Комро и авт., истинная ЖЕЛ у взрослых мужчин, не занимающихся спортом, равна 4780 мл, для женщин — 3140 мл. Исследования у спортсменов свидетельствуют о более высоких величинах этого показателя.

Однако следует сказать, что величина ЖЕЛ в значительной степени зависит от спортивной специализации. У представителей тех видов спорта, которые предъявляют повышенные требования к организму в снабжении его кислородом, ЖЕЛ значительно выше. Поэтому средние данные ЖЕЛ у представителей различных видов спорта, естественно, отличаются. В. Е. Рыжкова в результате многочисленных исследований обнаружила, что средние величины ЖЕЛ у гребцов равны 5331 мл, легкоатлетов — 4931 мл, борцов — 4865 мл, штангистов — 4512 мл. Г. П. Кондратов указывает на более высокие средние значения ЖЕЛ, а именно: для пловцов — 6055 мл, для спортсменов СССР — 6055 мл, для перворазрядников — 5800 мл. По данным А. П. Осипова, истинная ЖЕЛ пловцов на 43% выше должной.

Наши данные, полученные в последние годы (табл. 19), свидетельствуют о более высоких показателях ЖЕЛ.

Таблица 19

Средние данные ЖЕЛ у спортсменов различной специализации

Спортивная специализация	Данные А. Н. Крестовникова 1951 г.	Данные В. Е. Рыжковой 1958 г.*	Наши данные 1968 г.		
			истинная	должная	% отношения истинной ЖЕЛ к должной
Бегуны	5140	—	6036	4196	143
Бегуньи	4340	—	5734	4165	130
Бегуны-атлеты	4570	4935	5370	4100	130
Бегуньи-атлетки	—	—	5827	4143	140
Бегуны	4630	4854	5132	4238	121
Бегуньи	4530	4378	4860	4200	115
Бегуны-лиги	—	4865	5160	4051	128
Бегуньи-лиги	—	4790	5261	4400	119
Бегуньи	4210	—	5020	3952	128

Это свидетельствует о более совершенных методах спортивной тренировки, применяемых в настоящее время и, в частности, о более рациональном применении больших тренировочных нагрузок.

Наибольшие показатели ЖЕЛ мы отмечаем у спортсменов тех видов спорта, деятельность которых связана с напряжением вегетативных систем, с продолжительным воздействием на организм дефицита кислорода во время работы, что возможно только при применении больших нагрузок в тренировке.

Увеличение ЖЕЛ нужно рассматривать как проявление повышения функциональных возможностей аппарата внешнего дыхания, ибо при напряженной физической деятельности люди, обладающие большими ЖЕЛ, могут развить и большую вентиляцию.

Возможительные функциональные изменения в системе внешнего дыхания проявляются и в значительном увеличении такого показателя, как жизненный показатель объема ЖЕЛ, приходящийся на 1 кг веса тела). Например на 1 кг веса у взрослого человека приходится у мужчин — 60 мл воздуха, у женщин — 55 мл.

Кумулятивное влияние систематических занятий спортом выражается в повышении жизненного показателя. Так, по данным А. Б. Гандельсманна, у ведущих легкоатлетов страны жизненный показатель составляет от 93,0 мл/кг до 70 мл/кг. По нашим данным, у пловцов жизненный показатель в среднем равен 75,5 мл/кг, гребцов и лыжников — 74,6 мл/кг, легкоатлетов — 74,2 мл/кг, велосипедистов — 73,8 мл/кг, баскетболистов — 69,4 мл/кг, футболистов — 68,6 мл/кг и борцов — 63,6 мл/кг. Переутомление, ухудшение спортивной формы снижает жизненный показатель. Поэтому он может использоваться каждым спортсменом для самоконтроля за эффективностью процесса тренировки.

Хотя жизненная емкость легких и отражает функциональные возможности дыхательной системы, однако не все виды спорта и не любая система тренировок в одинаковой мере развивает эту способность. Не все спортсмены при напряженной работе правильно используют свои физические и функциональные возможности. Показателем того, насколько могут спортсмены использовать данные ЖЕЛ, служит произвольная максимальная вентиляция легких за 1 минуту (МВЛ). Величина МВЛ зависит от роста, веса, пола и возраста и поэтому так же, как и при анализе ЖЕЛ, истинную величину МВЛ сравнивают с должной.

Для расчета должной МВЛ предложено несколько формул. Наиболее приближенной к действительным показателям является формула, предложенная В. Е. Рыжковой, по которой МВЛ рассчитывается как произведение $\frac{1}{3}$ истинной ЖЕЛ на 70. У спортсменов, как правило, истинная МВЛ превышает должную величину, достигая высоких показателей (табл. 2).

Повышенная функциональная способность обеспечивается возросшей силой дыхательной мускулатуры, увеличенной экскурсией грудной клетки (разницей между объемом грудной клетки при максимальном вдохе и выдохе).

Под влиянием систематической тренировки с большими нагрузками изменяется минутный объем дыхания (МОД) в покое, его частота и глубина. Минутный объем дыхания является весьма информативным показателем, так как поступление в организм

Максимальная вентиляция легких у спортсменов различных специализаций

Спортивная специализация	МВЛ л/мин, ВТПС		% отношения истинной МВЛ к должной
	истинная	должная	
Бегуны	191,3	140,3	136,0
Бегунки	164,5	136,5	121,0
Велосипедисты	159,8	141,0	112,7
Бегоатлеты	162,5	124,0	131,0
Пловцы	153,5	118,7	129,0
Баскетболисты	147,9	120,7	122,5
Баскетболисты	143,3	119,0	120,4
Боксеры	114,0	123,4	90,3

кислорода связано с соответствующей вентиляцией легких.

По данным разных авторов, МОД колеблется от 2,2 л до 10 л. Большой диапазон колебаний связан с разными методами и условиями исследований, а также с факторами, которые его определяют (вес, рост, возраст). В среднем у людей, не занимающихся спортом, величина МОД составляет 8,0 л при частоте дыхания 16 в 1 мин. и объеме, равном 500 мл.

Данные последних лет (Л. И. Карпенко, В. Е. Рыжков, Ю. Д. Певзнер, И. Н. Еремеев, В. А. Геселевич и др.) свидетельствуют о том, что у спортсменов в покое МОД бывает от 6 до 8 л при более редком дыха-

Таким образом, у высококвалифицированных спортсменов МОД несколько ниже средних данных этого показателя у людей, не занимающихся спортом. Уменьшение МОД при систематической тренировке происходит, в основном, за счет уменьшения частоты дыхания и в меньшей степени за счет глубины его. На оптимальной частоте дыхания указывают некоторые авторы (В. С. Фарфель, В. В. Михайлов), подчеркивая благоприятное влияние на газообмен в покое редкого дыхания. Углубленное дыхание приводит к более эффективной альвеолярной вентиляции и, следовательно, лучшей оксигенации крови. Кроме того, при редком дыхании меньше расходуется энергии на сокращение дыхательных мышц.

Положительный эффект систематической тренировки проявляется и в более эффективном использовании кислорода из вдыхаемого воздуха и, в частности, в повышении процента потребления кислорода. Даже в состоянии покоя вместо 3—4% кислорода организм тренированного спортсмена усваивает от 4 до 5%. Следовательно, то же количество кислорода организм получает более эффективным, экономным путем.

Наиболее важным и интегральным показателем как состояния работоспособности организма, так и окончательного восстановления после мышечной деятельности является кислородный обмен.

Отражением кислородного обмена и показателем состояния работоспособности могут быть две величины — основной обмен и максимальное потребление кислорода (МПК). При этом основной обмен представляет собой уровень обмена окислительных процессов, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма в состоянии полного покоя в условиях комфорта. МПК — высшую границу доступного организму уровня окислительных процессов.

Многочисленными исследованиями показано, что МПК четко отражает квалификацию спортсменов в циклических видах спорта (В. С. Фарфель, Н. И. Зюков, В. В. Михайлов и др.) и их аэробную производительность. Наибольшая величина МПК отмечалась у спортсменов высокой квалификации, специализирующихся в циклических видах спорта. Г. И. Кутепов у пловцов зарегистрировал МПК свыше 5 л/мин. По данным А. И. Александрова, у спортсменов-борцов МПК также находилось в этих пределах. У легкоатлетов А. П. Борисов и А. Хемингуэй нашли показатель превышающим 5 л/мин. В результате исследований М. Я. Горкин, Т. Г. Кальмуцкая, Л. Я. Боровица установили, что у высококвалифицированных спортсменов-велосипедистов (шоссе) МПК был в пределах 5 л/мин. При этом отмечалось его повышение при улучшении спортивной формы, роста спортивных достижений.

Прямая зависимость МПК от работоспособности установлена в динамических наблюдениях С. А. Боровица, который отмечал значительное снижение МПК при чрезмерном повышении тренировочной нагрузки.

По его данным, после 2—3-дневных соревнований по лыжному спорту МПК снижалось на 20—30%, а иногда и на 50%, сопровождаясь длительным (до 7—6 дней) периодом реституции. Снижение МПК отмечается и при длительных перерывах в тренировках.

Правильно организованный процесс тренировки ведет к повышению этого показателя. При этом важно, чтобы наивысшей своей величины он достигал в соревновательный период. Слишком раннее повышение аэробной производительности часто препятствует росту спортивных результатов (Я. П. Пярнат, Т. К. Сави).

Уровень окислительно-восстановительных процессов в условиях покоя имеет также немаловажное значение для мобилизации функциональных возможностей организма во время выполнения упражнений, поэтому изучение основного обмена у спортсменов представляет большой интерес.

Длительная спортивная деятельность сказывается на величинах основного обмена. Многолетняя мышечная активность приводит не только к морфофизиологическим, но и к глубоким биохимическим изменениям в организме. Они проявляются в повышении энергетического потенциала и в специализации биохимических процессов в соответствии с характером применяемых нагрузок, в некоторой экономизации энергозатрат в покое.

Экономизация энергозатрат в покое является, с одной стороны, проявлением компенсаторных перестроек функциональных систем, под влиянием систематических занятий напряженной спортивной деятельностью (брадикардия, брадикардия), с другой — проявлением адаптивных тканевых изменений.

Можно полагать, что переход на более экономный обмен является результатом качественных изменений тканевого метаболизма. По данным Т. А. Аллик, А. В. Коробкова, экономизация энергозатрат представляет собой уменьшение потребления кислорода по фосфорилирующему пути. При этом потребление кислорода на единицу свободного окисления остается стабильным.

Структурные, функциональные и биохимические перестройки в организме в результате использования больших нагрузок в тренировке спортсменов сказываются на системе красной крови. Нужно отметить, что

кровь, как внутренняя среда организма, чутко реагирует на кислородный дефицит, возникающий в результате мышечной деятельности. Недаром Дж. Баркрофт назвал кровь «зеркалом организма». Изучение реакции красной крови на кислородный дефицит вначале было связано с действием на организм низкого парциального давления кислорода на различных высотах.

Многочисленными исследованиями (П. Бэр, Е. Виль, Дж. Баркрофт, Н. Н. Сиротнин, З. И. Барбашова и др.) были установлены факты нарастания количества эритроцитов и гемоглобина в крови при пребывании в условиях гипоксической гипоксии.

Затем было экспериментально выяснено, что повышение количества эритроцитов и гемоглобина является результатом недостатка кислорода в организме независимо от того, какими факторами была вызвана гипоксия («подъемы» в барокамере, вдыхание газовых смесей, обедненных кислородом).

Система красной крови реагирует и на напряженную физическую работу, которая неизбежно связана с гипоксическим состоянием.

Исследования А. П. Егорова показали, что мышечная деятельность ведет к сдвигам картины крови. Величина изменений зависит от состояния тренированности спортсмена. Под влиянием напряженной работы изменяются все элементы и свойства крови — увеличивается количество лейкоцитов, эритроцитов, тромбоцитов, повышается содержание гемоглобина, повышается свертываемость крови, активизируются ферментативные системы, ее защитные функции, костный мозг стимулирует выход в кровь форменных элементов. При систематической тренировке эти изменения закрепляются, в силу чего даже в состоянии покоя у спортсменов можно отметить несколько иную картину крови. Это выражается, прежде всего, в повышенном содержании эритроцитов и гемоглобина. Если у лиц, не занимающихся спортом, количество эритроцитов составляет 4,5—5,0 млн. в 1 мм³, то у спортсменов высокой квалификации 5,5—6,0 млн. в 1 мм³. То же относится и к содержанию гемоглобина. Обычно он равен 70—80%. У спортсменов этот показатель повышен до 90% и более. Такие изменения приводят к повышению

кислородной емкости крови и улучшению дыхательной функции.

Степень изменения в системе крови зависит от спортивной специализации. При этом более значительные изменения проявляются у спортсменов, работа которых связана с возникновением большой кислородной задолженности. Эти факты нужно рассматривать как проявление адаптационных изменений в организме в ответ на напряженную мышечную деятельность.

Большие физические нагрузки вызывают постепенное приспособление организма к двигательной деятельности в условиях относительной кислородной недостаточности. Поэтому по устойчивости к гипоксии можно судить о тренированности организма. Для спортивной практики весьма ценным показателем тренированности является степень насыщения артериальной крови кислородом при длительной и напряженной работе. От способности организма поддерживать высокую степень оксигенации крови при работе или высокую работоспособность при условии падения насыщения крови кислородом зависят спортивные результаты. Необходимо также учесть, что степень оксигенации крови может служить показателем функций дыхательной системы и системы кровообращения, что придает этому показателю большую информативность.

Судить о степени оксигенации крови позволяют данные оксигемографической методики в сочетании с функциональными дыхательными пробами, применяемыми как в период выполнения работы, так и в состоянии покоя.

В спортивной практике в качестве гипоксических проб применяют: произвольную задержку дыхания в покое и при работе, дыхание в замкнутое пространство (без поглощения и с поглощением CO_2) и дыхание разными газовыми смесями (М. Е. Маршак, В. И. Войткевич, А. Б. Гандельсман и др.).

Функциональная проба с задержкой дыхания при одновременной регистрации степени снижения оксигенации крови является для спортсменов адекватной. Большая ценность задержки дыхания как функциональной пробы определяется возможностью в короткий отрезок времени создать чрезвычайные затрудне-

ния функции дыхания и кровообращения и использовать наблюдаемые сдвиги для характеристики устойчивости этих систем.

Опыты А. Б. Гандельсмана показали, что лучше применять пробу с задержкой дыхания на вдохе, так как при этом отмечается наибольшее время задержки дыхания и наиболее развернутые и глубокие сдвиги. Гипоксия и гиперкапния, возникающие при этом, моделируют процессы, которые происходят при большой физической нагрузке.

Важнейшим показателем этой методики является максимальное время задержки дыхания. Вместе с данными падения оксигемоглобина к концу дыхательной пробы он дает представление об устойчивости организма спортсмена к гипоксии — кислородной недостаточности, неизбежно возникающей при больших физических нагрузках.

Работы А. Б. Гандельсмана, А. Г. Дембо, С. Б. Тихвинского и др. показали, что устойчивость к гипоксии является одним из признаков высокой тренированности. Это заключение относится прежде всего к спортсменам, работа которых связана с проявлением качества выносливости.

По данным И. М. Бутина и В. А. Воробьева, у мастеров спорта СССР по лыжному спорту время задержки дыхания достигало 215 сек., перворазрядники показали время задержки дыхания равное 187 сек., спортсмены второго разряда — 55 сек.

