

К 1123146

00

Н.М.Амосов

Я. А. Бендет

Физическая активность и сердце

„Здоровья“

Н. М. Амосов

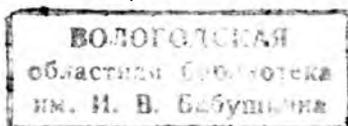
Я. А. Бендет

Физическая активность и сердце

Третье издание, переработанное
и дополненное

Киев
„Здоровья“
1989

К 1123146



Н. М. Амосов — академик АН УССР, директор Киевского НИИ сердечно-сосудистой хирургии, Я. А. Бендет — заслуженный деятель науки УССР, профессор, зав. отделом реабилитации этого же института.

В книге приведены сведения о влиянии физической активности на функцию сердца и ее роли в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний, освещены вопросы физиологии физических нагрузок. Особое внимание уделено применению современных нагрузочных тестов для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Представлены общие принципы трудовой экспертизы и рекомендации по оценке трудоспособности больных с сердечно-сосудистой патологией с учетом энергетических возможностей на основе результатов нагрузочных тестов. Значительное место отведено рекомендациям тренирующих программ для профилактики сердечно-сосудистых и других заболеваний, физической реабилитации оперированных по поводу пороков сердца и больных с хронической коронарной недостаточностью.

В третье издание внесены необходимые уточнения, обновлены и дополнены данные по физической и трудовой реабилитации больных.

Для врачей различных специальностей, интересующихся вопросами профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний.

Ил. 48. Табл. 38. Библиогр.: с. 210—212.

Рецензент
проф. Н. К. ФУРКАЛО

4108040100-026
А М209(04)-89 32.89

ISBN 5-311-00360-X

© Издательство «Здоров'я», 1975
© Издательство «Здоров'я», 1984,
с изменениями
© Издательство «Здоровья», 1989,
с изменениями

ПРЕДИСЛОВИЕ

Успехи медицины последних десятилетий огромны. Специальная и общая пресса полны сообщений о новых эффективных лекарствах, операциях, методах диагностики. В результате этого с каждым годом снижается летальность, в том числе от таких заболеваний, как инфаркт миокарда, опухоли, инсульты. Население высокоразвитых стран обслуживает все растущая армия медицинских работников, достигающая уже 4—5 % от общего числа работающих. Ежегодно вводятся в строй новые больницы и институты, так что на каждые сто жителей уже приходится 1—1,5 койки в медицинских учреждениях. Все это внушает людям представление о мощи нашей медицины, надежно оберегающей их жизнь, труд и счастье.

К сожалению, при беспристрастном исследовании положение оказывается не столь благоприятным. Еще в начале 60-х годов казалось, что прогресс медицины, ее теории и практики в условиях развитого индустриального общества скоро обеспечат излечимость всех болезней. Люди будут спокойно доживать до биологической старости, пределы которой постепенно отодвинутся до ста, а потом до полутора ста лет. Демографические статистики послевоенного времени подтверждали такой оптимизм: они показывали возрастание расчетной продолжительности жизни во всех высокоразвитых странах с 40—50 до 70 лет и даже больше. Казалось несущественным, что ежегодно увеличивается число болеющих, что рост затрат общества на здравоохранение обгоняет прирост национального дохода. Была надежда победить болезни, дать людям уверенность в будущем.

К сожалению, надежда не оправдалась. Вернее, препятствия на пути к безоблачному здоровью оказались гораздо серьезнее, чем предполагалось в период послевоенных успехов медицины. Все та же неумолимая статистика показала, что к концу 50-х годов смертность перестала снижаться и после пятилетней паузы кривые смертности медленно поползли вверх. Сначала это коснулось мужчин пенсионного возраста, потом распространилось на зрелый возраст, затем на юношеский. В конце 60-х годов стала возрастать смертность среди пожилых женщин, потом и среди более молодых.

Рост смертности невелик, но тенденция совершенно устойчива, подтверждается цифрами последних 8—10 лет в большинстве развитых стран. При этом число болеющих неуклонно следует за ростом «мощностей» медицины — увеличением количества меди-

цинского персонала и стоимости здравоохранения. Сейчас даже оптимисты не могут обещать здоровье в обмен на удовлетворение растущих требований увеличения числа врачей и больниц. Похоже, что следует критически посмотреть на основные позиции современной медицины. Вот они, эти позиции, в самом упрощенном виде.

1. *Человек слаб*: организм его столь хрупок и несовершенен, что от малейших погрешностей в поведении или отклонений внешней среды в нем развиваются почти непоправимые расстройства, так что к пожилому возрасту все люди оказываются постоянно болеющими.

2. *Медицина могущественна*: мы, врачи, будто бы настолько глубоко познали деятельность и несовершенства организма, что можем его искусственно регулировать с помощью лекарств, поддерживать хотя и не на высоком, но достаточном для жизни уровне. Чем дальше будет развиваться медицина, тем больше функций мы будем постоянно контролировать. Таким образом мы обеспечим более высокий уровень функционирования и более продолжительную жизнь.

Есть ли достаточные основания для этих или подобных положений?

Представим себе современного человека из высокоразвитой страны в условиях первобытного существования: холод, голод, враги, никакой медицины. Наверное, умерли бы все люди, доказав тем самым свою несовершенную природу. Но откуда эта природа? От генов? Или от условий жизни? Генетики полагают, что генотип меняется очень медленно. 10 000 лет существования человеческой цивилизации ни на йоту не могли его изменить, а условия жизни за это время изменились до неузнаваемости. Отсюда вывод: по своей природе человек так же стоек, как любой дикий зверь, потому что до цивилизации он успешно соревновался со зверями и выжил. Следовательно, в современной хрупкости человеческой природы виновны не гены, а современные условия жизни.

Далее: так ли могущественна современная медицина? Попытаемся разобраться. Если выражаться терминами кибернетики, то медицина — это искусственное управление нарушенными функциями больного организма в целях возвращения их к норме. Мы, врачи, стремимся управлять все большим количеством таких функций. Кибернетики практически не в состоянии одновременно эффективно регулировать более десятка переменных в своих технических системах. А сколько их в организме? Пока даже нельзя сосчитать. Наверное, на уровне организма — это сотни, на уровне органов — тысячи, на уровне клеток, принимая во внимание их разнообразие и количество, — это миллионы.

Для того чтобы управлять, регулировать, техникам нужно иметь количественное выражение любой функции и ее изменения под управляющим воздействием. Мы же пока имеем лишь качественные описания функций, и то зачастую противоречивые. Ясно, что с позиций теории регулирования и кибернетики медицина еще ни-

как не может претендовать на научно обоснованное и достаточное управление организмом.

Любой врач возмутится: «Но мы же лечим!». Да, действительно, своим несовершенным, качественным управлением несколькими функциями врачи могут вылечить больных. Наша теория, а больше эмпирические наблюдения нашупали ведущие функции для ряда заболеваний. Даже приблизительное воздействие на них лекарствами в правильном направлении оказывается эффективным. Однако только в том случае, если масса других функций еще успешно регулируется собственными регуляторами организма. Поэтому при тяжелых стадиях заболеваний, когда нарушается множество функций и страдают сами регуляторные системы, наше «слепое» лечение нередко оказывается безрезультатным.

Если обратиться к статистике смертности и продолжительности жизни, как будто бы доказывающей могущество медицины, то оказывается, что увеличение продолжительности жизни достигнуто в основном за счет снижения детской смертности и уменьшения опасности инфекций. Все это дали элементарная гигиена и питание, а также антибактериальные препараты. Цифры, относящиеся к высокоразвитым европейским странам, показывают, что если из показателей смертности пожилых людей начала XX века вычесть туберкулез и другие инфекции, то смертность в то время окажется ниже, чем сейчас. Это означает, что пока еще мы не имеем существенных успехов в лечении сердечно-сосудистых и неспецифических легочных заболеваний, болезней нервной системы, пищеварительного аппарата и обмена веществ. Мы лечим лучше, но выигрыш перекрывается возрастанием числа больных.