А. Г. Зима установил время задержки дыхания у пловцов — 144 сек., у спринтеров — 110 сек. Наши данные оксигемографических показателей у спортсменов различной спортивной специализации представлены в табл. 21.

Наибольшее время задержки дыхания зарегистрировано у спортсменов, тренировка которых связана с выносливостью.

Наибольшее среднее время было у лыжников — 161 сек., 155 сек. — у гребцов, на 144 сек. в среднем могли задержать дыхание пловцы. Высококвалифицированные спортсмены в индивидуальных случаях задерживали дыхание на 180—240 сек. При этом, как правило, наблюдался низкий процент оксигенации крови в конце задержки дыхания, что может служить

признаком устойчивости организма к гипоксии и гиперкапнии.

Р. П. Грачева наблюдала падение оксигенации крови в конце дыхательной пробы до 60—70%. До 73,7%

Таблица 21

Средние данные оксигемографических показателей

Спортивная специализация	Длит. задержки дыхания (сек.)	Время фазы АБ (сек.)	Уровень падения НвО ₂ (%)	Время кровотока на участке легкие—ухо (сек.)
Легкая атлетика				
Спринт и средние дистанции	139	42,3	73	5,0
Длинные и сверхдлинные дистанции	133	56	80	5,5
Плавание	144	48	76	5,0
Лыжный спорт	161	40,7	68	6,7
Гребной спорт	154	48,2	70,3	6,1
Борьба	108	40,7	71	5,5
Футбол	95	39,8	80,2	5,8
Велосипедный спорт				
Чл. сб. УССР (м)	132	53	75	4,7
Чл. сб. УССР (ж)	109	49	87	4,6
Чл. сб. УССР (юн.)	127	46,5	80,2	5,8
Тяжелая атлетика	110	39,5	74	6
Гимнастика	125	45	69	4,7

доходило падение оксигенации крови при задержке дыхания у марафонцев (А. Б. Гандельсман). На 20—30% уменьшалась оксигенация крови у высококвалифицированных гребцов по данным Л. И. Карпенко. Ряд других авторов (В. А. Макаров, В. В. Мельников, Г. А. Горячая, И. М. Бутин и В. А. Воробьев) утверждают, что эти сдвиги зависят от спортивной квалификации.

Оксигемографические данные свидетельствуют о том, что систематическая тренировка приводит к более экономной степени окислительных процессов в состоянии покоя, о чем судят по времени фазы устойчивой оксигенации (фазы АБ). Это время от начала задержки дыхания до снижения оксигенации крови на 1%.

При условии стандартности объема вдоха и, следовательно, одном и том же количестве поступающего при этом в легкие кислорода, чем ниже будет степень

окислительных процессов, тем будет больше время, за которое произойдет снижение оксигенации крови на 1%.

По литературным данным, суточные колебания фазы АБ приближаются к суточным колебаниям основного обмена.

Исследование А. Пенкновичем фазы АБ и поглощения кислорода по Дугласу — Холдену в условиях основного обмена подтвердили эту связь.

Исходя из этого, можно понять данные, полученные С. Б. Тихвинским, Е. М. Крепсом, А. Б. Гандельсманом, И. М. Бутиным, В. А. Воробьевым об увеличении времени фазы АБ в связи с повышением тренированности. Это время, по данным И. М. Бутина, В. А. Воробьева, у мастеров спорта — лыжников было равно 60 сек., у спортсменов I спортивного разряда — 45 сек., у второразрядников — 33 сек.

По нашим данным, время фазы АБ у мастеров спорта СССР лыжников в среднем составляло 40,7 сек., с наибольшим значением в 65 сек.

У марафонцев — 56 секунд с наибольшей величиной в 75 сек., у легкоатлетов, специализирующихся в беге на короткие и средние дистанции — 36 сек., гребцов — 43 сек., пловцов — 47 сек., велосипедистов-шоссейников — 49,4 сек., гимнастов — 45 сек., борцов — 40,7 сек., штангистов — 39,5 сек., футболистов — 41 сек.

По нашим данным, наибольшее время фазы АБ у спортсменов, тренировка которых связана с развитием выносливости. Увеличение этого показателя в связи с систематической тренировкой свидетельствует о глубоких перестройках окислительных процессов в тканях, возможностях организма компенсировать сдвиги насыщения крови кислородом.

Под влиянием тренировок с большими нагрузками изменяется и скорость кровотока. У тренированных спортсменов она в состоянии покоя несколько замедлена, что способствует лучшему обмену веществ и кислорода.

Я. Фрич у велосипедистов на фотометрируемом участке легкие — ухо определил время кровотока, равное 5,5—8,5 сек. Е. М. Крепс нашел эту величину равной 5,2—6,0 сек. В таких же пределах (6,0 сек.) найде-

на скорость кровотока Н. И. Вольновым. По данным Л. Я. Евгеньевой, у велосипедистов время кровотока колеблется от 4,6 сек. до 6,6 сек. Как частные случаи, у некоторых из них оно равнялось 8,0; 9,0 и 10,0 сек.

Таким образом, систематическая тренировка с большими нагрузками приводит к глубоким структурным, функциональным и биохимическим изменениям организма, обеспечивая его повышенную работоспособность при напряженной деятельности.

Реакция внешнего дыхания на тренировочные и соревновательные нагрузки

За счет дыхания, которое тесно связано с моторикой, удовлетворяется в определенной мере кислородный запрос, покрывается кислородный долг, т. е. оплачивается энергетическая стоимость работы. В силу этого реакция системы дыхания на физические нагрузки определяется как мощностью и продолжительностью работы, так и особенностями ее выполнения.

Наиболее полно разворачивается деятельность этой системы при циклических упражнениях субмаксимальной и большой мощности (В. С. Фарфель). Легочная вентиляция во время выполнения этих упражнений достигает больших величин. В легкой атлетике наибольшая величина легочной вентиляции зарегистрирована при беге на средние и длинные дистанции, достигая 150 и более литров в минуту (В. С. Фарфель, В. В. Михайлов). Такая же величина легочной вентиляции отмечается в гребном, конькобежном спорте.

И. Куренков, исследуя вентиляцию легких при плавании с возрастающей скоростью (0,5—1,7 м/сек) у спортсменов различной подготовленности, отметил линейное увеличение вентиляции соответственно скорости проплывания дистанции. В диапазоне максимальных скоростей (1,3—1,7 м/сек) вентиляция легких была равна 120—150 л/мин.

Во время прохождения трассы велосипедистами-железнодорожниками показатели легочной вентиляции достигли у них 169 л/мин (М. А. Артыков). По данным

А. П. Борисова, у лыжников во время прохождения 15 км дистанции вентиляция легких в среднем составляла 91 л/мин., доходя у отдельных лиц до 128 л/мин. На такие же величины легочной вентиляции у лыжников указывает и В. В. Васильева.

При работе меньшей мощности (спортивная ходьба) отмечается и меньшая вентиляция легких — 70—80 л/мин.

Работа статического характера вызывает меньшие сдвиги во всех вегетативных системах, в том числе и в показателях дыхательной системы. По данным В. И. Миронова, вентиляция легких у гимнастов может в процессе работы возрасти до 117 л/мин. При статических же упражнениях (угол в упоре, вис и т. д.) легочная вентиляция во время работы из-за особенностей ее выполнения повышается незначительно (до 20 л/мин).

Таким образом, вентиляция легких во время работы изменяется в очень широких пределах, адекватно энергетической стоимости работы и условий ее выполнения.

Дыхательный объем при напряженной мышечной деятельности циклического характера возрастает до $\frac{1}{3}$ ЖЕЛ и несколько больше. Частота дыхания возрастает при этом до 40—70 дыханий в мин. (А. И. Ройтбак, Б. В. Таварткиладзе, И. К. Гоциридзе, И. М. Серпегин, В. В. Михайлов и др.).

Механизмы таких разнообразных реакций системы внешнего дыхания на физическую нагрузку весьма сложны, но именно мышечная работа, как указывает М. Е. Маршак, служила в процессе эволюции основным стимулом к развитию механизмов регуляции дыхания.

Вентиляция легких изменяется как перед работой так и сразу же с началом ее выполнения. Эти изменения носят условнорефлекторный характер. Кроме того, согласно теории гуморальной регуляции (Дж. Хенден и Дж. Пристли) дыхание при длительной работе регулируется в определенной мере в соответствии с напряжением CO_2 и O_2 в альвеолярном воздухе, количеством CO_2 и молочной кислоты, поступающей из активных мышц в кровь, т. е. со сдвигом рН крови. Отклонение параметров газового состава артериальной

крови воспринимается хеморецепторами в области дуги аорты и бифуркации сонной артерии с передачей информации на дыхательный центр, т. е. происходит регулирование вентиляции по отклонению путем обратной связи (Л. Л. Шик). Однако при напряженной физической работе, когда предъявляются повышенные требования к приспособительным механизмам, изменения вентиляции легких регулируются иначе. Действие этих механизмов находит свое объяснение и экспериментальное подтверждение в теории мото-висцеральных рефлексов (К. М. Быков, М. Р. Могенович). Ее положения выражаются в том, что проприоцептивная афферентация, значительная при мышечной деятельности, оказывает через нервную систему активное регулирующее влияние на работу внутренних органов, на их функциональное состояние и трофику.

Это относится и к органам дыхания, деятельность которых зависит не только от состояния дыхательного центра, но и от состояния моторных нервных центров. Многочисленные экспериментальные данные (М. Е. Маршак, Л. Л. Шик, А. Круг, Дж. Линдгард, К. М. Быков и др.) подтверждают, что наряду с регулированием по «отклонению» в системе управления дыханием широко используется регулирование по «возмущению» (Л. Л. Шик). При этом «возмущающим» фактором при напряженной мышечной деятельности являются сигналы с проприорецепторов работающих мышц. Второй вид регуляции дыхания при мышечной деятельности является основным, ведущим.

Изменение дыхания при напряженной мышечной деятельности изучалось довольно широко (Г. П. Конради, А. Д. Слоним, В. С. Фарфель, А. Н. Крестовников, П. Карпович, К. М. Смирнов и др.) в плане острой реакции этой системы на большие физические нагрузки. Однако полное представление о реакции любой системы на нагрузку можно получить при изучении ее «поведения» в период реституции. В этом направлении известны исследования функций системы дыхания после однократно выполненных упражнений (А. Круг, Дж. Линдгард, М. Е. Маршак и др.). Однако для рационального построения тренировочного процесса весьма важно знать реакцию этой системы на весь объем работы в тренировочном занятии или соревнованиях и

особенно характер восстановительного периода. В этом направлении экспериментальных работ недостаточно.

В. Е. Рыжкова, проводя наблюдения за изменением МВЛ под влиянием работы, а также в ближайшем периоде восстановления (15—45 мин.) над спортсменами различной специализации, пришла к выводу, что для оценки степени воздействия нагрузки на аппарат внешнего дыхания лучше всего использовать показатель МВЛ.

В. Е. Рыжковой отмечены типы реакции МВЛ в зависимости от объема тренировочной нагрузки. Эти индивидуальные реакции дали возможность судить о соответствии нагрузки функциональной подготовленности спортсменов. Позднее Р. Д. Дибнер и Л. И. Карпенко исследовали реакцию системы внешнего дыхания как на тренировочную нагрузку, так и в отдаленном восстановительном периоде. Ими установлено, что даже через 24 часа после тренировки координация функций дыхания и кровообращения не восстанавливается.

Исследование этого вопроса нами проводилось на спортсменах разной подготовленности, в условиях тренировочных и соревновательных нагрузок. Изменения показателей внешнего дыхания мы наблюдали перед тренировкой, а также сразу после больших и средних по объему нагрузок.

Большие нагрузки в гимнастике выражались в тренировочном занятии, которое продолжалось до 4 часов. Гимнасты при этом выполняли до 400 элементов во всех снарядах гимнастического многоборья. Пульс во время занятий достигал 205—230 уд/мин, по отношению к состоянию покоя он составлял 315—353%.

После первой большой нагрузки ЖЕЛ снижался по сравнению с ее показателями до нагрузки только на 135 мл. Уже утром следующего дня ЖЕЛ была близка к исходному уровню.

Повторная большая нагрузка вызвала также незначительное снижение ЖЕЛ, не выходящее за пределы ошибок измерения.

По сравнению с другими функциональными показателями (сердечно-сосудистой системы, газоборона, оксигеомографии, крови) компоненты внешнего

дыхания оказались менее чувствительны к воздействию больших тренировочных нагрузок.

Исследование функционального состояния других систем — изменения температуры активно работающих мышц, их силы и выносливости, времени двигательной реакции и координации движений, показало, что они изменялись весьма глубоко, не приходя к исходному

Таблица 22

Динамика показателей внешнего дыхания у пловцов в тренировочном микроцикле с большой нагрузкой на выносливость

Показатели	Дата исследования						
	3.IV	4.IV	5.IV	6.IV	7.IV	8.IV	9.IV
МВЛ (л/мин)	153,2	141,5	152,2	153,6	152,0	153,5	153,0
Ч-во дых. 1 мин.	74,2	77,7	76,1	70,1	71,1	71,3	70,2
Объем дых. (л)	2,06	1,84	2,00	2,17	2,10	2,13	2,17

уровню ко времени повторной большой нагрузки. Это, вероятно, объясняется тем, что данный вид спорта не предъявляет столь больших требований к вегетативным системам и, в частности, к системе внешнего дыхания.

Следовательно, оценивая величину физической нагрузки и ее влияние на организм, недостаточно изучить функциональные сдвиги в одной из физиологических систем, необходимо комплексное исследование вегетативных систем организма.

При исследовании внешнего дыхания у пловцов в условиях тренировок с большой нагрузкой на скорость и выносливость, а также в период соревнований мы отметили ряд закономерностей, которые позволяют определить как степень подготовленности спортсменов к тренировочным нагрузкам, так и влияние изучаемых нагрузок на организм. После тренировочной нагрузки, например, на выносливость (3.IV) МВЛ снижалась на 11,7 л/мин (с 153,2 л/мин до 141,5 л/мин). Через сутки МВЛ приходила к исходным данным (табл. 22). Однако спортсмены индивидуально реагировали на тренировочную нагрузку. У одних МВЛ после нагрузки уменьшилась только на 2 л/мин, у других — на 30 л/мин, но в обоих случаях на вторые сутки МВЛ

уже пришла к исходному состоянию, несколько превысив его на 3-и сутки. Разную степень изменений мы объясняем разной подготовленностью спортсменов. В разбираемом случае, при мало изменяющейся частоте дыхания можно наблюдать изменение его объема на 220 мл. В восстановительном периоде формировалось более редкое и глубокое дыхание.

Таблица 23

Динамика показателей внешнего дыхания у пловцов после большой нагрузки на скорость

Исследуемые показатели	Дата исследования								
	29.IX до нагр.	29.IX после нагр.	30.IX	1.X	2.X	3.X	4.X	5.X	6.X
МВЛ (л/мин)	125	114,7	110	123	128	123	125	120	125
ЖЕЛ (мл)	6300	6200	6300	6300	6300	6300	6300	6200	6200

После тренировочных занятий с большой нагрузкой на скорость (двадцатикратное проплавание 25-метровых отрезков с максимальной скоростью) МВЛ уменьшалась на 10,3 л/мин, что составляет 9% к исходной величине (табл. 23). Через 18 часов МВЛ продолжала несколько снижаться — теперь она была меньше исходных данных на 15 л/мин и только через 32 часа (вторые сутки) МВЛ была близка к исходному уровню, несколько превысив его на 3-и сутки.

Таким образом, большие тренировочные нагрузки как на скорость, так и на выносливость вызывали снижение МВЛ, а затем ее фазные колебания.

Двухдневные соревнования по плаванию также вызывались на внешнем дыхании (рис. 29). При первой соревновательной нагрузке не вызывала изменения МВЛ. Однако индивидуальные реакции у спортсменов были различные: у одних МВЛ после соревнований несколько повысилась, у других — зарегистрировано весьма малое ее снижение. Соревнования следующего дня привели к снижению МВЛ в среднем на 9,3 л/мин. У некоторых пловцов отмечалось снижение МВЛ на 26 л/мин.

ЖЕЛ изменялась менее выразительно. В частности, после большой тренировочной нагрузки на скорость

ЖЕЛ в среднем уменьшилась только на 100 мл, а через 18 часов она была равна исходным величинам. Соревновательная нагрузка в первый день соревнований вызвала уменьшение ЖЕЛ на 350 мл, после вто-

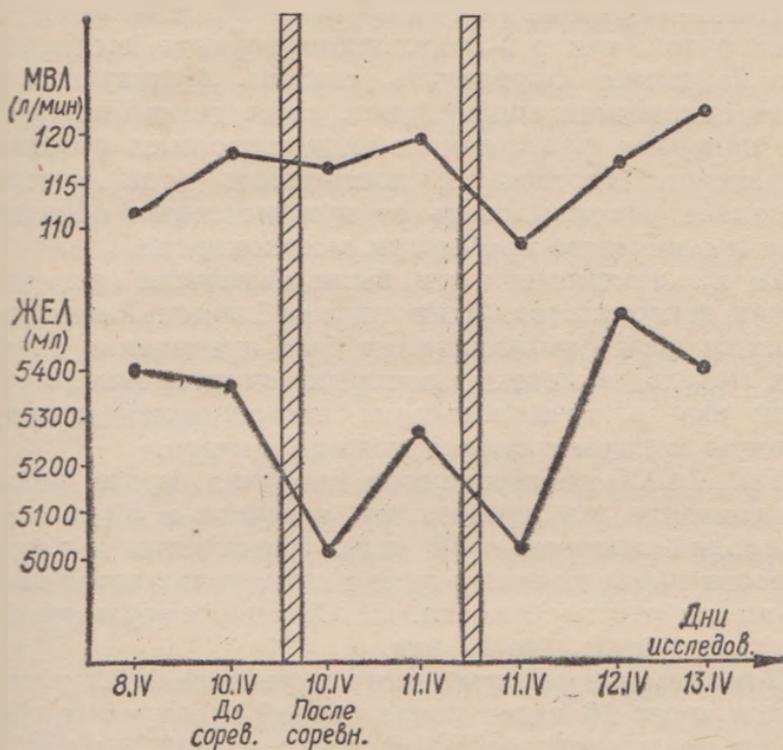


Рис. 29.

рого дня — на 250 мл. Через 18 часов ЖЕЛ превысила исходный уровень, а через 32 часа опять пришла к исходным величинам.

Индивидуальные реакции были различны и выражались как в понижении, так и в повышении этого показателя.

Уменьшение МВЛ сразу после нагрузки и особенно в отдаленном периоде восстановления нужно рассматривать как реакцию, свидетельствующую о том, что нагрузка для данного спортсмена была большой. Повышение данных внешнего дыхания после тренировки или соревнований свидетельствует о том, что нагрузка была ниже функциональных возможностей спортсмена. Оптимальная нагрузка вызывает снижение пока-

зателей внешнего дыхания сразу после нее и затем быстрое их восстановление (на утро следующего дня).

Затянувшийся период восстановления свидетельствует о чрезмерности нагрузки.

Таким образом, исследование МВЛ как сразу после нагрузок, так и в отдаленном периоде восстановления позволяет определить степень функциональной подготовленности спортсменов, соответствие предлагаемой нагрузки функциональному состоянию организма спортсмена. Простота и доступность этой методики позволяет рекомендовать ее при массовых обследованиях и в качестве пробы при самоконтроле.

Те же закономерности были замечены при тренировках легкоатлетов. Один цикл наблюдений над спортсменами этой специализации был проведен в течение трех недель, в период которых спортсмены 3 раза (один раз в тренировочном микроцикле) получали большие нагрузки скоростного характера.

Так, 14.IX тренировочная нагрузка, кроме разминки, состояла из пробегания отрезков в 60 м с максимальной скоростью (8 раз). Значительное падение скорости прохождения отрезка свидетельствовало о снижении работоспособности. 21.IX спортсмены пробежали ту же дистанцию 15 раз.

В результате работы такого характера МВЛ у спортсменов через 18 часов после первой тренировочной нагрузки повысилась со 134,9 л/мин до 142,7 л/мин или на 5,7% (табл. 24.). До следующей большой нагрузки МВЛ оставалась на таком же несколько повышенном уровне. Через 18 часов после второй большой нагрузки (20.IX), которая по объему вдвое превышала первую, МВЛ снижается со 155,6 л/мин до 130,6 л/мин или на 19,1%. На несколько пониженном уровне она остается в последующие три дня, после которых тренировочное занятие вновь незначительно понижает ее. К исходному уровню этот показатель приходит на 2-е сутки, а на 3-и превышает его. Согласно нашим представлениям о том, что величина нагрузки определяется не столько объемом проделанной работы, сколько ее воздействием на организм, можно полагать, что тренировочная нагрузка в первом занятии не была большой, т. к. она не вызвала значительных изменений МВЛ и ее фазных колебаний. Вторая и тре-

исследуемые нагрузки даже через 18 часов приводили к уменьшению МВЛ, вслед за чем происходило ее фазное колебание с превышением значений МВЛ на третьи сутки.

После каждой исследуемой нагрузки отмечалось также увеличение объема дыхания.

В другой серии опытов исследовалось воздействие на функции организма большой тренировочной нагрузки на выносливость.

Исследуемая работа заключалась в пробегании дистанций от 13 200 до 19 600 м.

У хорошо подготовленных спортсменов МВЛ, измеренная после бега, была на 19,6 л/мин или на 13,7% ниже исходных величин. Через 18 часов этот показатель превысил исходный уровень на 13,8 л/мин, оставаясь затем на том же повышенном уровне все исследуемые дни.

ЖЕЛ после такой нагрузки уменьшилась на 186 мл, достигая через 18 часов своих исходных величин и оставаясь без изменений в течение последующих четырех дней ее измерения. У легкоатлетов, менее подготовленных, ЖЕЛ также мало изменялась под влиянием исследованной нагрузки.

МВЛ сразу после нагрузки снизилась со 154,6 л/мин до 136,8 л/мин, т. е. на 12%. К своим показателям эта величина была близка только на третий день реституции, а на четвертый день несколько их превысила. Последующая нагрузка на выносливость, выполняемая через 7 дней после первой, вызвала снижение МВЛ на 19,6 л/мин или на 15% также с последующими фазными колебаниями.

Что касается компонентов, определяющих МВЛ, то под влиянием воздействия тренировочной нагрузки больше изменялся объем дыхания и в меньшей мере частота дыхания. В первом случае объем дыхания уменьшался на 200 мл, во втором — на 220 мл.

Таким образом, одна и та же по характеру и объему тренировочная нагрузка у менее подготовленных спортсменов вызвала более продолжительный период восстановления с выраженными фазными колебаниями.

Реакция МОД на большую нагрузку изучалась в условиях соревнований, где напряженная мышечная

деятельность сопровождается значительными эмоциями, несомненно, оказывающими влияние на функциональные сдвиги вегетативных систем.

У легкоатлетов через 18 часов после прохождения дистанций 8 км МОД был повышен на 14,4% (с 4,53 л до 5,24 л) и только через 42 часа МОД снизился и был

Таблица 24

Динамика показателей внешнего дыхания у легкоатлетов в тренировочных микроциклах с применением больших нагрузок на скорость

Дата исследований.	МВЛ (л/мин)	К-во дых. (1 мин.)	Объем дых. (л)	Дата ис-след.	МВЛ (л/мин)	К-во. дых. (1 мин.)	Объем дых. (л)
13.IX	134,9	68,5	1,96	23.IX	148,2	100,8	1,47
15.IX	142,7	71,5	1,99	25.IX	147,2	96	1,53
16.IX	158,9	85,0	1,86	26.IX	138,6	100,3	1,37
18.IX	155,4	93,5	1,66	27.IX	145,7	100,8	1,44
19.IX	162,5	102,5	1,58	28.IX	158,4	100,0	1,58
20.IX	155,6	120,5	1,29	29.IX	160,3	101,5	1,57
				30.IX	167,6	101,5	1,65
22.IX	130,6	92,6	1,41	2.X	165,0	101,5	1,62

близок к исходным величинам — превышение составляло 4,1%. Эта нагрузка почти не изменяла частоту дыхания.

Соревновательная нагрузка, связанная с прохождением сверхдлинных дистанций (марафонский бег), вызывала небольшие по величине сдвиги с вяло текущими процессами восстановления.

МОД, равный в состоянии покоя 6,19 л, через 4 часа после соревнований повысился до 8,22 л, или на 32%. Затем наблюдалось фазное колебание этого показателя. Через 18 часов МОД приходил к исходным величинам, на четвертые сутки был несколько повышенным (на 11%), на шестые сутки превышение составляло 19%. При этом объем дыхания постоянно уменьшался, частота дыхания только на шестые сутки полностью восстанавливалась.

Мышечная деятельность, которая предъявляет повышенные требования к вегетативным системам, вызывала более глубокие функциональные сдвиги в системе внешнего дыхания. Свидетельством этого могут служить данные, полученные на соревнованиях по лыжному спорту, в которых спортсмены проходили

две-три дистанции. Даже ЖЕЛ, менее лабильный показатель системы внешнего дыхания, после соревновательной нагрузки значительно уменьшалась (табл. 28), быстро приходя к своим исходным данным. Более глубокие изменения отмечались в минутном объеме дыхания, его частоте и глубине. Эти изменения зависели от объема проделанной работы, степени функциональной подготовленности спортсменов.

Так, в первой группе спортсменов, которые проходили дистанции 15, 30 и 50 км, МОД оставался значительно повышенным даже через 8 часов после соревнований (на 50% после первых двух дистанций и на 98% после третьей дистанции). Исследования, проведенные в течение 5 дней реституции, показали, что трехдневные лыжные гонки связаны с длительным восстановлением системы внешнего дыхания: даже на 5-е сутки реституции МОД был повышен на 16%. Также в течение всего исследуемого периода была измененной частота дыхания по сравнению с исходной величиной, которая равнялась 10 в мин. Утром, в день исследований частота дыхания равнялась 13,5—14,0 в мин. Через 8 часов после работы — 16—17 в мин. В течение 5 дней восстановления частота дыхания к исходным величинам не пришла. Эта работа оказывала влияние и на объем дыхания, который, как правило, после нагрузок уменьшался, оставаясь пониженным в период восстановления в течение 5 суток.

Реакция на эту же нагрузку у лидирующих спортсменов была иная. Через 8 часов после прохождения соревновательных дистанций МОД оставался повышенным только на 34%, достигая исходных величин на 5-е сутки. То же относится и к частоте дыхания. Объем дыхания при этом повышался на 23%, а его фазные колебания наблюдались в течение 4—5 дней реституции.

Соревновательная нагрузка в силовых упражнениях (поднятие штанги), связанных с задержкой дыхания, натуживанием, через 15 мин. после соревнований вызвала повышение МОД на 93,5%. Через 4 часа и 18 часов МОД превышал исходные данные на 30,3%, а на следующие сутки реституции только на 11,2%, оставаясь в последующие дни измерения в пределах исходных величин. Изменения МОД происходили за счет изменения

частоты и объема дыхания. Частота дыхания сразу после соревнований повысилась на 55%, через 4 часа после соревнований на 50%; через 18 часов — на 12%. Соревновательная нагрузка повысила объем дыхания на 15%; через 4 часа объем дыхания уменьшается, а повышение легочной вентиляции происходит за счет значительного изменения частоты дыхания. Через 18 часов отмечается вторая фаза изменений этого показателя, объем дыхания увеличивается на 34,9% и только затем идет медленное его снижение.

ЖЕЛ у штангистов при этом изменялась весьма незначительно.

Таким образом, тренировочные и соревновательные нагрузки по-разному влияли на изучаемые показатели внешнего дыхания. Работа, которая не предъявляет больших требований к этой системе (гимнастические упражнения, занятия по тяжелой атлетике) вызывала незначительные колебания ЖЕЛ, МВЛ, МОД, частоты и объема дыхания. Восстановительный период был непродолжителен, без выраженной фазы суперкомпенсации.

Таблица 25

Динамика показателей внешнего дыхания у лыжников в первые трехдневных соревнований

Дата и условия измерения	ЖЕЛ (мл)		МОД (л)		К-во дых. (1 мин.)		Объем (мл)	
	утро	через 8 час. после сор.	утро	через 8 час. после сор.	утро	через 8 час. после сор.	утро	через 8 час. после сор.

Первая группа

4.02	4750		5,02		10		502
5.02 (15 км)	4750	4600	5,6	7,5	11,5	15,7	509
6.02 (10 км)	4750		5,4		9,5		568
7.05 (30 км)	4700	4400	6,0	7,5	13	16	461
8.02	4550		6,9		14		492
9.02 (50 км)	4650	4300	5,5	9,9	13,5	17	409
11.02	4650		5,9		13,5		410
12.02	4700		6,12		13,5		453
13.02	4700		6,5		14		464
14.02	4700		5,8		13		409

Дата и условия измерения	ЖЕЛ (мл)		МОД (л)		К-во дых. (1 мин.)		Объем дых. (мл)	
	утро	через 8 час. после сор.	утро	через 8 час. после сор.	утро	через 8 час. после сор.	утро	через 8 час. после сор.
Вторая группа								
4.02	5800		5,8		8,5		682	
5.02 (15 км)	5700	5300	5,62	7,8	8,7	10,5	600	742
6.02 (10 км)	5450		5,9		9		655	
7.02 (30 км)	5800	5650	5,9	7,3	8,5	10,	694	730
8.02	6000		6,2		9		689	
9.02 (50 км)	5700		5,9		10		590	
11.02	5700		6,2		9		577	
12.02	5700		5,9		8,5		695	
13.02	5700		5,5		8,5		647	
14.02	—	—	—	—	—	—	—	—

Тренировочные и соревновательные нагрузки на скорость и выносливость в легкой атлетике и плавании были связаны с понижением функциональных возможностей этой системы, с восстановительным периодом, продолжающимся несколько дней. При этом можно отчетливо наблюдать фазу повышенного рабочего состояния этой системы.

Особенно угнетается функциональное состояние дыхательной системы во время прохождения соревновательных дистанций в лыжном спорте. На этом примере можно видеть затянувшийся период восстановления. В некоторых индивидуальных случаях МОД восстанавливается только на шестой день, даже несколько позже потребления кислорода. Это наблюдается, когда физические нагрузки бывают чрезмерны, превышают степень функциональной подготовленности спортсмена к таким напряжениям, вызывая нарушение регулирования кислородного режима в организме.