Почему же возрастает число болеющих? Что делать, чтобы остановить этот процесс?

Одна из главных причин учащения и утяжеления сердечно-сосудистых и ряда других заболеваний — это условия жизни современного цивилизованного общества и, в первую очередь, гиподинамия, обусловленная механизацией труда, уменьшением количества физически работающих, развитием транспорта. Профилактика и лечение «болезней цивилизации» требуют разработки эффективных мер борьбы с гиподинамией. Они выдвигают необходимость широкого внедрения в практику современных тестов для углубленной оценки функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем и физического состояния человека в целом, а также применения действенных профилактических и реабилитационных программ физических тренировок.

В пропаганде тренировки защитных сил организма нет ничего нового. Можно привести десятки высказываний выдающихся врачей прошлого, говоривших о спорте, о воздержании в пище, о заботке как главных средствах сохранения здоровья. Эти старые истины забылись под воздействием действительных и мнимых успехов лечебной медицины.

Только в последнее время положение начало меняться. Появились сообщения об уменьшении смертности от сердечно-сосуди-

стных заболеваний в ряде стран за десятилетие на 25—35 % в результате широкого внедрения здорового образа жизни — борьбы с гиподинамией, рационального питания, прекращения курения и устранения ряда других факторов риска. Однако и сейчас врачи не умеют использовать физическую активность, даже если они понимают ее пользу. В нашей литературе приводится мало современных методик оценки физического состояния здоровых и больных на основе использования субмаксимальных нагрузочных тестов. Также мало и методик тренировок, достаточно разработанных и безопасных. В результате страдают профилактика и реабилитация при многих заболеваниях.

В «Основных направлениях развития охраны здоровья населения и перестройки здравоохранения в СССР в двенадцатой пятилетке и на период до 2000 года» особо подчеркивается профилактическая направленность нашей медицины, важность активного образа жизни для улучшения здоровья советских людей. Естественно, это в полной мере относится и к кардиологии.

Цель нашей книги — восполнить недостаток отечественной методической литературы по современным способам оценки физического состояния и применению физических нагрузок для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний. В книге собраны важнейшие сведения из мировой литературы и наш скромный опыт физической реабилитации больных с заболеваниями сердца и профилактики гиподинамии.

ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Для поддержания нормальной жизнедеятельности организма необходимы обеспечение клеток питательными веществами и удаление продуктов обмена. Эти функции могут быть обеспечены лишь движением крови. Несоответствие количества выбрасываемой сердцем крови потребностям организма приводит к глубоким нарушениям функции вплоть до гибели клеток из-за недостатка необходимых веществ и накопления большого количества «шлаков».

Клетки по-разному реагируют на недостаток тех или иных веществ, что обусловлено различной потребностью и содержанием их в крови. В связи с этим говорят о «коэффициенте безопасности», т. е. о дополнительной величине того или иного вещества, которое может быть утилизировано тканями в чрезвычайных условиях без увеличения притока крови. Так, при постоянном уровне кровотока потребление кислорода может возрасти в 3 раза только за счет более полной отдачи его гемоглобином во время прохождения крови через ткани. Таким образом, коэффициент безопасности (величина резерва) снабжения тканей кислородом равен примерно 3. Для других веществ и продуктов обмена этот коэффициент составляет приблизительно: для глюкозы — 3, для жирных кислот — 28, для аминокислот — 36, для углекислоты — 25, для продуктов белкового обмена — 480 (A. Guyton, 1969).

Значит, существуют большие различия между коэффициентом безопасности для кислорода и глюкозы и коэффициентами безопасности для других веществ. Ясно, что при поддержании минутного объема кровообращения на уровне, обеспечивающем удовлетворение потребностей тканей в кислороде, доставка остальных необходимых веществ будет осуществлена автоматически. Поэтому *величина потребления кислорода* является важнейшим физиологическим показателем, отражающим уровень обменных процессов.

В условиях покоя человек потребляет 200—250 мл/мин кислорода. Это обеспечивается минутным объемом сердца примерно 5,2 л/мин (A. Guyton, 1969) или сердечным индексом в пределах 2,8—4,2 л/м²/мин, в среднем — 3,5 л/м²/мин (B. Barratt-Boyes и E. Wood, 1958). Отклонение величины сердечного индекса в обе стороны за пределы 2,5—4,5 л/м²/мин R. Marchall, I. Shepherd (1972) считают явно патологическим.

При переходе из горизонтального положения лежа на спине в вертикальное существенно меняются условия гемодинамики. В сосудах нижних конечностей, находящихся в расслабленном состоя-

нии, дополнительно депонируется 300—800 мл крови (Т. Sjöstrand, 1952). Минутный объем уменьшается на 1—2,7 л/мин (С. Чапман с соавт., 1960; В. Вевергард с соавт., 1963, и др.), увеличивается частота сердечных сокращений и снижается ударный объем на 40 % и более (R. Marchall, J. Shepherd, 1972). Насыщение артериальной крови кислородом в горизонтальном и вертикальном положениях остается неизменным (У. Ванд с соавт., 1960), поэтому из каждого литра циркулирующей крови в вертикальном положении извлекается кислорода больше, чем в горизонтальном, и артериовенозная разница по кислороду увеличивается (J. Reeves с соавт., 1961).

С возрастом интенсивность обменных процессов понижается, поэтому уменьшается и величина минутного объема сердца. По данным А. Сурпанд (1945), величина возрастного снижения сердечного индекса составляет 26,2 мл/мин/м² в год.

Отмечается уменьшение с возрастом частоты сердечных сокращений и ударного объема. Так, в течение 60 лет (с 20 до 80 лет) ударный индекс снижается на 26 %, а частота сокращений сердца — на 19 % (А. Guyton, 1969).

В связи с более низким основным обменом у женщин сердечный индекс у них на 7—10 % меньше, чем у мужчин (W. Bothby и I. Sandiford, 1929).

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕМОДИНАМИКИ ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Человеческий организм может совершать различные виды механической работы с помощью системы скелетных мышц, на долю которых приходится до 40 % массы тела. Мышечная работа носит статический (поддержание осанки, позы) и динамический характер, причем при статической работе переносимость нагрузки зависит от функционального состояния тех или иных мышечных групп, а при динамической, помимо этого, и от эффективности механизмов, поставляющих энергию (сердечно-сосудистая и дыхательная системы, кровь), а также от их взаимодействия с другими органами.

В состоянии покоя уровень метаболизма скелетных мышц невелик, а при максимальных динамических нагрузках он может возрастать более чем в 50 раз (Е. Асмуссен с соавт., 1939). Это вызывает необходимость значительной активизации функций различных органов для поддержания необходимого уровня обменных процессов. Переносимость физических нагрузок отражает функциональное состояние организма и в первую очередь состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Физические упражнения приводят к повышению уровня обменных процессов, возрастающему по мере увеличения нагрузок. Как уже говорилось, коэффициент безопасности для транспорта кислорода равен 3, поэтому более чем трехкратное увеличение метаболизма привело бы к выраженному кислородному голоданию тка-

ней, если бы оно не сопровождалось усилением деятельности сердца. При интенсивной нагрузке минутный объем сердца может возрасти по сравнению с состоянием покоя в 6 раз, коэффициент утилизации кислорода — в 3 раза. В результате доставка кислорода к тканям увеличивается приблизительно в 18 раз, что позволяет при интенсивных нагрузках у тренированных лиц достичь возрастания метаболизма в 15—20 раз по сравнению с уровнем основного обмена (A. Guyton, 1969).