Одна и та же соревновательная и тренировочная нагрузка вызывала разные функциональные сдвиги у занимающихся. Этот факт может служить подтверждением нашего положения о том, что величина нагрузки определяется не только ее объемом, интенсивностью, но и степенью подготовленности спортсмена.

Изменение газообмена в период восстановления после выполнения физических нагрузок

Напряженная спортивная деятельность, связанная со значительными энерготратами, определяет и высокую степень окислительных процессов как во время работы, так и в период реституции.

По данным А. П. Борисова, при беге на средние дистанции потребление кислорода у спортсменов достигает: у мужчин 5,23 л/мин, у женщин — 3,36 л/мин.

Г. И. Куренков, исследуя пловцов, получил высокие цифры потребления кислорода — даже средние данные были выше 5 л/мин.

М. А. Артыков, исследуя велосипедистов-шоссейников в естественных условиях тренировки, при скорости прохождения трассы около 50 км/час, зарегистрировал потребление кислорода, равное 5,26 л/мин. У боксеров при выполнении специфической работы, по данным Э. Чупрова, потребление кислорода несколько меньше — 2,27 л/мин. Исследования Л. В. Костиковой, проведенные в специфических условиях, близких к соревнованиям, на баскетболистах, показали, что потребление кислорода во время работы достигает 4,1 л/мин.

Естественно, что во много раз увеличенное потребление кислорода по сравнению с состоянием покоя возможно при напряжении всех вегетативных систем, обеспечивающих его усвоение. Величина потребления кислорода, определенная во время работы, несомненно, может служить показателем энергетической стоимости работы и ее переносимости спортсменом. Однако такое представление о степени воздействия нагрузки на организм можно получить, имея дополнительные данные о характере и длительности периода восстановления.

Среди многочисленных вопросов этой проблемы нерешенным является вопрос о направлении изменения потребления кислорода после физической нагрузки. Большинство исследователей отмечают повышение окислительных процессов после работы, выполненной накануне, а данные В. С. Фарфеля, М. Е. Маршала показали снижение этого показателя после тяжелой работы. Наблюдения последних лет свидетельствуют о направлении изменений потребления кислорода

сит, прежде всего, от объема проделанной работы. Снижение его наблюдается при интенсивной тренировке с большим объемом работы, а повышение — при недостаточно интенсивной. Кроме того, можно полагать, что и другие факторы могут влиять на характер окислительных процессов. К. Кесселер выявил зависимость направления изменений основного обмена от периода тренировки, времени года. Им в течение 8 недель занятий определялась динамика основного обмена. При этом установлено, что под влиянием тренировки в летнее и весеннее время основной обмен снижается, в зимнее время его колебания остаются в пределах нормы. Несомненно, что на изменения этого показателя значительно влияет эмоциональное состояние тренирующихся, их спортивная квалификация, спортивная форма.

Напряженная мышечная деятельность может вызывать длительное колебание величины основного обмена.

Л. И. Абросимова, исследуя основной обмен у скороходов и стайеров в соревновательный период и через 24 часа после тренировки, обнаружила, что он превышает нормы Гарриса — Бенедикта на 12,7%. Повышенная интенсивность окислительных процессов в течение 48 часов после работы зарегистрирована Т. А. Аллик и Л. К. Туркиной. Это явление получило название «динамическое последствие мышечной активности» (Б. С. Гиппенрейтер).

В. В. Михайлов, по данным основного обмена, отмечал в своих исследованиях затянувшиеся на 2—3 дня процессы восстановления после больших физических нагрузок. Измененный основной обмен в течение 36 часов после тренировочной нагрузки у пловцов наблюдал С. А. Бакулин. Исследования, проведенные Т. Г. Кальмуцкой над штангистами, показали, что фазные колебания основного обмена после напряженной тренировки затягиваются на 6—7 дней при условии, что в этот период не прекращаются тренировки со средними и малыми нагрузками.

Длительные динамические наблюдения за изменением потребления кислорода были проведены М. Я. Горкиным, Л. Я. Евгеньевой, Т. Г. Кальмуцкой.

Под наблюдением находились высококвалифициро-

ванные спортсмены-лыжники в период соревнований, марафонцы, легкоатлеты-стайеры, штангисты.

Опыты ставились по утрам в базальных условиях, а в дни соревнований — дополнительно через 8 часов после соревновательной нагрузки.

Н. В. Лауэр и А. З. Колчинская, утверждая что количественная оценка только одной величины — потребления кислорода — не может дать полного представления о функционировании дыхательной системы, ее реакции на физические нагрузки, ввели понятие «кислородного режима», отражающего кислородные параметры на разных этапах передвижения кислорода по организму. Ими предложены новые показатели для суждения об эффективности и экономичности усвоения кислорода. Как показатель эффективности нами анализировалось отношение количества кислорода, поступающего в легкие, к количеству поглощенного кислорода.

Об экономичности усвоения кислорода мы судили по кислородному пульсу (количество потребляемого кислорода, приходящееся на одно сердечное сокращение), кислородной цене дыхательного цикла, а также по вентиляционному эквиваленту (ВЭ) — отношению минутного объема дыхания к количеству потребляемого кислорода.

Анализ изменений этих показателей сразу после работы и в отдаленном периоде восстановления позволил выявить качественные особенности в протекании кислородного обмена в организме, найти показатели, по которым можно судить как об остром воздействии большой нагрузки на организм, так и о характере и продолжительности восстановительных процессов.

Наиболее глубокие сдвиги показателей газообмена наблюдались у спортсменов, выполнявших работу, связанную с выносливостью. У лыжников, проходивших соревновательные дистанции 15, 30 и 50 километров исходная величина потребления кислорода была равна 204 мл/мин. Через 8 часов после первой соревновательной дистанции потребление кислорода оставалось повышенным на 70%, а через 16 часов — было близко к исходным данным (233,5 мл/мин). Прохождение дальнейших последующих соревновательных дистанций, надо предполагать, было связано с кумулированием утомления.

что выразилось в более значительных отклонениях потребления кислорода. Через 8 часов после прохождения третьей дистанции потребление кислорода оставалось повышенным на 100%. Только на пятые сутки периода реституции потребление кислорода пришло к исходным данным. В это же время МОД был повышен по сравнению с исходным на 16%. Таким образом, потребление кислорода быстрее приходило к исходным величинам, нежели МОД. Это связано с уменьшением процента потребления кислорода из вдыхаемого воздуха.

Что касается эффективности кислородного потребления, то этот показатель изменялся в зависимости от степени нагрузки, ее переносимости.

Исходная его величина накануне соревнований была равна 4,35. Утром в день соревнований, несмотря на некоторое повышение МОД, потребление кислорода снижается что приводит к ухудшению эффективности кислородного режима. Через 8 часов после прохождения первой дистанции при повышенной легочной вентиляции эффективность усвоения кислорода улучшается и отношение количества кислорода вдыхаемого к количеству потребляемого кислорода становится равным 4,47.

Наибольший эффект поглощения кислорода отмечается через 8 часов после прохождения второй дистанции (показатель эффективности кислородного режима в это время достигает 3,79). Утром следующего дня и еще через одни сутки эффективность усвоения кислорода снижается. После прохождения третьей соревновательной дистанции показатель эффективности кислородного режима по-прежнему остается высоким (эффективность низкая), оставаясь пониженным в последующие пять суток восстановительного периода.

Таким образом, соревновательная нагрузка по-разному влияет на эффективность усвоения кислорода. Можно полагать, что непредельная работа повышает эффективность усвоения кислорода. Работа, связанная с утомлением, значительно снижает ее.

И еще одно обстоятельство вытекает из наших данных: показатель эффективности кислородного режима более четко и тонко отражает функциональное состояние системы дыхания. В то время как потребление

кислорода, МОД в исследуемый период восстановления были близки к исходным величинам, показатель эффективности кислородного режима продолжает увеличиваться, указывая на ухудшение дыхательной функции.

Другим параметром газообмена, тонко отражающим степень регулирования этой функции, служит вентиляционный эквивалент (ВЭ). Он изменяется, по нашим данным, параллельно показателю эффективности кислородного режима. За сутки до соревнований ВЭ был равен 20,9. Накануне соревнований он увеличился до 24,8. После прохождения первой соревновательной дистанции ВЭ уменьшается, несмотря на возросшую легочную вентиляцию, указывая на более экономный режим работы системы дыхания. Наибольшая экономичность в работе дыхательной системы отмечается после прохождения второй соревновательной дистанции (ВЭ равен 18,2), а затем он начинает повышаться: на утро следующего дня равняется 18,7; утром, в день прохождения третьей дистанции — 22,4; через 8 часов после нее — 23,9, в последующие пять дней восстановления также наблюдается его повышение. Кислородный пульс при исходных испытаниях равнялся 6,7 мл/уд. Затем утром, в день соревнований, наблюдается его ухудшение — он составлял 4,8 мл/уд. Это можно объяснить тем, что в стартовом состоянии условно-рефлекторно более лабильно изменяется деятельность сердечно-сосудистой системы и менее лабильно оказывается система усвоения кислорода. Через 8 часов после соревнований, когда преобладающее влияние на изменение функций оказывают гуморальные, а не нервные факторы, кислородный пульс повышается, но еще остается ниже исходных величин. Такая же закономерность отмечается и в последующие дни соревнований: значительное понижение показателей кислородного пульса утром в день соревнований и улучшение после соревнований.

В период восстановления в течение 5 суток кислородный пульс понижается, что служит показателем малой экономичности работы сердечно-сосудистой системы.

Такая же закономерность в реакции на соревновательную нагрузку отмечается и по показателю

экономичности функций внешнего дыхания, когда в последующие за соревнованиями пять суток восстановления отношение количества потребляемого кислорода к частоте дыхания не увеличивается как следовало ожидать, а уменьшается.

Однако в группе лидирующих спортсменов мы не отметили таких глубоких функциональных изменений в период соревнований и столь длительного периода реституции.

Наибольшая величина потребления кислорода отмечалась после прохождения первой соревновательной дистанции. Через 8 часов после работы потребление кислорода было увеличено по сравнению с исходными данными на 63%.

На 3-и сутки периода реституции потребление кислорода пришло к исходному уровню, претерпевая в дальнейшем колебания в пределах ошибки измерений.

Показатель эффективности кислородного режима был равен в исходных данных 5,26. Утром в день прохождения первой дистанции он уменьшается, указывая на более лучшие условия поглощения кислорода. Уменьшается он и через 8 часов после прохождения дистанции, становясь равным 4,37. Наименьшие его величины зарегистрированы утром в день прохождения третьей дистанции (3,86). Затем отмечается фазное его изменение: повышение до исходных величин с последующим снижением.

По характеру изменений ВЭ мы также наблюдали лучшую экономичность в работе дыхательной системы после прохождения соревновательных дистанций. В день исходных измерений ВЭ составлял 25,1. После прохождения первой дистанции он равнялся 20,6, после второй — 24,3. В отдаленном восстановительном периоде (на 2-е сутки) сначала отмечается его значительное улучшение (20,9) а на 6-е сутки ВЭ был близок к исходным данным (23,3).

При исходных данных кислородный пульс равнялся 5,51 мл/уд. Наибольшая экономичность в работе сердечно-сосудистой системы наблюдалась в день прохождения второй соревновательной дистанции: утром ее величина равнялась 6,72 мл/уд, через 8 часов после прохождения дистанции — 5,9 мл/уд. Затем идет

фазное снижение кислородного пульса с последующим повышением, не доходящим до исходных величин.

Прохождение соревновательных дистанций приводило и к лучшей экономичности в работе органов дыхания, в частности, кислородный эффект дыхательного цикла в период соревнований повышался на 40%.

Таким образом, соревновательная нагрузка по-разному воздействовала на организм спортсменов. Это зависело от степени подготовленности спортсменов к соревнованиям.

В группе лидирующих лыжников обнаружены менее глубокие ответные реакции на нагрузку. Наибольшее потребление кислорода наблюдалось у них через 8 часов после соревнований и составляло 163% от исходных, в то время, как у спортсменов, менее подготовленных, эта величина повышалась до 200%. Потребление кислорода у группы лидирующих лыжников на третьи сутки после прохождения трех соревновательных дистанций восстанавливалось до исходных величин, на 4—5 сутки понижалось — наблюдалась «отрицательная фаза» по потреблению кислорода. У менее подготовленных спортсменов даже на 5-е сутки рестициации этот показатель был несколько повышенным. Показатель эффективности кислородного снабжения организма у хорошо подготовленных спортсменов под влиянием исследуемой нагрузки улучшается, оставаясь таким же все исследуемое время. Этот же показатель у менее подготовленных спортсменов улучшается после прохождения первых двух дистанций, после третьей — отмечается его ухудшение. Исходной величины он не достигает и на 5-й день восстановления. Тот же характер изменений отмечается и по ВЭ, кислородному пульсу, «кислородной цене» дыхательного цикла.

Восстановление всех функций носило фазный характер, но полное восстановление в течение 5 дней происходило лишь у группы хорошо подготовленных спортсменов.

В восстановлении отдельных показателей газообмена удается проследить явление гетерохронизма. Раньше других показателей, как правило, к исходным данным приходил минутный объем дыхания, частота и глубина дыхания, затем — потребление кислорода. За-

тяжной период восстановления наблюдается по показателям эффективности и экономичности кислородного режима. При глубоком утомлении такая последовательность нарушалась.

Несколько другие изменения в глубине и характере газообмена наблюдались после прохождения марафонской дистанции.

Хотя работа, связанная с прохождением сверхдлинных дистанций, выполняется обычно в условиях истинного устойчивого состояния по потреблению кислорода, однако спортсмены в конце дистанции испытывают чрезмерное утомление. Мы полагаем, что это связано с глубокими изменениями во внутренней среде организма, ибо характер колебаний в показателях газообмена не столь значителен.

Так, через 4 часа после прохождения марафонской дистанции потребление кислорода у спортсменов по сравнению с данными, полученными в базальных условиях, было увеличенным только на 24%, в то время как трехдневные состязания в лыжном спорте вызывали даже через 8 часов после прохождения дистанции 50 км увеличение потребления кислорода на 100%. Утром следующего дня (через 16 часов) потребление кислорода достигает уже дорабочего уровня, а на 4-е сутки после соревнований потребление кислорода становится несколько ниже исходных данных. Таким образом, по изменению потребления кислорода у участников соревнований по марафонскому бегу можно косвенно утверждать, что работа проходила на уровне «истинного» устойчивого состояния.

По данным А. Н. Крестовникова, А. Б. Тамбиана, кислородное потребление при работе составляет 2,5—3,0 л/мин. Так как кислородный долг при прохождении этой дистанции весьма незначителен (от 2% до 10%), то для его удовлетворения не требуется длительного времени.

Однако и эта работа сказывалась на показателях эффективности и экономичности дыхания.

Так, вентиляционный эквивалент оставался изменчивым не только через 4 часа после соревнований, но и в последующие дни восстановления. Утром в день соревнований ВЭ составлял в среднем 21,8. Через 4 часа он был равен 23,0. На утро следующего дня ВЭ при-

ходит в своих показателях к исходным величинам (22,0), а затем на 4-е и 6-е сутки соответственно увеличивается до 24,0 и 25,5.