Физические нагрузки приводят к изменениям основных показателей функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Знание этих закономерностей необходимо для суждения о функциональном состоянии организма.

Под влиянием мышечной работы изменение сердечной деятельности обычно происходит в два этапа. Первый из них — это *период вработывания*, во время которого основные параметры кровообращения постепенно изменяются от величины покоя до величины, соответствующей данному уровню нагрузки. Длительность этого периода невелика (от 30 с до 2—2½ мин). Он в свою очередь подразделяется на периоды стартовой реакции и начальной стабилизации.

Второй этап — *устойчивое состояние* (steady state) — характеризуется установившимся режимом сердечной деятельности при данном уровне нагрузки.

Остановимся на изменениях основных показателей гемодинамики под влиянием физических нагрузок.

ЧАСТОТА СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Частота сердечных сокращений (ЧСС) зависит от многих факторов, включая возраст, пол, положение тела, условия окружающей среды. Она выше в вертикальном положении по сравнению с горизонтальным (табл. 1), уменьшается с возрастом.

В среднем частота сердцебиений составляет около 65 в 1 мин, однако наблюдаются ее значительные колебания. У женщин этот показатель на 7—8 выше.

Частота сердцебиений подвержена суточным колебаниям. Во время сна она снижается на 2—7, а в течение 3 ч после приема пищи — возрастает, особенно, если пища богата белками, что связано с увеличением поступления крови к органам брюшной полости. Температура окружающей среды оказывает влияние на частоту сердечных сокращений, которая увеличивается в линейной зависимости от эффективной температуры.

У тренированных лиц частота сердечных сокращений в покое ниже, чем у нетренированных, и составляет около 50—55 в 1 мин.

По сравнению с положением лежа в положении сидя частота сердцебиений возрастает на 10 %, стоя — на 20—30 % (H. Monod, M. Pottier, 1973).

Физическая нагрузка приводит к увеличению частоты сердечных сокращений, необходимому для обеспечения возрастания ми-

Таблица 1. Гемодинамика в покое и при нагрузке в зависимости от положения тела

Показатели	В покое		Средняя нагрузка		Максимальная нагрузка
	лежа на спине	стоя	лежа на спине	стоя	стоя
Минутный объем сердца, л/мин	5,6	5,1	19,0	17,0	26,0
Ударный объем сердца, мл	90	80	164	151	145
Частота сердечных сокращений, уд/мин	60	65	116	113	185
Системное систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	120	130	165	175	215
Легочное систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	20	19	36	33	50
Артериовенозная разница по кислороду, мл/л	70	64	92	92	150
Общее периферическое сопротивление, дин/с/см ⁻⁵	1490	1270	485	555	415
Работа левого желудочка, кг/мин	6,3	7,8	29,7	27,3	47,7
Потребление O ₂ , мл/мин	250	280	1750	1850	3200
Гематокрит	44	44	48	48	52

Примечание. Таблица составлена К. Andersen с соавторами (1971) по данным литературы. Исследования проводились у взрослых лиц молодого возраста, ведущих сидячий образ жизни.

нутного объема сердца, причем существует ряд закономерностей, позволяющих использовать этот показатель как один из важнейших при проведении нагрузочных тестов.

Отмечается линейная зависимость между частотой сердечных сокращений и интенсивностью работы в пределах 50—90 % максимальной переносимости нагрузок (рис. 1). Хотя, конечно, имеются значительные индивидуальные различия, связанные с полом, возрастом, условиями окружающей среды и физической подготовленностью человека.

При легкой физической нагрузке первоначально частота сердечных сокращений значительно увеличивается, однако постепенно она снижается до уровня, который сохраняется в течение всего периода стабильной нагрузки. При более интенсивных и длительных нагрузках имеется тенденция к увеличению частоты сердечных сокращений, причем при максимальной работе она нарастает до предельно достижимой. Эта величина зависит от тренированности, возраста и других факторов. В возрасте 20 лет максимальная частота сердечных сокращений — около 200, а к 64 годам она снижается примерно до 160 (К. Andersen с соавт., 1971) в связи с общим снижением биологических функций с возрастом.

Мощность мышечной работы определяет частоту сердечных сокращений, которая увеличивается в линейной зависимости от величины нагрузки. Обычно при уровне нагрузки 1000 кгм/мин частота

та сердцебиений достигает 160—170 в 1 мин. С учетом того, что в покое частота сердцебиений равна 60—70 уд/мин, ее повышение составляет приблизительно 1 уд/мин при возрастании мощности 10 кгм/мин (Н. Monod, М. Pottier, 1973). По мере дальнейшего повышения нагрузки (более 1000 кгм/мин) сердечные сокращения ускоряются более умеренно, и постепенно они достигают максимальной величины — 170—200 в 1 мин. Дальнейшее повышение нагрузки уже не сопровождается увеличением частоты сердечных сокращений.

Следует отметить, что работа сердца при очень большой частоте сокращений становится менее эффективной, так как значительно сокращается время наполнения желудочков и уменьшается ударный объем (А. Н. Крестовников, 1951; В. Л. Карпман, 1964). Тесты с возрастанием нагрузок до достижения максимальной частоты сердечных сокращений являются истощающими и в практических целях используются, пожалуй, лишь в спортивной медицине. По рекомендации ВОЗ, считаются допустимыми нагрузки, при которых частота сердечных сокращений достигает 170 в 1 мин, и этот предел обычно используется при определении переносимости физических нагрузок и функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем (Т. Sjöstrand, 1954; G. Tornvall, 1963).

УДАРНЫЙ ОБЪЕМ СЕРДЦА

Ударный объем сердца (УОС) при переходе от состояния покоя к нагрузке быстро увеличивается и доходит до стабильного уровня во время интенсивной ритмичной работы длительностью 5—10 мин.

Проводя испытания на велоэргометре в положении сидя, Р. Astgard с соавторами (1964) установил, что ударный объем достигал максимальной величины во время умеренных нагрузок при частоте сердечных сокращений около 110 в 1 мин, когда потребление кислорода составляло 40 % аэробной способности. По данным В. Л. Карпмана с соавторами (1973), при легкой работе происходит быстрый прирост ударного объема сердца (примерно 20 мл крови на каждые 100 кгм/мин нарастающей нагрузки), вплоть до величин, близких к индивидуальному максимуму. Максимальная величина ударного объема сердца наблюдалась при частоте сердечных сокращений 130 в 1 мин. В дальнейшем с увеличением нагрузки скорость прироста ударного объема крови резко уменьшилась, и при мощности работы, превышающей 1000 кгм/мин, она состав-

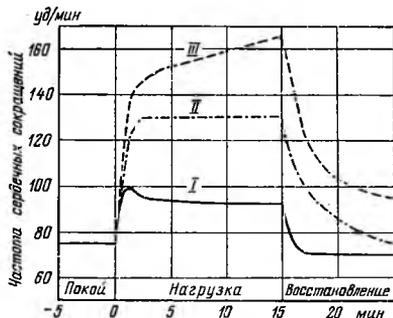


Рис. 1. Влияние интенсивности физических нагрузок на частоту сердечных сокращений:

I — легкая нагрузка, II — средняя нагрузка, III — тяжелая нагрузка (по L. Brouha, 1960)

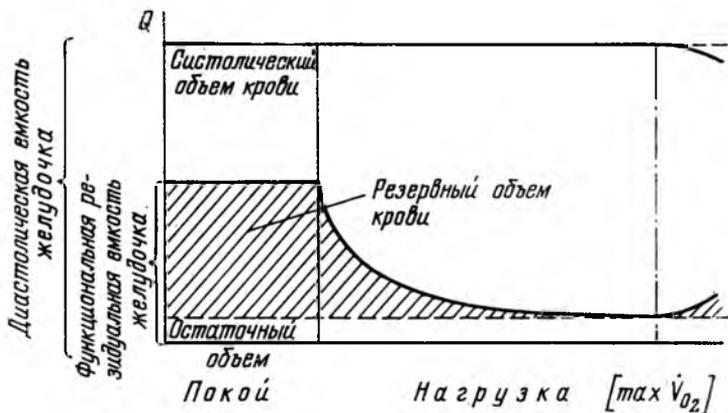


Рис. 2. Схема изменений объемных фракций диастолической емкости желудочка при физической нагрузке. Пояснения в тексте (по В. Л. Карпману с соавт., 1973)

ляла лишь 2—3 мл крови на каждые 100 кг/мин увеличения нагрузки.