Особенно нарушается под влиянием прохождения марафонской дистанции экономичность дыхания, определяемая отношением количества кислорода, потребленного в мин., к частоте дыхания.

Если до соревнований за один дыхательный цикл поглощалось 24 мл кислорода, то через 4 часа после соревнований — 22,1 мл, через сутки — 21,6 мл; на 4-е и 6-е — 18,4 и 16,7 мл.

Таким образом, исследуемая длительная работа умеренной интенсивности, хотя и не вызывала резких сдвигов в показателях газообмена, но восстановительные процессы протекали длительно и вяло, с нерезко выраженными фазными изменениями. Повышение потребления кислорода, зарегистрированное через 4 часа после работы, сменяется через 18 часов снижением этого показателя до исходных величин, а затем отмечается вновь незначительное усиление активности окислительных процессов.

Реакция организма на циклическую работу большой мощности была несколько иная. Уже через 18 часов после прохождения легкоатлетической дистанции 8 км потребление кислорода становится ниже исходных величин. Если в условиях основного обмена средние величины потребления кислорода были равны 267 мл/мин, то в тех же условиях через 18 часов после соревнований — 256 мл/мин с последующим снижением на 2-е, 3-и, 4-е и 5-е сутки соответственно до 223 мл/мин, 212 мл/мин, 207 мл/мин, 212 мл/мин.

Необходимо отметить, что при анализе материала, полученного на спортсменах, не всегда можно и нужно пользоваться средними данными. Дело не только в том, что характер реакции спортсмена на одну и ту же физическую нагрузку зависит, как было показано, от его функциональной подготовленности, но еще и в том, что приспособление организма к большой нагрузке у разных людей идет разными путями.

Так и в разбираемом случае: мало изменяющиеся средние данные по потреблению кислорода объясняются разным характером реакций спортсменов на работу.

Для примера приводим данные двух спортсменов с разнонаправленными изменениями потребления кислорода.

У спортсмена Д-ха потребление кислорода через 18 часов после соревнований повышалось с 232 мл/мин до 282 мл/мин (на 21%), в то время как у Т-на понижалось с 260 мл/мин до 214 мл/мин (тоже на 21%). Затем следует фазнопротекающий период восстановления. При этом у Т-на на 2-е сутки потребление кислорода было только на 6% ниже исходных данных, у Д-ха — на 33%.

Что касается эффективности кислородного поглощения, то эти соревнования мало изменяли ее. Среднее значение показателя эффективности кислородного обеспечения до соревнований было 3,60; утром, в день соревнований — 4,29. А затем в последующие дни этот показатель составлял 4,4; 4,78; 4,49; 4,54.

Вентиляционный эквивалент в индивидуальном значении изменялся более многообразно. В среднем в исходных исследованиях он составлял 17,3. Уже утром в день соревнований у всех без исключения спортсменов отмечается значительное изменение ВЭ (от 153% до 106%). Через 18 часов у спортсмена К. зарегистрировано улучшение этого показателя — он уменьшился с 20,3 до 16,9. У остальных спортсменов ВЭ продолжал повышаться: у спортсмена С. до 165%, у остальных — несколько меньше.

Другой показатель экономичности дыхания — отношение количества потребленного кислорода к частоте дыхания — тоже изменялся значительно. За сутки до соревнований за один дыхательный цикл поглощалось 22,7 мл кислорода. Утром, в день соревнований, эффективность дыхания несколько ухудшилась. Этот показатель стал равен 21,6 мл. Через 18 часов отмечается его дальнейшее уменьшение (18 мл). На таком уровне он оставался все 4 дня исследований.

Таким образом, соревновательная нагрузка, связанная с прохождением длинных дистанций, не вызывала резких и значительных изменений в минутном объеме дыхания, его частоте, в показателе эффективности кислородного режима и только ВЭ при этом значительно изменился как под влиянием нагрузки, так и все 4 дня восстановительного периода. Необходимо отме-

тить, что и по данным, полученным при исследованиях на других соревнованиях, ВЭ претерпевал более значительные изменения, нежели все другие показатели газообмена, и вероятно потому, что этот показатель зависит от многих факторов, характеризующих состояние крови, легочного кровообращения, пространственные и временные соотношения между процессами дыхания и кровообращения, разность парциальных напряжений между альвеолярным воздухом и кровью.

Численное значение ВЭ, как правило, понижается при работе, свидетельствуя о более экономном режиме кислородного обеспечения организма. Это связано с увеличением диффузионного градиента через легочную мембрану (Дж. Баркрофт, Дж. Г. Комро и авт.).

По нашим данным, понижение численного значения ВЭ отмечается и сразу после работы, и только в некоторых случаях физическая нагрузка ухудшала показатели ВЭ.

Для объяснения этих явлений Э. Б. Коссовская сопоставила данные изменения ВЭ с данными изменениями диффузии кислорода и артерио-венозной разницы Штрауценберга, полученными прямыми измерениями. Из этих сравнений следует, что на величину ВЭ оказывает особое влияние насыщение венозной крови кислородом, зависящее от тканевых процессов и определяющее величину диффузии кислорода. С этой точки зрения, по показателю ВЭ можно судить о динамике артерио-венозной разницы. Улучшение показателя ВЭ после работы по сравнению с покоем можно объяснить расширением функционирующих и раскрытием добавочных капилляров, т. е. увеличением поверхности диффузии. Кроме того, под влиянием работы улучшается кровоток и, таким образом, улучшается контакт между альвеолами и кровью. Некоторая гипервентиляция при работе также способствует лучшей диффузии кислорода.

Повышение значений вентиляционного эквивалента и, следовательно, его ухудшение связано, вероятно, с несоответствием в разворачивании функций дыхания и кровообращения, и с уменьшением коэффициента диффузии кислорода через легочную мембрану.

Можно полагать, что вентиляционный эквивалент является тонким показателем соответствия нагрузки функциональной подготовленности спортсмена.

В заключение можно сказать, что циклическая работа большой и умеренной мощности по-разному сказывалась на длительности и характере протекания восстановительных процессов.

Работа умеренной мощности (прохождение марафонской дистанции) вызывала незначительные сдвиги в газообмене, но длительные, вяло текущие процессы восстановления с нерезко выраженной фазой суперкомпенсации. Работа большой мощности (прохождение длинных дистанций) вызывала несколько большие сдвиги, но фазно протекающие процессы восстановления были менее продолжительны. Эти факты находят свое объяснение в закономерностях протекания восстановительных процессов, установленных академиком Ю. В. Фольбортом. Им было показано, что восстановление протекает различно в зависимости от интенсивности деятельности. Интенсивная работа вызывает и более быстрое восстановление, менее интенсивная, но продолжительная — более медленное восстановление.

Иные изменения в показателях газообмена можно проследить при выполнении силовых упражнений. Однако здесь нужно различать, как и в других видах спорта, функциональные изменения, вызванные тренировочной и соревновательной нагрузкой. В тренировочных занятиях штангисты выполняют значительную по объему и интенсивности работу. Количество поднимаемого веса достигает 15—20 и более тонн, в зависимости от весовой категории. Соревновательная нагрузка ограничивается тремя возможными подходами в каждом из двух видов классического многоборья. И надо полагать, что изменения, возникающие при этом в организме, обусловлены в большей мере эмоциональными факторами.

Исследованиями Т. Г. Инноковой характера изменений газообмена в условиях тренировочного микроцикла штангистов было установлено, что изменение интенсивности кислородного обмена, возникающее в результате большой тренировочной нагрузки, продолжается до 4 дней. Каждое последующее занятие со средними и

малыми нагрузками проводится на фоне неполного восстановления.

Длительное последствие мышечной активности по потреблению кислорода отмечает Э. А. Магвеева после достаточно напряженной тренировочной работы борцов. Восстановительный период, по ее данным, в некоторых случаях продолжался до 4 суток.

Соревновательная нагрузка у штангистов связана с менее длительным процессом восстановления. По нашим данным, сразу после соревновательной нагрузки потребление кислорода увеличивалось до 158%. Через 16 часов потребление кислорода было повышенным (120%). На 2, 3, 4 и 5-е сутки (спортсмены тренировались с малыми и средними нагрузками) этот показатель был соответственно равен 123%; 113%; 100,9%; 100,8%.

Таким образом, уже на третьи сутки реституции потребление кислорода пришло к исходному уровню.

При этом изменялась и эффективность кислородного режима. В состоянии покоя отношение количества кислорода вдыхаемого к количеству кислорода потребленного было равно 4,3. Нагрузка вызывала фазные изменения этого показателя: ухудшение сразу после соревнований, после чего через 4 часа наступило значительное, но не продолжительное улучшение (3,8%). Через 18 часов вновь наблюдается некоторое ухудшение эффективности дыхания и затем постепенное восстановление до исходных величин на 4-е сутки.

Вентиляционный эквивалент также претерпел фазные колебания и только на 4-е сутки приходил к исходным данным.

Затяжной период восстановления отмечен нами и по другому показателю экономичности кислородного режима — «кислородному пульсу», который на пятый день восстановления был несколько повышенным.

При исследуемой работе силового характера также зарегистрирована неодновременность восстановления различных параметров газообмена. Быстрее всего приходит к исходным величинам частота дыхания (через 18 часов), затем легочная вентиляция и потребление кислорода (на 3-и сутки). На 4-ые сутки приходит к исходным данным ВЭ, отношение кислорода вдыхаемого к потребленному, «кислородный пульс».

Динамика оксигемографических показателей под влиянием больших физических нагрузок в период восстановления

Для спортивной практики весьма ценным показателем величины нагрузки и реакции организма на нее является степень насыщения артериальной крови кислородом, особенно при длительной и напряженной работе. От способности организма поддерживать высокую степень оксигенации крови при работе или способности поддерживать высокую работоспособность при условии падения оксигенации крови зависят спортивные результаты.

Большие тренировочные и соревновательные нагрузки вызывают значительные изменения газового состава крови. Снижение оксигенации крови отмечается при напряженной работе даже в лабораторных условиях (В. Е. Маршак). Понижение артериализации крови при интенсивной мышечной деятельности нашли К. Маттес и Б. Хаус. Позднее Р. П. Грачева и Д. П. Поляков исследовали велосипедистов в естественных условиях тренировок, установив при этом снижение оксигенации крови до 90%. Снижение оксигенации крови до 85,4% отметили после пробегания дистанции 2000 м А. А. Артемьев, М. А. Брегман, А. Б. Гандельсман, С. Н. Попов. Динамику насыщения артериальной крови кислородом методом оксигеметрии у гимнастов исследовали А. Г. Зима, И. П. Блохин, отметив изменение процента насыщения крови кислородом как при выполнении отдельных статических упражнений, так и целых комбинаций.

Рядом других исследований (А. А. Аруцев, А. А. Виру, А. Ю. Паю, Э. А. Виру и др.) показано падение оксигенации крови при различных видах спортивной деятельности. Весьма интересным и важным для практики спорта является исследование изменения оксигемографических показателей после больших тренировочных или соревновательных нагрузок в отдаленном периоде восстановления. В 1968 г. Е. Г. Сумак и В. М. Вольнов с помощью этой методики изучали степень приспособления к недостатку кислорода, возникающему в результате физической нагрузки у юных

спортсменов. Ими отмечено, что через 1 час после работы снижается продолжительность задержки дыхания по сравнению с исходной с более стремительным развитием гипоксии. Время задержки дыхания снижалось с 53,5 сек. до 37,4 сек. То же явление наблюдалось через 3 и 12 часов после нагрузки. Через 24 часа еще отмечалось недовосстановление по некоторым показателям оксигемографии. Полное восстановление наступало только через 36 часов после работы.

Проводя оксигемографические исследования восстановительного периода после нагрузки (бег на различные дистанции, занятия по баскетболу), А. А. Арупа установил особую чуткость показаний этой методики. В то время как пульс, частота дыхания приходила в норму, параметры этой методики исходного уровня не достигали.

С. В. Черешина, исследуя изменения некоторых оксигемографических показателей в период соревнований у юных гребцов, обнаружила, что период восстановления по некоторым изучаемым параметрам этой методики продолжителен (до 60 час.). Если же после соревнований на второй день проводилось тренировочное занятие, то восстановление затягивалось на 3—4 дня. В этих исследованиях по различным параметрам отмечено явление гетерохронизма в восстановлении.

В комплексных исследованиях нами изучался характер изменений данных ОГГ-фии на физическую нагрузку, связанную с проявлением двигательных качеств выносливости, силы и скорости.

Трехдневные состязания в лыжном спорте вызвали значительные изменения всех параметров ОГГ-ской методики и особенно фазы устойчивой оксигенации (фаза АВ). У большинства спортсменов изменения этого показателя были своеобразны — через 8 часов после работы отмечалось увеличение времени фазы АВ. При этом, чем менее был подготовлен спортсмен к участию в соревнованиях, тем более выразителен был характер этих изменений. Типичные изменения этого показателя представлены на рис. 30.

Время фазы устойчивой оксигенации характеризует степень окислительных процессов. Поэтому увеличение времени фазы АВ объясняется тем, что большие нагрузки вызывали угнетение окислительных

процессов, что можно расценивать как признак значительного утомления.

Процент падения оксигенации крови при стандартной (одноминутной) задержке дыхания изменялся своеобразно. После прохождения первой соревновательной дистанции степень оксигенации крови уменьшалась

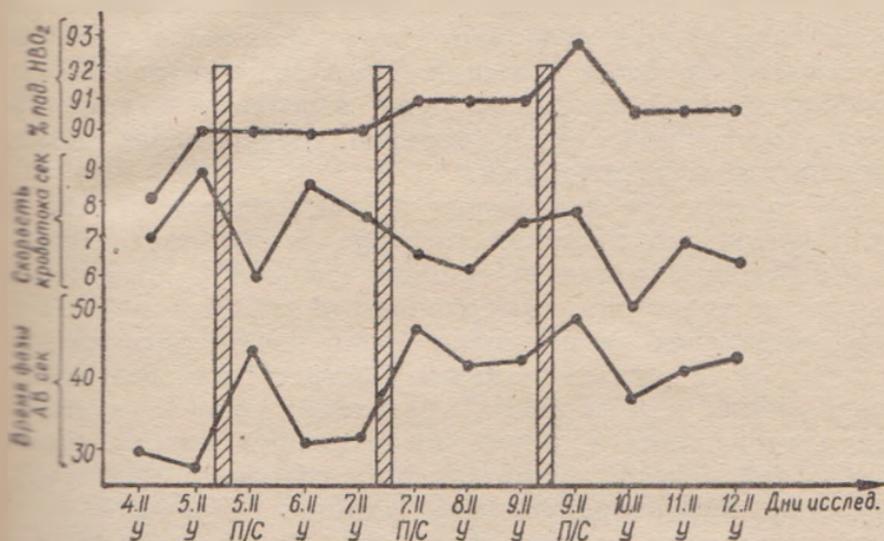


Рис. 30.

по сравнению с данными покоя, затем, после прохождения второй и третьей дистанции, процент оксигемоглобина крови в конце задержки дыхания оставался выше, нежели при пробе, проведенной до соревнований. Таким образом, характер изменений этого показателя соответствовал направлению изменений фазы АВ и обуславливался увеличением времени фазы устойчивой оксигенации в исследуемый период.

Как правило, через 8 часов после соревнований увеличивалась скорость кровотока. Однако у некоторых спортсменов были получены данные, свидетельствующие о неизменности этого показателя через 8 часов после соревнований или даже некотором замедлении его. Это отмечалось после прохождения третьей соревновательной дистанции, т. е. в тот период, когда, надо полагать, кумулировалось утомление.

Что касается характера и времени восстановления оксигенации крови после дыхательной пробы, то эта

характеристика менялась мало. Только в случаях значительного утомления, зарегистрированного и по другим показателям, мы отмечали замедление времени восстановления (до 3 минут и более), ступенчатый характер кривой восстановления.

Характер изменений оксигемографических показателей, полученных через 8 часов после соревнований в лыжном спорте, позволяет сделать заключение о том, что нагрузка была большой. Прохождение первой соревновательной дистанции уже вызывало ухудшение изучаемых показателей, которое усугублялось последующими выступлениями.

К признакам понижения функционального состояния организма по оксигемографическим показателям мы относим увеличение времени фазы АБ, замедление скорости кровотока, замедленное (3 минуты и больше) восстановление оксигенации крови после дыхательной пробы. К исходным данным быстрее приходят такие показатели, как скорость кровотока, уровень падения оксигемоглобина в конце дыхательной пробы. Более затяжной период восстановления отмечается по показателю, характеризующему степень окислительных процессов — по времени фазы АБ. На пятые сутки после прохождения соревновательных дистанций полное восстановление по всем показателям не наступало.

Определенный интерес представляют данные, полученные при динамических наблюдениях, проведенных за высококвалифицированными спортсменами велосипедистами-шоссейниками, тренировка которых и соревнования связаны с проявлением качества выносливости. У них обнаружены, в основном, те же закономерности относительно воздействия больших тренировочных и соревновательных нагрузок и характера протекания восстановительных процессов. Глубина функциональных сдвигов после нагрузки и продолжительность протекания восстановительных процессов зависят от степени функциональной подготовки спортсмена. В таблице 26 представлены средние данные оксигемографических изменений после нагрузки в подготовительном и основном периоде тренировки. При этом в подготовительном периоде тренировки в качестве функциональной пробы использовалась максимальная поддержка дыхания, а в основном — стандартная. В

случае через 4 часа после нагрузки изменения отмечались только во времени максимальной задержки дыхания.

Процент падения оксигенации крови в конце дыхательной пробы изменялся мало как после нагрузки, так и в восстановительном периоде. Такое же незначительное изменение этого показателя отмечено и в основном периоде тренировки при стандартной задержке дыхания.

Средние данные изменения фазы устойчивой оксигенации были также незначительны — они колебались у большинства спортсменов в пределах одной-двух секунд и только у спортсменов, обследованных после выполнения скоростной нагрузки, они изменились в среднем на 10 сек.

Мы предположили, что увеличение времени фазы устойчивой оксигенации происходит вследствие угнетения окислительных процессов. Для проверки этого предположения были проведены исследования изменения времени фазы АБ и активности окислительно-восстановительных ферментов по гистохимическому показателю пероксидазы (ГХП). Оказалось, что, как правило, при увеличении времени фазы АБ уменьшался ГХП, и при уменьшении времени фазы АБ этот показатель возрастал. Это дало нам основание полагать, что эти две величины отражают одни и те же явления в функциональном состоянии организма.

Таким образом, большая тренировочная нагрузка не только приводит к повышению интенсивности обменных процессов, но и к их угнетению.

Интересны данные относительно продолжительности и характера восстановления после нагрузки. В подготовительном периоде у спортсменов, проходивших дистанцию 115 км, через 72 часа не по всем показателям оксигнографических данных наступало полное восстановление.

Средние данные фазы АБ в это время были на 12,5 сек. меньше исходных величин, на 4% ниже исходных величин был процент падения HbO_2 и на 0,7 сек. меньше время кровотока. Через 96 часов, а также через 120 часов после прохождения дистанции 110 км по тем же показателям мы отмечаем почти полное восстановление.

Динамика оксигемографических показателей у велосипедистов-шоссейников

Периоды тренировки и условия исследования	Время задержки дыхания, сек.	Фаза АБ, сек.	Скорость кровотока, сек.	Процент падения НВО ₂
Подготовительный период				
До нагрузки	130	55,8	6,0	72,1
Через 4 часа после 115 км	133	53,5	4,6	64
Через 72 часа	144	42,2	5,3	68,1
До нагрузки	116	46	5,6	78,8
Через 4 часа после 110 км	81	46,6	4,6	81,6
Через 96 часов	86	46,5	5,2	84
До нагрузки	150	59	5,2	71,2
Через 4 часа после 140 км	120	58	4,0	70,5
Через 120 часов	145	67	5,2	79,2
Основной период				
До нагрузки	90	46,4	8,8	87,8
Через 4 часа после 100 км	«	37,6	5,8	80,1
Через 18 часов	«	46,0	6,7	85,7
До нагрузки	«	34,8	7,2	83,4
Через 4 часа после 200 км	«	36,3	6,6	81,4
Через 18 часов	«	45,2	6,3	88,4
До нагрузки	«	41,9	7,0	86,2
Через 4 часа после 140 км	«	40	5,9	79,3
Через 18 часов	«	41	6,7	83,0

В основном периоде тренировки после прохождения соревновательной дистанции 140 км, через 18 часов средние данные оксигемографических показателей были близкими к исходным.

У спортсменов, проходивших дистанцию 100 км, через 18 часов время фазы АБ равнялось исходным данным, в то время как процент падения оксигенации крови и скорость кровотока отставали по времени в восстановлении.

У спортсменов, проходивших дистанцию 200 км, недовосстановление через 18 часов отмечалось только по скорости кровотока.

Однако анализ индивидуальных данных характера восстановления по показателям фазы АБ позволяет выделить 3 типа реакции как на нагрузку так и в период восстановления. При 1 типе реакции — время фазы АБ через 4 часа после нагрузки уменьшалось.

затем через 18 часов или достигает исходных величин, или остается близким к ним.

II тип реакции — время фазы АБ через 4 часа после нагрузки уменьшается, затем через 18 часов отмечается дальнейшее уменьшение этого показателя.

III тип реакции — время фазы АБ после нагрузки несколько или значительно увеличивается, через 18 часов оно продолжает также увеличиваться.

Оценивая типы реакций на нагрузку и характер восстановления, мы считаем, что первый тип реакции наиболее благоприятный, свидетельствующий о том, что нагрузка не была чрезмерной.

Второй тип реакции — менее благоприятный. Уменьшение времени фазы АБ не только после работы, но и через 18 часов свидетельствует о том, что интенсивность окислительных процессов в отдаленном восстановительном периоде продолжает повышаться, указывая на большие энергозатраты во время работы.

Нежелательной реакцией на нагрузку является реакция третьего типа, которая свидетельствует об угнетении окислительных процессов как после работы, так и в отдаленном восстановительном периоде. Это может быть возможным в случае, ежели спортсмен весьма жестоко перенес соревновательную или тренировочную нагрузку.

Следовательно, большие физические нагрузки, связанные с проявлением качества выносливости, вызывают как качественно различные реакции, так и различный период восстановления. Зависело это, в основном, от состояния тренированности организма, т. к. другие условия (разнообразные условия внешней среды, возрастные различия и т. д.) были для исследуемых лиц одинаковы.

В видах спорта, связанных с преимущественным проявлением качества силы (тяжелая атлетика, борьба), отмечены схожие в качественном отношении реакции на большие физические нагрузки, но отличные во временной их характеристике. При исследовании штангистов во время соревнований наиболее значительные изменения отмечены нами также во времени фазы устойчивой оксигенации, которое сразу после соревнований увеличивалось от 105% до 168%. При этом наибольшее увеличение (168%) было зарегистрировано у

спортсменов, спортивные результаты которых в исследуемых соревнованиях были хуже, нежели у других. На утро следующего дня этот показатель у большинства исследуемых к исходному значению не приходил, а у некоторых еще продолжал повышаться.

Процент падения оксигемоглобина в конце дыхательной пробы (задержка дыхания на одну минуту) изменялся в исследуемый период мало (в пределах 5—8%). Так же мало изменялась под влиянием этой нагрузки и скорость кровотока. Однако выступление в соревнованиях приводило к тому, что через 18 часов полного восстановления по всем показателям оксигемографической методики не наступало.

Соревновательная нагрузка на скорость, как правило, не вызывала столь заметных изменений в показателях оксигемографической методики. Подтверждением этого служат наши наблюдения, проведенные в период 2-дневных соревнований легкоатлетов-спринтеров.

Средние данные времени фазы АБ после соревнований несколько уменьшились по сравнению с исходными. И только у менее подготовленных спортсменов отмечается в единичных случаях увеличение этого показателя. После нагрузки незначительно уменьшалось время скорости кровотока. У большинства спортсменов восстановление наступало через 42 часа.

Таким образом, оксигемографические данные, полученные в состоянии покоя, сразу после больших нагрузок и в отдаленном периоде восстановления, позволяют сделать следующие заключения.

Повышение тренированности у одного и того же спортсмена характеризуется, как правило, увеличением времени фазы устойчивой оксигенации, большим временем задержки дыхания, более низким процентом падения оксигемоглобина в конце дыхательной пробы, замедлением скорости кровотока, более быстрым периодом восстановления. После большой тренировочной или соревновательной нагрузки отмечаются неоднородные реакции, которые зависят от соответствия нагрузке функциональной подготовленности спортсмена.

После чрезмерной нагрузки отмечено увеличение фазы устойчивой оксигенации, более низкий процент падения оксигемоглобина даже при стандартной

держке дыхания, в некоторых случаях — замедление скорости кровотока, замедленное (более 3 минут) восстановление после дыхательной пробы.

Нагрузка большая, но соответствующая степени подготовленности спортсмена, вызывает следующую реакцию в ответ на дыхательную работу: уменьшение времени фазы АБ, более низкий процент падения оксигенации крови, увеличение скорости кровотока.

В протекании процессов восстановления отмечается гетерохронизм даже по отдельным параметрам оксигеомографических данных. К исходному уровню быстрее приходит скорость кровотока, затем процент падения оксигенации крови, позднее — фаза устойчивой оксигенации.

Длительность восстановления различна и зависит от величины и характера нагрузки, а также от подготовленности спортсменов.

Гематологические изменения под влиянием больших физических нагрузок

Первые данные относительно реакции крови на нагрузку были получены Е. Гравитцем. В 1911 г. им было открыто и исследовано явление повышения количества лейкоцитов после мышечной деятельности, которое получило название миогенного лейкоцитоза. Исследуя это же явление, А. П. Егоров отмечал, что даже небольшие мышечные напряжения ведут к сдвигам картины крови, а характер изменений развивается параллельно нагрузке. Наибольшие сдвиги, по его данным, в морфологии крови наблюдаются через 1—2 часа после работы. А. Н. Крестовников, А. Д. Лантош нашли весьма разнообразные реакции крови при легкой и напряженной мышечной деятельности. Позднее К. А. Дрягиной, Н. В. Инюшкиной было установлено, что физическая работа вызывает изменения не только в картине периферической крови, но и в функциях эритропоэтического аппарата — после звездного пробега в крови увеличилось количество молодых форм эритроцитов — ретикулоцитов.

В. В. Правдич-Неминский, а позднее О. Р. Немирович-Данченко показали, что под влиянием физической работы изменяется не только морфологический состав

крови, но и ее свойства — фагоцитарная активность, активность ферментов.

А. Н. Воробьев, М. С. Киреев выявили особенности реакций крови при силовых упражнениях.

В этих и многих других исследованиях изучались реакция крови или сразу после работы (острый период), или в ближайшем периоде восстановления (первые часы после работы).

Особое внимание вопросу исследования динамики состояния системы крови уделяет А. Маркосян, считая, что характер и сроки восстановления внутренней среды организма адекватно отражают физиологическое состояние всего организма. Им установлен длительный срок (до нескольких дней) восстановления различных элементов крови, а также гетерохронизм в их восстановлении.

В этом плане обширные исследования были поставлены на кафедре физиологии Киевского Государственного института физической культуры. Наблюдения в ближайшем и отдаленном периоде восстановления проводились на спортсменах различной специализации при выполнении упражнений на скорость, выносливость, силу.

На соревнованиях по лыжному спорту спортсмены проходили по 2 и 3 дистанции (от 10 до 50 км). У группы лидирующих спортсменов уже после прохождения первой дистанции 15 км наблюдалось уменьшение количества эритроцитов в 1мм^3 на 13%. Более глубокие изменения отмечены в содержании гемоглобина, который в результате прохождения этой дистанции повысился с 95,5% до 77%, т. е. на 18,5%. Цветной показатель изменялся мало.

После прохождения еще двух соревновательных дистанций (10 км и 30 км) количество эритроцитов в 1мм^3 крови изменялось мало, оставаясь несколько уменьшенным по сравнению с исходными данными, а процент гемоглобина продолжал значительно понижаться (до 61%, по Сали или на 37% к исходным данным). При этом резко упал цветной показатель, который стал равным 0,61.

В последующие дни исследований, которые были днями отдыха этих спортсменов, количество эритроцитов продолжало постепенно повышаться, а про-

гемоглобина через двое суток стал еще ниже (57,5% по Сали). Естественно, что цветной показатель понизился до 0,58.

На четвертые сутки исследований после окончания соревнований количество эритроцитов, было близко к исходным данным. Гемоглобин и цветной показатель

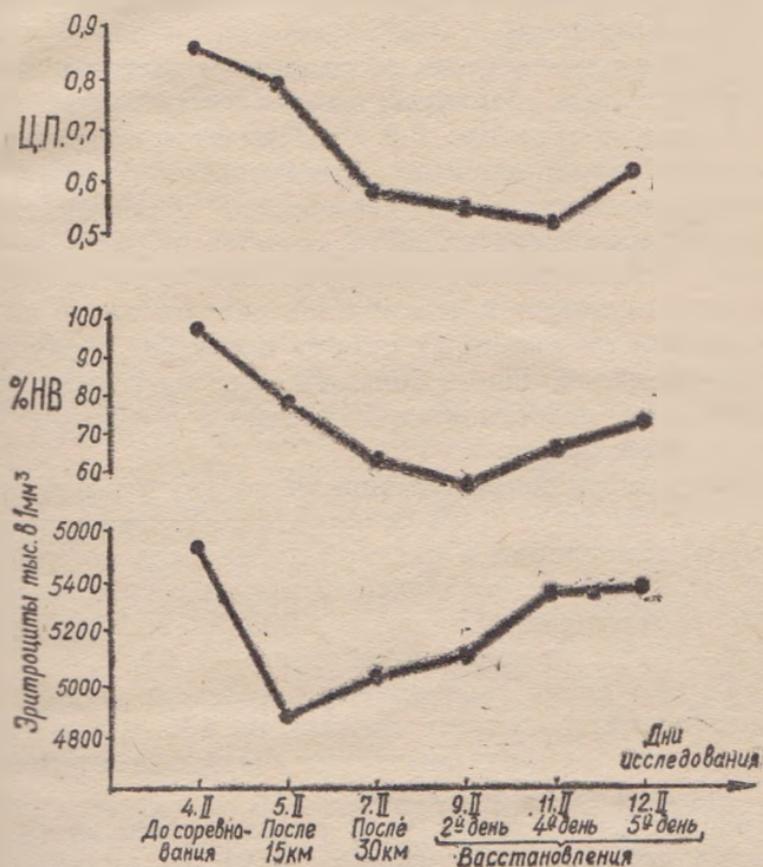


Рис. 31.