Если нагрузка длительна и интенсивность ее нарастает, то ударный объем уже больше не увеличивается (В. Vevegard с соавт., 1960) или даже несколько уменьшается (см. табл. 1), и поддержание необходимого уровня кровообращения обеспечивается большей частотой сердечных сокращений.

Отмечается более низкий ударный объем у женщин по сравнению с мужчинами (соответственно 99 мл и 120 мл) во время нагрузки в положении лежа на спине (В. Vevegard, 1963).

Сердечный выброс увеличивается главным образом за счет более полного опорожнения желудочков, т. е. путем использования резервного объема крови (S. Kjellberg с соавт., 1949; E. Asmussen и M. Nielsen, 1955; В. В. Парин и Ф. З. Меерсон, 1965, и др.). Схема, объясняющая механизм адаптации сердечного выброса и возрастающей физической нагрузки, приведена на рис. 2.

В состоянии покоя объем крови, содержащийся в желудочке во время диастолы, В. Л. Карпман с соавторами (1973) условно разделяет на три основные части: 1) *систолический*, или *ударный*, *объем*, 2) *резервный*, увеличивающий ударный объем при усилении сократительной функции миокарда, и 3) *остаточный объем крови*, который не может быть выброшен из желудочка даже при максимальной сократимости миокарда. В условиях легкой нагрузки ударный объем сердца быстро возрастает за счет использования резервного объема крови. По мере усиления нагрузки возможности использования резервного объема крови уменьшаются и прирост ударного объема значительно замедляется. С дальнейшим возрастанием мощности работы, когда полностью исчерпан резервный объем крови, ударный объем прекращает увеличиваться, а если нагрузки превышают максимальное потребление кислорода (аэроб-

ную способность), он уменьшается за счет снижения эффективности наполнения сердца при большой частоте сердечных сокращений.

МИНУТНЫЙ ОБЪЕМ СЕРДЦА

Минутный объем сердца (МОС) определяется ударным объемом сердца и частотой сердечных сокращений. Он зависит от положения тела, пола, возраста, условий внешней среды.

Во время физической нагрузки средней интенсивности в положении сидя и стоя минутный объем сердца примерно на 2 л/мин меньше, чем при выполнении той же нагрузки в положении лежа (см. табл. 1). Обусловлено это тенденцией к скоплению крови в сосудах нижних конечностей из-за действия силы притяжения.

Поскольку потребность в кислороде в обоих случаях одинакова, меньшая величина минутного объема сердца в вертикальном положении компенсируется повышением утилизации кислорода. При тяжелых физических нагрузках колебания минутного объема сердца, обусловленные разным положением тела, исчезают (R. Marchall, J. Shepherd, 1972).

В возрастании минутного объема кровообращения при физической нагрузке важную роль играет так называемый механизм мышечного насоса. Первое же сокращение активных мышц сопровождается сжатием в них вен, что немедленно приводит к увеличению оттока венозной крови из мышц нижних конечностей. Посткапиллярные сосуды (в основном вены) системного сосудистого русла (печень, селезенка и др.) также действуют как часть общей резервуарной системы, и сокращение их стенок увеличивает отток венозной крови (J. Shepherd, 1966). Все это способствует усиленному притоку крови к правому желудочку и быстрому заполнению сердца (R. Marchall, J. Shepherd, 1972).

Рефлекторное увеличение напряжения стенок венозных сосудов мышц сохраняется в течение всего периода нагрузки и пропорционально степени ее тяжести, причем происходит оно на фоне расширения артериол в работающих мышцах (B. Bevegard и J. Shepherd, 1965).

В течение первых нескольких минут ритмичной работы минутный объем сердца постепенно увеличивается до стабильного уровня, который зависит от интенсивности нагрузки и обеспечивает необходимый уровень потребления кислорода. После прекращения нагрузки минутный объем сердца уменьшается постепенно.

До сих пор окончательно не решен вопрос о роли частоты сердцебиений и ударного объема в возрастании минутного объема сердца при физических нагрузках. I. Henderson с соавторами (1927), R. Rushmer и T. West (1957) придают ведущее значение частоте сердечных сокращений. В то же время D. Miller с соавторами (1962), J. Snyder и E. Wood (1962), H. Warner и A. Toronto (1960) отмечают, что когда выключается механизм, увеличивающий частоту сердечных сокращений, для увеличения минутного

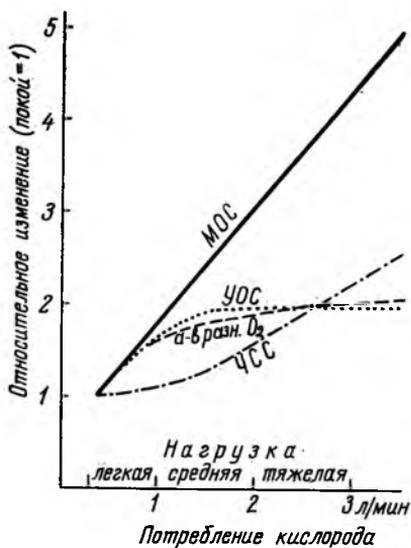


Рис. 3. Роль ударного объема и частоты сердечных сокращений в увеличении минутного объема сердца при физической нагрузке разной интенсивности (по L. Brouha и E. Radford, 1960)

частоты сердечных сокращений (H. Valentin с соавт., 1955 и др.).

Максимальный минутный объем сердца зависит и от вида физической нагрузки. При максимальных по трудности упражнениях для рук минутный объем сердца составляет лишь 80 % от значения, получаемых при максимальной работе ногами в положении сидя (J. Stendberg с соавт., 1967).

КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Системное артериальное давление (АД) при переходе от состояния покоя к физической нагрузке повышается. Начальный период повышения систолического артериального давления при ритмичной работе длится 1—2 мин, после чего оно устанавливается на стабильном уровне, который зависит от интенсивности нагрузки. После прекращения работы, особенно внезапного, систолическое артериальное давление в течение 5—10 с падает до более низкого уровня, чем исходный, а затем постепенно возрастает до величины, несколько превышающей исходную. Диастолическое артериальное давление остается без существенных изменений и несколько повышается лишь при тяжелой физической нагрузке, в результате чего значительно возрастает пульсовое давление.

У пожилых людей систолическое артериальное давление из-за нарушения эластичности артерий имеет тенденцию к повышению.

Во время физической нагрузки оно также возрастает в большей степени, чем у молодых (К. Köpfig с соавт., 1962).