были далеки до восстановления и на пятые сутки после прохождения дистанции. В частности, процент гемоглобина в это время составлял 66,5%, по Сали, вместо исходного 95,5%.

На рис. 31 представлены гематологические данные спортсмена Д. в период трехдневных соревнований и в восстановительном периоде.

Таким образом, изучаемая нагрузка вызывала чрез-

вычайно глубокие и продолжительные изменения гематологических показателей и затем их постепенное и медленное восстановление. На 5-е — 6-е сутки восстановления не наблюдалось.

П. О. Астранд, В. Салтин, исследуя состояние крови под влиянием соревнований, отметили некоторые факты, которые позволяют понять механизм установленных нами изменений.

Во время пятичасового состязания в лыжном спорте ими установлена большая потеря организмом воды. Потеря веса составляла 3,9 кг. При этом значительно изменился объем плазмы, уменьшилось содержание эритроцитов, отмечался их гемолиз. Количество калия в крови увеличилось на 29%, количество натрия — на 5,9%, а количество хлоридов уменьшилось на 2%.

Вероятно, условия мышечной деятельности на соревнованиях по лыжному спорту приводят к разрушению эритроцитов. Еще в большей мере разрушается гемоглобин, на восстановление которого требуется продолжительное время.

Такие же глубокие изменения во внутренней среде организма вызывал марафонский бег. Количество эритроцитов, гемоглобин и цветной показатель до соревнований были в пределах нормы, а именно: среднее количество эритроцитов составляло 4 603 000 в 1 мм³, гемоглобин — 83%, цветной показатель — 0,92.

Сразу же после соревнований отмечено повышение количества эритроцитов в среднем на 436 тыс. в 1 мм³. В отдельных случаях изменения были значительны и доходили до 1 400 000 в 1 мм³.

Процент гемоглобина сразу после соревнований значительно понижался, а именно: с 91,5% снизился до 79,8%. При этом, естественно, уменьшился цветной показатель (с 1,0 до 0,77).

Через 16—18 часов после соревнований, когда другие функции организма приобрели тенденцию к восстановлению, изменения в системе крови продолжали быть значительными. Резко уменьшилось количество эритроцитов в крови, а гемоглобин, постепенно повышаясь, стал приходить к исходному уровню.

Количество эритроцитов в 1 мм³ в среднем составило 3300 тыс., т. е. 75% от исходных данных. Только

5-е сутки количество эритроцитов и процент гемоглобина пришли к исходным данным.

В соревнованиях по марафонскому бегу, проведенных через год, подобных резких колебаний картины крови мы не отметили. Повышение количества эритроцитов после соревнований (на 19%) в дальнейшем сменилось их снижением и быстрым восстановлением до нормы. Содержание гемоглобина через 4 часа после соревнований изменялось мало. На утро следующего дня этот показатель был повышенным по сравнению с исходными цифрами на 7,6%.

Неоднородность данных, полученных нами при исследовании спортсменов, выполнявших одинаковую работу, мы объясняем, во-первых, различными метеорологическими условиями, в которых проходили соревнования, а также различной организацией питьевого режима. Во время первых соревнований температура воздуха была 26,5° С, влажность — 36%, ветер южный со скоростью 5 м/сек. При этом участники большую часть пути бежали против ветра.

В период вторых соревнований температура воздуха была 14° С, влажность — 57%, ветер восточный, северо-восточный. Таким образом, первые соревнования проходили в менее благоприятных метеорологических условиях. Высокая температура воздуха может значительно повлиять на теплопродукцию, которая, по данным Э. Симонэ, при такого рода спортивной деятельности может повыситься в 10 раз, а температура тела в конце марафонского бега повышается до 40°С (А. Н. Крестовников). Повышение теплопродукции всегда сопровождается потерей воды (через дыхание, испарение, потоотделение) и минеральных солей, что приводит к нарушению гомеостаза.

Наши данные находят свое объяснение в этих особых условиях выступления марафонцев.

Явление полицитемии, отмеченное после обоих соревнований, может возникнуть, во-первых, как результат выхода из депо крови с большим содержанием гемоглобина, во-вторых, за счет истинного эритропоэза, и, в-третьих, за счет дегидратации и сгущения крови.

На выход крови из депо, как экстренную реакцию на экстремальные условия внешней среды (гипоксия, физическая деятельность и др.) указывают А. Крэг,

Дж. Баркрофт, Н. Н. Сиротинин, Л. Л. Шик, Ф. И. Урѣва и др. Это, несомненно, имело место во время изучаемой работы.

Показателем истинного эритропоза М. И. Аринкин, Т. С. Истаманова, В. Б. Фарбер и др. считают повышенные количества ретикулоцитов в периферической крови. В наших наблюдениях обнаружено явление незначительного ретикулоцитоза (увеличение числа ретикулоцитов с 2‰ до 7,5‰). Следовательно, этим явлением нельзя объяснить факт полицитемии после работы. Высокая температура окружающей среды и длительная работа, можно предполагать, вызывая в организме дегидратацию и деминерализацию, влияла на изменение физических свойств крови (М. Е. Маршак, О. Г. Дукельская и Л. М. Клаус), в частности, на ее сгущение.

Значительное нарушение водно-солевого равновесия, вероятно, стало причиной дальнейшего усиленного разрушения эритроцитов. Поэтому реакцию крови после марафонского бега, выражающуюся в увеличении количества эритроцитов и уменьшении гемоглобина, можно объяснить явлением дегидратации во время работы. Мы стоим на точке зрения А. Егорова, который считает подобную реакцию неблагоприятной, указывающей на нарушение биологического равновесия внутренней среды организма. Следовательно, судя по реакции красной крови, воздействие на организм спортсмена соревновательной нагрузки было весьма большим.

Значительное понижение количества эритроцитов через 18 часов можно рассматривать как факт уменьшения регенеративной способности кроветворных органов под влиянием большой физической нагрузки, а продолжающемуся их гемолизу, на наш взгляд, способствовал неправильный питьевой режим — принятие после соревнований большого количества пресной воды.

Изменения показателей красной крови, наблюдающиеся в первом случае, свидетельствуют о затянувшихся процессах восстановления. Содержание гемоглобина достигало исходных величин на 6-е сутки, цветной показатель в это время тоже был ниже исходных величин. Количество эритроцитов — показатель более лабильный; он более реактивно реагировал на изменения внутренней среды организма и быстрее приходил к исходным данным, превышая их.

Соревновательная нагрузка скоростного характера у легкоатлетов вызывала меньшие гематологические сдвиги с более коротким периодом реакции восстановления.

Соревнования продолжались два дня. Спортсмены пробегали дистанции 100, 200 и 400 м.

Количество эритроцитов после первого и второго дня соревнований спринтеров возрастало незначительно (от 230 тыс. в 1 мм^3 до 500 тыс. в 1 мм^3). К исходным величинам они приходили через 18 и 42 часа. Процент гемоглобина незначительно понижался (от 2,5% после первого дня соревнований до 6% после второго дня), приходя к исходной величине через 18 часов. Цветной показатель на вторые сутки также был равен исходным данным. Во все дни исследования не выходило за границы нормы количество ретикулоцитов. Исследуемая работа мало сказывалась на активности окислительно-восстановительных ферментов: только после второго дня соревнований отмечено некоторое повышение их активности: ГХП пероксидазной активности стал равен 2,03 вместо 1,91, приходя к исходным данным через 18 часов (табл. 27).

Таблица 27

Динамика гематологических показателей у легкоатлетов в период соревнований (прохождение коротких дистанций)

Исследуемые показатели	Дата исследования				
	12. IX	13. IX	14. IX	15. IX	16. IX
Э-э эритроцитов (тыс. в мм^3)	5120	4358	5633	5485	5285
% Нв	87,0	84,5	80,3	86,7	78,4
ЦП	0,85	0,79	0,71	0,80	0,76
Ретикулоциты					
ГХП	5	5	3,6	4,9	5,6
ГХП	1,91	1,88	2,03	1,95	1,95

Следовательно, реакция крови свидетельствует о том, что изучаемая нагрузка была для спортсменов незначительна. Об этом говорят малые гематологические сдвиги после нагрузки и короткий восстановительный период без заметных фазных колебаний.

Нагрузки силового типа также не вызывали значительных изменений в системе красной крови. После со-

реэритроцитоз на первенство института отмечено небольшое повышение количества эритроцитов (на 44 тыс. в 1 мм³). В течение последующих дней восстановления количество эритроцитов оставалось незначительно повышенным, но это повышение было в пределах физиологических колебаний. Более выражено изменялось содержание гемоглобина: с 91,3% до соревнований гемоглобин повысился до 92,5% после соревнований, через 18 часов содержание его стало равным 101%. Процент гемоглобина оставался повышенным и в последующие дни реституции. Так же мало изменялся и цветной показатель.

После соревнований на первенство республики отмечена иная реакция: понижение количества эритроцитов, значительное повышение процента гемоглобина (с 98% до 104,9%) и цветного показателя (с 0,89 до 1,0).

Обращает на себя внимание факт высокого содержания гемоглобина у исследуемых штангистов. Из 11 обследованных спортсменов у пятерых гемоглобин достигал 100% и выше. Это мы объясняем особенностями этого вида спорта, соревнования в котором связаны с выступлением спортсменов в определенной весовой категории, в силу чего спортсмен перед соревнованиями вынужден сгонять вес, в основном, за счет потери воды организмом. В период соревнований потеря воды с потом продолжалась, что и явилось причиной дальнейшего увеличения процента гемоглобина. После соревнований у отдельных спортсменов процент гемоглобина был значительным: у Ратушняка — 118%, у Шишова — 110%, 110% — у Тарасенко и т. д. Да и средний процент гемоглобина был выше 100%.

Ход восстановления через 18 часов мы смогли наблюдать у 6 спортсменов, и у троих — более отдаленное восстановление. Полное восстановление наступало в 4 сутки.

Из приведенных данных этой серии наблюдений мы опять можем сделать заключение относительно того, что восстановительные процессы и в этом случае носят длительный и фазный характер.

Анализ индивидуальных реакций на различные нагрузки тренировочных и соревновательных нагрузок позволил нам по изменению гематологических показателей

как сразу после работы, так и в период восстановления выделить три главных типа.

При первом типе реакции в ответ на нагрузку повышается содержание эритроцитов, гемоглобина, мало изменяется ГХП и количество ретикулоцитов. Этот тип реакции чаще всего встречается после соревнований, связанных с прохождением коротких дистанций, после соревнований по тяжелой атлетике. Восстановительный период после такой работы протекает несколько часов или одни сутки.

В генезе полиглобулии и гиперхромемии нужно учитывать, по всей вероятности, роль «кровяных депо». Мышечная работа сложным рефлекторным путем вызвала выход в общий кровоток крови иного содержания. Можно было бы предположить, что при этом усилится эритропоэз. Но в наших исследованиях, при повышении количества эритроцитов содержание ретикулоцитов крови остается стабильным.

Такую реакцию можно рассматривать как свидетельство соответствия нагрузки функциональному состоянию организма. Наши данные количественных гематологических изменений и их направленности совпадают с данными других исследователей. А. Н. Лапутиным в лабораторном эксперименте на животных установлено, что после субмаксимальной физической нагрузки в крови животных наблюдалось четкое увеличение общего количества эритроцитов, гемоглобина и небольшого увеличения ретикулоцитов. В селезенке и лимфатических узлах животных было замечено увеличение количества фолликулов, опустошение синусов и реактивных центров, что свидетельствовало о выходе крови из кровяных депо. Перераспределение крови, надо полагать, вызывается некоторым дефицитом кислорода, возникающим при работе.

Обнаруженное явление эритроцитоза нужно рассматривать как приспособление организма к недостатку кислорода путем интенсификации деятельности органов, обеспечивающих организм кислородом. Однако при работе весьма тяжелой и длительной в условиях высокой температуры окружающей среды тоже возможен такой же тип реакции, а именно: увеличение количества эритроцитов и гемоглобина. Это объясняется гемоконцентрацией в силу значительного потения. Карти-

на этих показателей, полученная при измерениях через 18 часов, бывает резко измененной. Такое явление отмечалось сразу же после прохождения марафонской дистанции, после соревнований по велоспорту.

Вторым типом реакции является та, при которой наблюдается увеличение количества эритроцитов при уменьшении количества гемоглобина, понижение ЦП, чаще всего повышение ГХП, явление ретикулоцитоза. Такого рода реакция отмечается у части испытуемых в соревнованиях по тяжелой атлетике, сразу же после прохождения марафонской дистанции в легкой атлетике, после прохождения дистанции 8 км, велосипедных гонок на 100 км. Восстановительный период продолжается до двух суток. Эти наши данные совпадают с результатами других работ: Так, А. П. Егоров, А. Д. Лантош отмечали при физической работе как увеличение, так и уменьшение количества гемоглобина. Уменьшение они рассматривали как результат малой подготовленности или недомогания спортсмена. К. Е. Дрягина, Н. В. Инюшкина, О. Н. Дрягина, А. М. Токеева нашли, что при значительных неоднократных нагрузках на соревнованиях изменяются функции даже эритропоэтического аппарата.

В тех же опытах А. Н. Лапутин показал, что у животных, находившихся в состоянии хорошей физической подготовленности, после предельных физических нагрузок отмечено такое же явление: увеличение количества эритроцитов при пониженном содержании гемоглобина. Повышение содержания ретикулоцитов происходило за счет зрелых форм этих клеток. В фолликулярном аппарате селезенки и лимфатических узлах наблюдался интенсивный гемопоэз. Распадающиеся эритроциты встречались и в красной пульпе селезенки.

Таким образом, анатомические исследования помогают понять механизм отмеченного нами явления эритроцитоза с гипохромемией, а именно: в кровотоке интенсивно распадались зрелые формы эритроцитов с высоким содержанием гемоглобина, а продукты их распада стимулировали выход в кровь эритроцитов с меньшим содержанием гемоглобина. Подтверждением последнего является наличие в периферической крови молодых форм эритроцитов — ретикулоцитов.

Установлено, что молодые клетки эритроцитов отличаются повышенным содержанием пероксидазы, что подтверждено и в наших опытах. Механизм рассматриваемого явления связан с активным усилением функции красного мозга, по всей вероятности, фактором двигательной гипоксии. При этом, как указывают А. А. Богомолец, Н. Н. Сиротинин, А. Г. Ужанский, гипоксия в первую очередь вызывает распад эритроцитов, а гипоксический эритроцитоз является уже вторичным явлением, наступающим в результате активизации клеток эритроидного ряда продуктами эритролизиса. Кроме гипоксического фактора эритролизис могут вызвать другие причины. К ним можно отнести высокую температуру воздуха, потение и т. д. И тот, и другой фактор могут вызвать нарушение гомеостаза, ионного равновесия крови и разрушение эритроцитов.

На факт нарушения водно-солевого равновесия в результате большого потения и гематологические изменения при этом указывает М. Е. Маршак.

А. Кохен прямыми опытами показал, что внезапное уменьшение ионного напряжения в окружающей эритроциты среде вызывает микроскопические дефекты мембраны эритроцитов и выход гемоглобина из эритроцитов. К этому может также привести и увеличение их объема за счет жидкости.