Отмечаются регионарные особенности повышения артериального давления при работе различных мышечных групп (В. В. Васильева, 1966; P. Astrand, 1965). При работе ногами артериальное давление в верхних конечностях повышается более интенсивно, а при работе руками, наоборот, давление относительно больше возрастает в отдыхающих нижних конечностях. Механизм этих изменений не совсем ясен. Возможно, это обусловлено уменьшением давления на стенку сосуда в результате увеличения линейной скорости кровотока в работающих мышцах (Н. А. Степочкина, 1966).

Давление в легочной артерии при физических нагрузках средней интенсивности существенно не повышается, так как сосуды малого круга кровообращения очень эластичны. Они обладают большими резервными возможностями и выдерживают многократное возрастание минутного объема кровообращения без значительного повышения давления. Систолическое и среднее легочно-артериальное давление существенно повышаются только при тяжелых физических нагрузках (В. Vevegard с соавт., 1960). При этом увеличение скорости кровотока до 20 л/мин и более сопровождается возникновением градиента систолического давления на клапане легочной артерии порядка 2,7 кПа (20 мм рт. ст.).

Центральное венозное давление при мышечной работе возрастает (P. Cerretelli с соавт., 1964). В условиях умеренной физической нагрузки это возрастание пропорционально росту потребления кислорода, однако дальнейшее увеличение нагрузок проходит при постоянно повышенном центральном венозном давлении (В. Л. Карпман, 1968).

СОСУДИСТОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Под влиянием физических нагрузок существенно изменяется сосудистое сопротивление. Увеличение мышечной активности приводит к усилению кровотока через сокращающиеся мышцы, причем местный кровоток увеличивается в 12—15 раз по сравнению с нормой (А. Guyton с соавт., 1962; W. Stainsby, 1962). Одним из важнейших факторов, способствующих усилению кровотока при мышечной работе, является резкое уменьшение сопротивления в сосудах мышц, что приводит к значительному снижению общего периферического сопротивления (см. табл. 1). Это снижение сопротивления начинается через 5—10 с от начала сокращения мышц и достигает максимума через 1 мин или спустя более длительный срок (А. Guyton, 1969).

Высказываются предположения, что такое снижение сопротивления в сосудах работающих мышц связано с накоплением в них различных продуктов метаболизма (G. Anrep с соавт., 1944, и др.), рефлекторным расширением сосудов (В. Folkow, 1956), однако эти взгляды убедительных подтверждений не получили, и приведенные факты нельзя рассматривать как ведущие. Большинство исследова-

телей считают, что расширение мышечных сосудов обусловлено в первую очередь недостатком кислорода в клетках стенки сосудов работающих мышц (D. Crawford с соавт., 1959; L. Ross с соавт., 1962). Как подчеркивает А. Guyton (1969), мышечные волокна во время работы поглощают кислород так быстро, что «побеждают в соревновании за кислород» стенки сосудов, которые оказываются в условиях относительного кислородного голодания.

Так как сосуды малого круга кровообращения очень эластичны, сопротивление в них невелико и при физической нагрузке оно существенно не меняется.

РЕГИОНАРНЫЙ КРОВОТОК

Кровоток в органах и тканях в условиях значительной физической нагрузки существенно изменяется. Усиление обменных процессов в работающих мышцах требует значительного увеличения доставки кислорода к ним. Кроме того, увеличивается нагрузка на систему кровообращения в связи с повышением требований к регуляции температуры тела, так как дополнительное тепло, вырабатываемое сокращающимися мышцами, должно быть отведено к поверхности тела. Увеличение минутного объема сердца само по себе не может обеспечить адекватное кровообращение при значительных физических нагрузках. Поэтому обеспечение наиболее благоприятных условий для обменных процессов в условиях физических нагрузок требует, наряду с увеличением минутного объема сердца, и перераспределения регионарного кровотока. В табл. 2 и на рис. 4 представлены данные о распределении кровотока в покое и во время физических нагрузок различной выраженности.

Таблица 2. *Распределение кровотока в покое и при физических нагрузках различной интенсивности*
(по К. Andersen, 1968)

Кровообращение	Покой		Физическая нагрузка					
			легкая		средняя		максимальная	
	мл/мин	%	мл/мин	%	мл/мин	%	мл/мин	%
Органы брюшной полости	1400	24	1100	12	600	3	300	1
Почки	1100	19	900	10	600	3	250	1
Мозг	750	13	750	8	750	4	750	3
Коронарные сосуды	250	4	350	4	750	4	1000	4
Скелетные мышцы	1200	21	4500	47	12 500	71	22 000	88
Кожа	500	9	1500	15	1900	12	600	2
Другие органы	600	10	400	4	400	3	100	1
Всего	5800	100	9500	100	17 500	100	25 000	100

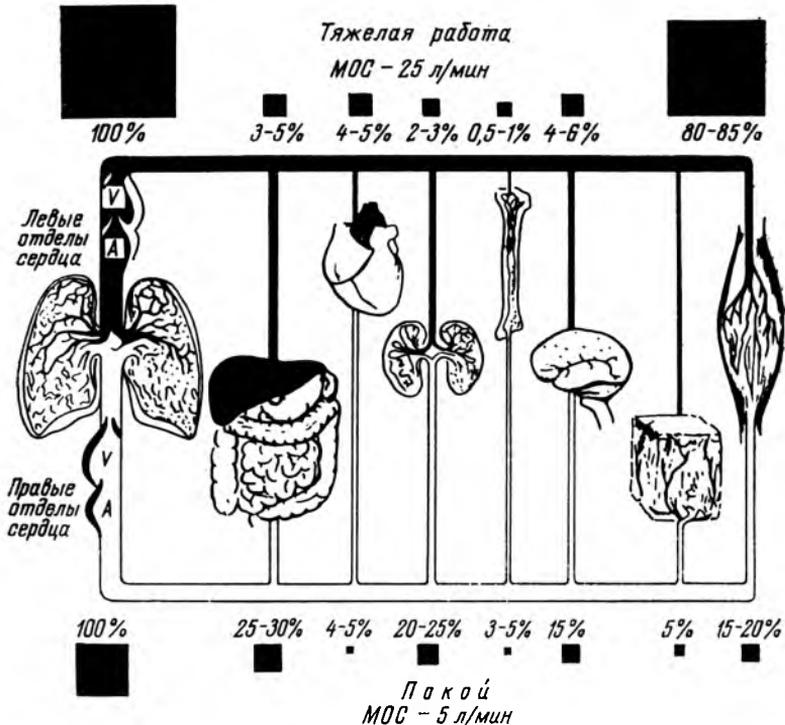


Рис. 4. Распределение кровотока в органах и тканях в покое и при физической нагрузке (по P. Astrand и K. Rodahl, 1970)

Кровоток в мышце в состоянии покоя составляет около 4 мл/мин на 100 г мышечной ткани, а при интенсивной динамической работе возрастает до 100—150 мл/мин на 100 г мышечной ткани (J. Scherrer, 1973). Таким образом, в интенсивно работающих мышцах кровоток может возрастать в 15—20 раз, причем количество функционирующих капилляров может увеличиться в 50 раз. Кровоток усиливается в начале нагрузки, а затем он достигает стабильного уровня. Период адаптации зависит от интенсивности нагрузки и обычно длится от 1 до 3 мин. Хотя скорость кровотока в работающих мышцах увеличивается в 20 раз, аэробный обмен может возрастать в 100 раз за счет повышения утилизации кислорода с 20—25 до 80 %. Удельный вес кровотока в мышцах может возрасти с 21 % в покое до 88 % при максимальных нагрузках (табл. 2).