Можно также полагать, что во время гипоксии организм посредством нервно-гуморальной связи отвечает перераспределительным эритроцитозом. Эритроциты «выжимаются» из депо-шлюзов печени, селезенки, подкожной капиллярной сети и легких.

Ю. В. Семенов также отмечал, что при острой гипоксии в кровотоке из депо начинают поступать эритроциты меньшего размера, чем циркулирующие. В результате этого число эритроцитов возрастает, а среднее содержание гемоглобина уменьшается. Подобную реакцию можно рассматривать как «критическую», граничащую с декомпенсированными явлениями со стороны крови.

Такое соотношение в изменении эритроцитов и гемоглобина можно рассматривать как нарушение биологического равновесия в организме.

При длительной и напряженной работе (лыжные гонки, прохождение соревновательной дистанции 140 км, 200 км по велоспорту в среднегорье) наблюдает-

ся уменьшение эритроцитов и особенно значительное уменьшение гемоглобина. Количество эритроцитов уменьшалось до 600 тыс. в 1 мм³ крови, гемоглобин с 96,3% (средние данные) до 54% с одновременным значительным уменьшением цветного показателя до 0,54, понижением активности окислительно-восстановительных ферментов, выраженным ретикулоцитозом. Восстановление указанных показателей продолжается более шести суток.

Эту реакцию мы рассматриваем как декомпенсированную, свидетельствующую о чрезмерном утомлении организма. В некоторых случаях (после прохождения марафонской дистанции) подобная реакция наблюдалась не сразу после работы, а через 14—18 часов. Можно полагать, что это является результатом того, что резкие сдвиги во внутренней среде организма вызывали, с одной стороны, усиленный распад эритроцитов, с другой — угнетение гемопоэтической функции. Это наше предположение подтверждается работой О. В. Качоровской, А. С. Яновской, Ю. Г. Синаюк, В. П. Брынзак, которые отметили чрезмерные нарушения внутренней среды организма при прохождении марафонской дистанции. А. Н. Лапутин отмечает, что при резком несоответствии величины нагрузки функциональному состоянию организма наблюдаются эритропения, снижение содержания гемоглобина, возрастание количества ретикулоцитов, происходящее за счет незрелых форм. В красном костном мозгу наблюдалась гиперплазия эритробластических элементов и возрастание количества распавшихся эритроцитов в пульпе.

Для объяснения колебаний морфологии крови В. Шиллинг сформулировал закон регенерации и дегенерации клеток. Согласно этому закону, изменение картины периферической крови в начальных стадиях действующего фактора является следствием активной регенерации кроветворных органов. Дальнейшее, более глубокое действие фактора вызывает изменения дегенеративного типа. Очень часто это связано с активным подавлением функций кроветворных органов.

Изменения в картине крови развиваются параллельно интенсивности нагрузки. Длительность восстановительного периода этой системы определяется характером реакции на нагрузку и продолжается от несколь-

ких часов (лабораторная работа) до нескольких дней (после лыжных гонок).

Таким образом, соревновательные нагрузки могут действовать на систему красной крови не только стимулирующе, но и тормозяще.

Компенсаторные реакции наблюдаются в определенных пределах физических нагрузок. Если нагрузка превышает функциональную подготовленность организма, отмечаются декомпенсаторные явления.

Сопоставляя данные изменения крови с изменением функционального состояния других систем организма под влиянием больших нагрузок в тренировочных занятиях и соревнованиях, можно утверждать, что система крови, как внутренняя среда организма, глубоко реагирует на экстремальные условия. Все это указывает на необходимость исследований состояния периферической крови и функций костного мозга, как очень раннего показателя состояния реактивности организма, отражающего соответствие тяжести нагрузки функциональному состоянию организма с целью научного подхода к планированию тренировочной нагрузки в период перед соревнованиями, самих соревнований и отдыха после них.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей книге, посвященной медико-биологической характеристике больших нагрузок в спорте, разбираются важные вопросы применения их в современной практике тренировки.

Для правильной оценки реакции сердца на большую нагрузку недостаточно определять только непосредственную реакцию. Нужно еще исследовать реакции на нагрузку в ближайший и отдаленный восстановительный период. Чаще всего изменения в сердце, вызванные большой нагрузкой, постепенно, но волнообразно приходят к исходному состоянию. Однако у спортсменов в отдаленном восстановительном периоде могут возникать изменения неблагоприятного характера, которые держатся 1—3 суток, а затем ликвидируются или остаются на более продолжительное время.

Нередко такие изменения в отдаленном периоде восстановления были отмечены после длительных и напряженных нагрузок и не наблюдались у спортсменов, выполнявших нагрузку интенсивную, но кратковременную. В последних случаях отрицательное воздействие нагрузок сказывалось сразу после нее, т. е. в ближайшем периоде восстановления. Реакции сердца спортсменов на большие физические нагрузки могут вызывать изменения в ЭКГ, позволяющие их расценивать как показатель благоприятных физиологических процессов в миокарде (тип А). Однако бывают изменения в ЭКГ, которые свидетельствуют о неблагоприятной реакции, выходящей за пределы физиологических колебаний (тип Б).

Выяснение причин возникновения реакции типа Б у здоровых спортсменов и реакции типа А у спортсменов с неблагоприятными изменениями в сердце показало, что у здоровых спортсменов реакция типа Б бы-

вают в тех случаях, когда спортсмен к нагрузке не подготовлен или у него имеются скрытые изменения в сердце, которые выявляются только при усилении сердечной деятельности.

Эти данные свидетельствуют о том, что способность к мобилизации различных адаптационных и компенсаторных механизмов, вырабатывающихся в процессе длительной и систематической тренировки большими физическими нагрузками, играет решающую роль в ответных реакциях сердца на мышечную деятельность.

Явление гетерохронизма восстановления отдельных показателей электрокардиограммы неодинаково у спортсменов с различной тренированностью и состоянием сердечной мышцы. У здоровых и у хорошо тренированных спортсменов гетерохронность показателей ЭКГ в восстановительном периоде выражена меньше и поэтому этот признак тоже может быть использован с функционально-диагностическими целями.

Фазность протекания восстановительного периода у спортсменов после больших физических нагрузок отмечена в функциях различных систем организма. После малых и средних физических нагрузок она отмечается только в ближайшем восстановительном периоде. После больших физических нагрузок восстановительный период затягивается, удлиняется продолжительность каждой фазы и весь период восстановления может достигать нескольких суток. Установлена связь между фазностью протекания отдаленного периода восстановления и неврогенными влияниями. Это четко выявляется на электрокардиограммах.

Во время работы и в ближайшем восстановительном периоде имеет место ускорение частоты сердечных сокращений и изменение других показателей ЭКГ (укорочение интервала $P - Q$, повышение вольтажа зубца P во II и III отведениях, снижение вольтажа зубца T), указывающих на повышенную возбудимость симпатического отдела нервной системы. Изменения в ЭКГ свидетельствуют о повышении тонуса парасимпатического отдела нервной системы (замедление частоты сердечных сокращений по сравнению с исходными данными, удлинение интервала $P - Q$, повышение вольтажа зубца T). Эти изменения совпадают с фазой понижения функциональной способности организма.

Чем больше нагрузка, тем позже наступает эта фаза. Ее длительность также зависит от величины нагрузки. Вслед за этой фазой на короткое время вновь несколько повышается тонус симпатического отдела нервной системы, т. е. возникает вторичное усиление симпатических влияний ЭКГ. Этот период соответствует фазе повышенной работоспособности. Вслед за ней наступает полное восстановление. Выявлены различия в длительности и степени выраженности фаз отдаленного периода восстановления у спортсменов в зависимости от состояния их тренированности и подготовленности к большим нагрузкам. При прочих равных условиях у здоровых и хорошо тренированных спортсменов изменения в ЭКГ в ближайшем периоде восстановления менее выражены, а сам этот период короче, чем у недостаточно тренированных спортсменов. В дальнейшем усиление вагусных влияний наступает раньше и более отчетливо выражено у хорошо тренированных спортсменов.

Степень проявления и продолжительность периода вторичного усиления симпатических влияний у хорошо тренированных спортсменов меньше, чем у недостаточно тренированных. У первых этот период вследствие своей кратковременности и незначительности изменений в ЭКГ может пройти незамеченными, зато у вторых он четко выражен и довольно продолжителен, что замедляет наступление полного восстановления. Фаза полного восстановления у хорошо тренированных спортсменов наступает раньше.

Отдаленный восстановительный период у высококвалифицированных спортсменов, длительно тренировавшихся на выносливость, короткий. При хорошем функциональном состоянии организма все фазы восстановительного периода, характерные для отдаленного периода реституции, нередко заканчиваются в течение суток после большой нагрузки.

Ближайший кумулятивный эффект может быть трех типов: первый тип, физиологический благоприятный, имеет два варианта — 1-А с восстановлением и 1-Б с недовосстановлением. Второй тип — умеренно-неблагоприятный с незначительными неблагоприятными изменениями ЭКГ и задержкой восстановительного перио-

да. Третий тип — неблагоприятный с патологическими изменениями ЭКГ.

В соответствии с типом реакции должен планироваться режим тренировки или назначаться восстановительные, лечебно-профилактические средства.

Недостаток кислорода лимитирует мышечную деятельность. Расходуемая организмом энергия является результатом окисления питательных веществ. Перестройка функций организма и в первую очередь сердечно-сосудистой и дыхательной систем огромна и увеличивается во много раз, особенно это относится к дыхательной системе: если частота пульса возрастет от 40—60 в минуту в состоянии покоя до 200—220 при работе т. е. в 5—6 раз, то потребление кислорода увеличивается от 250 мл в минуту до 5 л, то есть в 20 раз.

Уже в состоянии покоя обнаруживаются изменения функции дыхания, явно заметные у высокоотренированных спортсменов: значительно повышается ЖЕЛ, МВЛ, ЖП.

Интегральным показателем функций дыхательной системы является максимальное потребление кислорода (МПК), свидетельствующее о высшей границе уровня окислительного процесса. Ответом организма на напряженную мышечную деятельность является повышенное содержание эритроцитов и гемоглобина.

Повышение тренированности спортсмена характеризуется увеличением времени фазы устойчивой оксигенации, большим временем задержки дыхания, более низким падением оксигемоглобина в конце дыхательной пробы, замедлением скорости кровотока, более быстрым периодом восстановления. В протекании процессов восстановления по данным ОГГ-ской методики также отмечается гетерохронизм отдельных параметров.

Большие тренировочные нагрузки вызывают в отдаленном периоде восстановления понижение МВЛ, а затем возникают его фазные колебания; ЖЕЛ изменяется при этом менее выразительно.

Показатель эффективности кислородного режима более четко отражает функциональное состояние системы дыхания, чем потребление кислорода и МОД.

То же можно сказать и об вентиляционном эквиваленте, кислородном пульсе и «кислородной цене» дыхательного цикла.

В восстановлении отдельных показателей газообмена также удалось проследить явление гетерохронизма. Раньше других к исходным данным приходил минутный объем дыхания и частота дыхания, затем потребление кислорода; затяжной период восстановления наблюдается по показателям эффективности и экономичности кислородного обеспечения организма. В условиях глубокого утомления и МОД имел затянутый период реституции. Из возможных реакций красной крови на нагрузку следует выделить три главных типа.

I тип — в ответ на нагрузку наблюдается активация гемопоэза за счет, в основном, перераспределительного механизма. Восстановительные процессы при этом укладываются в несколько часов или сутки.

II тип реакции связан с изменением биологического равновесия внутренней среды организма, какой является кровь. Выражением этого служит изменение ЦП.

III тип реакции связан с угнетением гемопоэтической функции.

О. Р. Немирович-Данченко (1968) в своей классификации выделяет тип с умеренными компенсаторными изменениями со стороны гематологических показателей, рассматривая это как лучший тип реакции. Мы склонны считать, что это возможно наблюдать только как ответную реакцию на легкую работу. Работа же, связанная с большими тренировочными нагрузками, непременно вызовет значительные сдвиги во внутренней среде организма. Умеренные сдвиги могут быть также в случае, если исчерпаны ресурсы организма с дальнейшим угнетением гемопоэза.

Подобно характерным гематологическим реакциям на нагрузку, мы отмечаем разные типы реакций и по оксигемографическим показателям. При этом I тип реакции также связан с активацией окислительных процессов сразу после работы и снижением их активности в восстановительном периоде.

При II типе реакций усиленные окислительные процессы отмечались как после работы, так и в отдаленном периоде восстановления. III тип реакций был связан с угнетением окислительных процессов в организме после работы и ближайшем периоде восстановления.

Неоднородность реакций на одну и ту же нагрузку свидетельствует о разной подготовленности спортсме-

нов. Эти различия, как правило, отражались в характере и длительности восстановительного периода.

После больших нагрузок в отдаленном восстановительном периоде наблюдаются существенные фазные изменения в деятельности органов и систем организма спортсменов.

При средних нагрузках изменения функций различных систем организма в отдаленном восстановительном периоде слабы или совершенно не выражены.

Характер фазных изменений по показателям деятельности разных систем и органов в основном однообразен, но величина этих изменений и скорость протекания восстановления зависит от особенностей, присущих системе, и от степени участия ее в выполнении той или иной мышечной деятельности.

Удлинение времени фазного колебания функций и повышение величин этих колебаний в отдаленном периоде восстановления свидетельствуют о чрезмерной нагрузке в тренировках, о неправильном применении их, о слишком раннем повторении большой нагрузки, а также об общем неблагоприятном состоянии организма спортсмена.

Большие нагрузки проводятся в микроцикле тренировочного процесса обязательно наряду со средними и малыми нагрузками.

После соревнований, которые являются в большинстве случаев также большими нагрузками, характер восстановительного периода остается таким же, как и после больших нагрузок в тренировках, но в количественном отношении весьма вариабелен и зависит от особенностей того или иного вида спорта.

Повторные большие нагрузки в тренировках наиболее эффективны в фазе улучшенного функционального состояния, длительное применение больших нагрузок в фазе пониженного функционального состояния ведет к перенапряжению организма.

При врачебном контроле, особенно над ведущими спортсменами, наряду с наблюдениями в ближайшем восстановительном периоде необходимы исследования в отдаленном восстановительном периоде.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
<i>Глава I. Большие нагрузки и отдаленный восстановительный период</i>	5
<i>Глава II. Влияние спортивной тренировки на сердечно-сосудистую систему</i>	33
Изменения элементов электрокардиограммы у спортсменов в норме и при патологии	35
Электрическая позиция сердца	44
Гипертрофия сердца	45
Функции автоматизма, возбудимости, проводимости сердца в норме и при их нарушениях	48
Изменения некоторых параметров ЭКГ, у спортсменов при стандартных физических нагрузках	64
Оценка реакции сердца на большие нагрузки в восстановительном периоде	85
Кумулятивный эффект больших тренировочных и соревновательных нагрузок в макро- и микроциклах	107
<i>Глава III. Влияние спортивной тренировки на дыхательную систему</i>	116
Кумулятивное влияние спортивной тренировки с большими нагрузками на дыхательную систему	116
Реакция внешнего дыхания на тренировочные и соревновательные нагрузки	131
Изменение газообмена в период восстановления после выполнения физических нагрузок	144
Динамика оксигемографических показателей под влиянием больших физических нагрузок в период восстановления	157
Гематологические изменения под влиянием больших физических нагрузок	165
Заключение	178