Хотя во время физической нагрузки кровообращение перестраивается для максимального удовлетворения потребностей в кислороде работающих мышц, предел возможности мышечной работы не идентичен пределу возможности подачи кислорода в данный момент. Если количество получаемого работающей мышцей кислорода меньше требуемого, то обменные процессы в ней протекают

частично анаэробно. В результате возникает *кислородный долг*, который возмещается уже после окончания работы. В связи с тем что анаэробные процессы в 2 раза менее эффективны, чем аэробные, кислородный долг при нагрузках средней интенсивности примерно вдвое превышает дефицит кислорода, возникший во время физической нагрузки.

Коронарный кровоток во время физической нагрузки возрастает пропорционально увеличению минутного объема сердца. В покое он составляет около 60—70 мл/мин на 100 г миокарда и при нагрузке может усиливаться более чем в 5 раз. Это важно потому, что даже в покое утилизация кислорода миокардом очень велика (70—90 %) и любое повышение потребности в кислороде, возникающее при физических нагрузках, может обеспечиваться только увеличением коронарного кровотока.

Так как миокард не может использовать в качестве источника энергии анаэробный гликолиз, особое значение приобретает точная регуляция коронарного кровотока. Среди факторов, регулирующих скорость коронарного кровотока, ведущими являются уровень обменных процессов в миокарде и величина давления в аорте. Роль симпатической нервной системы в регуляции внутрисердечного кровообращения гораздо меньшая.

Абсолютная величина *мозгового кровотока* при нагрузках существенно не меняется, но его удельный вес в минутном объеме кровообращения по мере увеличения нагрузок снижается с 13 % в покое до 3 % при максимальных нагрузках (см. табл. 2).

Легочный кровоток во время физической нагрузки значительно возрастает. Величина легочного объема крови в большой мере определяется положением тела. По данным G. Levinson с соавторами (1966), в покое лежа на спине средняя величина сердечно-легочного объема крови между правым предсердием и аортальным клапаном равна 422 мл/м² и составляет 15 % общего объема крови. В положении стоя сердечно-легочный объем крови на 20 % меньше, чем в положении лежа, и достигает уровня горизонтального положения лишь при интенсивных физических упражнениях для ног (Y. Wang с соавт., 1962).

Даже при неизменной величине сердечно-легочного объема крови в покое и в условиях физической нагрузки отмечается перераспределение крови во время упражнений за счет увеличения легочного компонента и уменьшения сердечного (C. Chapman с соавт., 1959; D. Harrison с соавт., 1963).

Содержание крови в легочных капиллярах повышается с 60 мл в покое до 95 мл при напряженной нагрузке (F. Roughton, 1945), а в целом в системе легочных сосудов — с 350—800 до 1400 мл и более (K. Andersen с соавт., 1971).

При интенсивных физических нагрузках площадь поперечного сечения легочных капилляров увеличивается в 2—3 раза и скорость прохождения крови через капиллярное ложе легких возрастает в 2—2,5 раза (R. Johnson с соавт., 1960).

C. Dollery с соавторами (1960) установили, что в покое в вер-

тикальном положении большая часть капилляров в базальных отделах легких функционирует, а в области верхушек открытых капилляров мало. При физической нагрузке увеличение давления в легочной артерии приводит к перераспределению кровотока и более равномерному наполнению сосудистого ложа всех отделов легких.

Изменение *кровотока во внутренних органах* играет важнейшую роль в перераспределении регионарного кровообращения и улучшении кровоснабжения работающих мышц при значительных физических нагрузках. В покое кровообращение во внутренних органах (печень, почки, селезенка, пищеварительный аппарат) составляет около 2,5 л/мин, т. е. около 50 % минутного объема сердца. По мере увеличения нагрузок величина кровотока в этих органах постепенно уменьшается, и удельный вес его при максимальной физической нагрузке может свестись к 3—4 % минутного объема сердца (табл. 2).

Например, печеночный кровоток при тяжелой физической нагрузке снижается на 80 % (L. Rowell с соавт., 1964). В почках во время мышечной работы кровоток уменьшается на 50—30 %, причем это уменьшение пропорционально интенсивности нагрузки, а в отдельные периоды очень кратковременной интенсивной работы почечный кровоток может даже прекратиться (L. Radigan и S. Rabinson, 1949; J. Castenfors, 1967).

Уменьшение кровотока во внутренних органах является важным фактором, обеспечивающим изменения гемодинамики при физических нагрузках и, в частности, оптимальное кровоснабжение работающих мышц, сердца и легких, а также регулирование повышенной теплоотдачи.

Кровоток в коже в покое составляет около 500 мл/мин, что соответствует 10 % минутного объема сердца. Он подвержен значительным изменениям, связанным с уровнем обмена, эмоциональным фоном, способностью окружающей среды к теплообмену с организмом. Под влиянием физических нагрузок сосуды кожи расширяются и кровоток возрастает в 3—4 раза, что создает оптимальные условия для теплоотдачи. Однако при кратковременных нагрузках очень высокой интенсивности необходимость обеспечения максимального кровоснабжения работающих мышц приводит к уменьшению кожного кровотока (табл. 2).

ГАЗЫ И pH КРОВИ, ГЕМАТОКРИТ

Газы и pH крови во время физических нагрузок на субмаксимальном уровне существенно не изменяются. Усиленная легочная вентиляция во время работы обеспечивает нормальное или повышенное напряжение кислорода в альвеолах. Напряжение кислорода и углекислого газа в тканях, щелочной резерв также существенно не меняются. Повышенная потребность в тканевом дыхании удовлетворяется целым рядом компенсаторных механизмов. В частности, возрастает утилизация кислорода за счет более полного

восстановления гемоглобина. Ускорение кровотока и раскрытие капилляров в работающих мышцах способствуют доставке большего количества кислорода и большему выведению углекислого газа. Поступление в кровяное русло новых эритроцитов обеспечивает увеличение кислородной емкости крови.

Только при тяжелой работе, когда в мышцах в дополнение к аэробным процессам возникают и анаэробные, повышается содержание молочной кислоты в крови, возрастает pCO_2 , уменьшается щелочной резерв, а в результате понижается рН крови. Косвенным критерием, свидетельствующим о достижении максимального уровня аэробного обмена (максимального потребления кислорода), является повышение содержания молочной кислоты в крови более 11,1 ммоль/л (К. Andersen с соавт., 1971).

Гематокрит под влиянием мышечной работы возрастает (см. табл. 1), в результате чего увеличивается способность артериальной крови транспортировать кислород. По данным В. Vevegard с соавторами (1960), увеличение кислородной емкости артериальной крови при переходе из состояния покоя к физической нагрузке в среднем составляет 1,3 мл на 100 мл.

Повышение концентрации гемоглобина в крови при физических нагрузках обусловлено в первую очередь уменьшением объема плазмы в результате трансфузии жидкости из сосудов в ткани. Кроме того, в кровяное русло дополнительно поступают и эритроциты из депо.

Наряду с благоприятным влиянием на гемодинамику, возрастание гематокрита при физической нагрузке имеет и отрицательное значение, так как повышение концентрации эритроцитов приводит к увеличению вязкости крови, что затрудняет кровоток и ускоряет время свертывания.

У детей и у лиц молодого возраста без избыточной массы выявляется высокая корреляция между величиной максимального потребления кислорода и содержанием гемоглобина в крови (P. Astrand, 1952).

ВНУТРИСЕРДЕЧНАЯ ГЕМОДИНАМИКА

Повышенные энергетические потребности работающих мышц требуют значительного увеличения минутного объема кровообращения. В связи с этим необходима значительная интенсификация работы сердца, сопровождающаяся существенными изменениями внутрисердечной гемодинамики.

При тяжелой физической нагрузке систолическое давление в правом желудочке значительно возрастает — с 3,2 до 5,9 кПа (с 24 до 44 мм рт. ст.) согласно В. Vevegard с соавторами (1963). Конечно-диастолическое давление в правом желудочке при нагрузке также повышается, причем это повышение в пожилом возрасте более выражено, что, по мнению Т. Standell (1964), может быть проявлением увеличивающейся с возрастом ригидности миокарда.

D. Harrison с соавторами (1963) показал, что конечно-систолический и конечно-диастолический объемы обоих желудочков в начале нагрузки уменьшались и на всем протяжении оставались на 5—6 % меньше по сравнению с состоянием покоя. Уменьшение объема желудочков составляло примерно половину величины ударного объема в покое. При этом увеличивалась максимальная скорость повышения давления в желудочках. Правда, следует отметить, что эти данные были получены при обследовании не здоровых лиц, а больных, оперированных на сердце.

R. Gorlin с соавторами (1965) сообщает, что реакция желудочков на нагрузку проявляется увеличением частоты сердечных сокращений и инотропной активности. В их наблюдениях в большинстве случаев нагрузка приводила к уменьшению конечно-диастолического объема, увеличению количества изгоняемой крови и скорости ее изгнания.

Под влиянием интенсивной мышечной работы закономерно уменьшается длительность всех фаз сердечного цикла, которые В. Л. Карпман (1964) называет «фазовым синдромом гипердинамии».

В. Л. Карпман (1968) отмечает при физических нагрузках выраженное укорочение фазы изометрического сокращения, причем скорость повышения внутрижелудочкового давления в этих случаях увеличивается по сравнению с состоянием покоя в 20—30 раз. Период изгнания при интенсивной мышечной работе укорачивается почти в 2 раза по сравнению с состоянием покоя. При этом устойчивое состояние при интенсивной нагрузке для длительности изометрического сокращения устанавливается примерно в 2 раза быстрее, чем для длительности периода изгнания (В. Л. Карпман и Ю. К. Шхвацабая, 1962). Длительность диастолы под влиянием мышечной работы также очень резко уменьшается.

Электрическая активность сердца при физических нагрузках закономерно изменяется. В частности, на электрокардиограмме отмечаются увеличение зубца *P*, некоторое снижение вольтажа *QRS*, смещение интервалов *P—Q* и *ST* под изолинию (Л. А. Бутченко, 1963; Г. Л. Лемперт, 1963; О. Н. Беллина, 1965, и др.), уплощение в начале работы, а затем повышение зубца *T* (В. В. Матов и И. Д. Суркина, 1964; Н. А. Степочкина, 1965).

Функция легких

Поступление в организм кислорода и выделение углекислого газа обеспечивается газообменом между кровью, протекающей по легочным капиллярам, и альвеолярным воздухом (рис. 5).

Легкие играют важнейшую роль в обеспечении возросших потребностей организма в кислороде при физической нагрузке. Легочная вентиляция повышается параллельно увеличению потребления кислорода, причем при максимальных нагрузках у тренированных лиц она может возрасти в 20—25 раз по сравнению с состоянием покоя и достигать 150 л/мин. Такое увеличение венти-

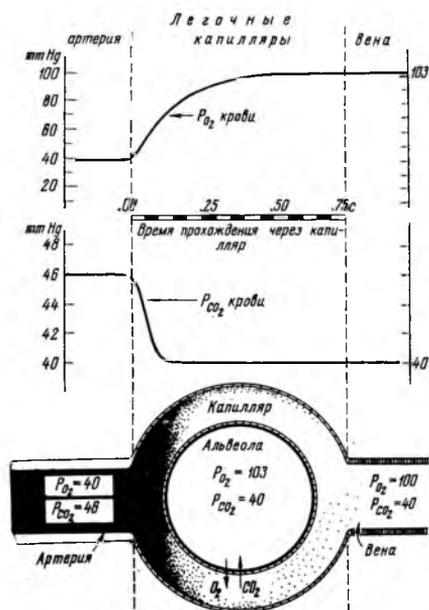


Рис. 5. Схема газообмена между кровью в легочных капиллярах и альвеолярным воздухом (по R. Cherniak и L. Cherniak, 1961)

точной по отношению к потреблению кислорода, и это приводит к быстрому возрастанию коэффициента использования кислорода, необходимому для получения требуемого количества кислорода из относительно небольшого количества воздуха. В дальнейшем вентиляция увеличивается пропорционально потребности в кислороде, которая для нагрузки определенной мощности является постоянной величиной. В восстановительный период происходит возмещение кислородного долга, возникшего в начале нагрузки, и, хотя потребность в кислороде уже снижена, вентиляция еще остается высокой.

Возмещение кислородного долга совершается скорее, чем выведение избытка углекислого газа. Таким образом, возникающий в начале нагрузки некоторый избыток углекислого газа выводится лишь после окончания работы, а в период устойчивого состояния работа проходит на фоне физиологической гиперкапнии, служащей стимулом к поддержанию вентиляции на высоком уровне (М. Навратил с соавт., 1967).

Следует подчеркнуть, что гипервентиляция, вызываемая физическими нагрузками, всегда ниже максимальной произвольной вентиляции и увеличение диффузной способности кислорода в легких во время работы также не является предельным (G. Tugino с соавт., 1963). Поэтому, если отсутствует легочная патология, дыхание не ограничивает мышечную работу.

ляции обеспечивается возрастанием частоты и объема дыхания, причем частота может увеличиться до 60—70 дыханий в 1 мин, а дыхательный объем — с 15 до 50 % жизненной емкости легких (H. Monod, M. Pottier, 1973).

В возникновении гипервентиляции при физических нагрузках важную роль играет раздражение дыхательного центра в результате высокой концентрации углекислого газа и водородных ионов при высоком уровне молочной кислоты в крови. В целом механизм такой гипервентиляции окончательно не изучен, но в ее возникновении играет роль совокупность нейрогуморальных факторов.

В начале физических нагрузок вентиляция возрастает относительно мало пропорционально содержанию углекислого газа в крови, а не потребности в кислороде. Поэтому в первые минуты работы она оказывается недоста-

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА

Потребление кислорода — это суммарный показатель, отражающий функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Значение этого показателя в физиологической и клинической практике особенно велико еще и потому, что имеются достаточные возможности его прямого и косвенного определения. На рис. 6 показана связь между факторами циркуляции и дыхания, влияющими на величину потребления кислорода.

При возрастании интенсивности обменных процессов во время физических нагрузок необходимо значительное увеличение потребления кислорода. Это предъясняет повышенные требования к функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Поэтому факторы

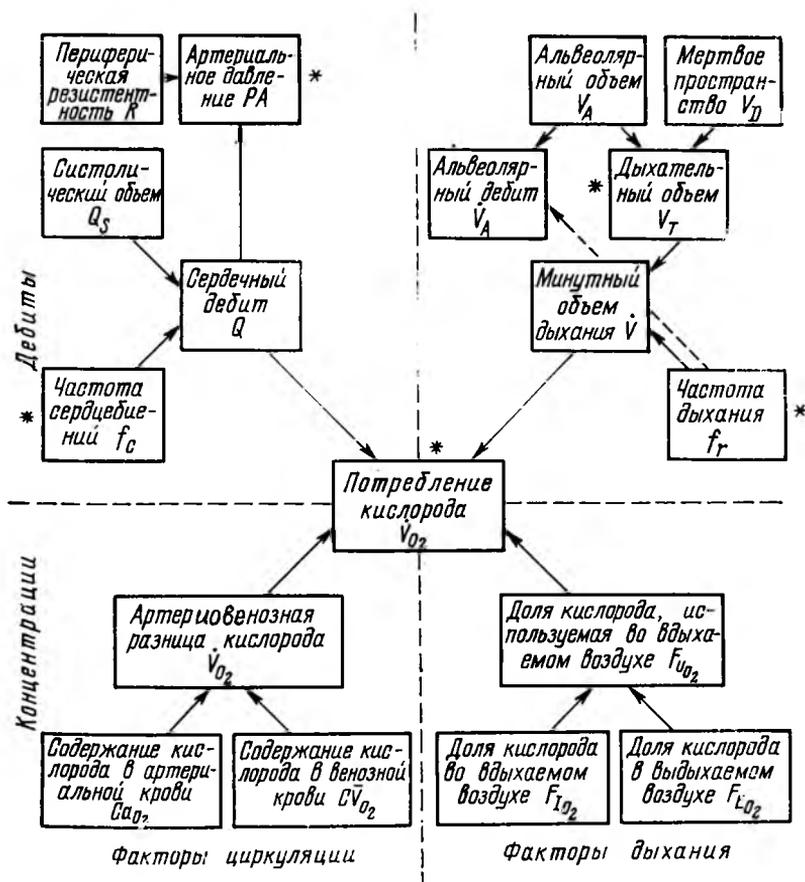


Рис. 6. Связь между факторами, влияющими на величину потребления кислорода. Звездочкой отмечены факторы, наиболее легко поддающиеся измерению (по Н. Monod и М. Pottier, 1973)

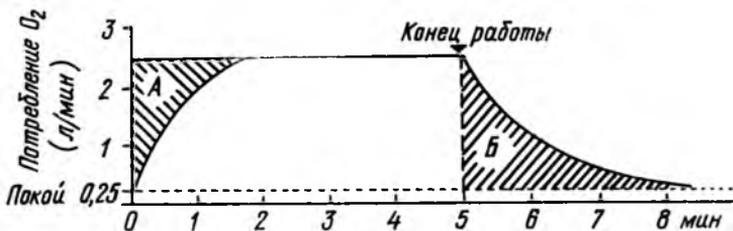


Рис. 7. Изменение потребления кислорода при физической нагрузке: А — дефицит кислорода, Б — кислородный долг

циркуляции и дыхания при мышечной работе подвержены изменениям, выраженность которых зависит от интенсивности нагрузок.

При переходе из состояния покоя к нагрузке в течение нескольких минут потребление кислорода возрастает, а затем при стабильной нагрузке достигает устойчивого уровня.

В начальной стадии каждой физической нагрузки независимо от ее интенсивности возникает дефицит кислорода (рис. 7, заштрихованная поверхность А). Он сохраняется на протяжении всего периода работы и стимулирует включение целого ряда механизмов, обеспечивающих необходимые изменения гемодинамики. Кислородный долг возмещается лишь по завершении мышечной работы в восстановительный период (заштрихованная поверхность Б).

Кислородный долг представляет собой объем кислорода, способный обеспечить мышцы с помощью аэробных реакций тем количеством энергии, которое они в действительности затратили за счет анаэробных процессов в начале нагрузки. Величина кислородного долга может достигать 15—20 л. Кислородный долг, особенно при нагрузках большой интенсивности, превышает начальный дефицит кислорода (на рис. 7 площадь сектора Б больше, чем А). Это объясняется тем, что анаэробные реакции, возникающие в адаптационный период, в энергетическом отношении менее производительны, чем процессы аэробного обмена. Период адаптации к физической нагрузке длится 1—2 мин, причем тренированные и более молодые лица адаптируются быстрее.

Показателем уровня анаэробных процессов в организме при физической нагрузке является концентрация недоокисленных продуктов — молочной кислоты — в крови. В покое содержание молочной кислоты составляет около 0,1 г/л крови, а сразу же после тяжелых физических нагрузок, сопровождающихся значительным возрастанием анаэробной энергопродукции, количество ее в крови может возрасти в 10—15 раз.

Потребление кислорода нарастает пропорционально увеличению нагрузки, однако наступает предел, при котором дальнейшее увеличение нагрузки уже не сопровождается увеличением потребления кислорода. Этот уровень называется *максимальным потреблением кислорода* ($\max \dot{V}O_2$), или *кислородным пределом* (P. Astrand, 1952).

Величина максимального потребления кислорода — это наивыс-

ший достижимый уровень аэробного обмена при физической нагрузке. Обычно такая нагрузка истощает обследуемого за 5—10 мин. Выше этого предела работающие мышцы оказываются в условиях недостаточного снабжения кислородом, и в них нарастают анаэробные обменные процессы. Таким образом, максимальное потребление кислорода является показателем *аэробной способности* организма.

Аэробная способность (максимальное потребление кислорода) зависит от резервов сердца, возможностей кровоснабжения работающих мышц, кислородной емкости крови, состояния легочной вентиляции, диффузионной способности легких и других показателей, т. е. от физиологического состояния организма, а также от типа нагрузок, массы участвующих в работе мышц.

Если какое-либо звено в цепи факторов, обеспечивающих высокий уровень обменных процессов при физических нагрузках, нарушается, то неизбежно снижается и аэробная способность организма. С другой стороны, тренирующий режим, увеличивая адаптационные возможности, приводит к увеличению аэробной способности.

Таким образом, максимальное потребление кислорода — важнейший физиологический показатель, отражающий способность организма обеспечить большую потребность тканей в кислороде при предельной активации функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Этот показатель является ведущим при определении функционального состояния и работоспособности человека с помощью нагрузочных тестов.

Максимальное потребление кислорода определяется в литрах в минуту (л/мин). С учетом того, что оно пропорционально массе тела, для получения сравнимых данных его часто относят к 1 кг массы тела обследуемого (мл/мин/кг).

Максимальное потребление кислорода в детском возрасте увеличивается пропорционально росту и массе. У мужчин оно достигает максимального уровня в возрасте 18—20 лет. Начиная с 25—30 лет, оно неуклонно снижается и к 70 годам составляет 50 % от уровня 20 лет. У женщин максимальное потребление кислорода равняется приблизительно 70 % определяемого у мужчин, остается стабильным на протяжении продуктивного периода, а затем снижается с такой же скоростью, как и у мужчин (К. Andersen с со-

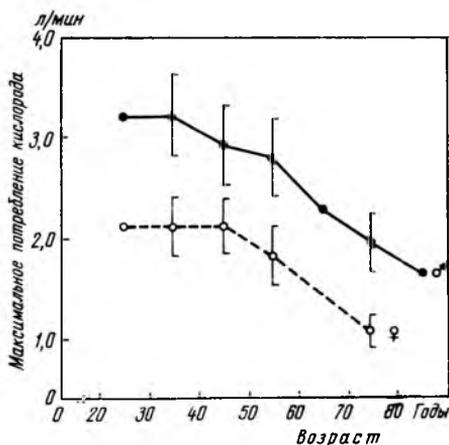


Рис. 8. Возрастная динамика максимального потребления кислорода у мужчин и женщин (по К. Andersen с соавт., 1971)

авт., 1971). На рис. 8 приведена возрастная динамика максимального потребления кислорода у мужчин и у женщин.

Для молодых и хорошо тренированных лиц максимальное потребление кислорода — 4 л/мин у мужчин и 3 л/мин у женщин (P. Astrand, 1952, 1960). Этот уровень в 15 раз превышает затраты в условиях основного обмена. У взрослых с пониженной физической активностью, ведущих сидячий образ жизни, аэробная способность находится на более низком уровне и в возрасте 25—45 лет составляет примерно 3,2 л/мин у мужчин и 2,4 л/мин у женщин (H. Monod, 1973).

Исследованиями с применением больших физических нагрузок выявлена тесная корреляционная зависимость между интенсивностью мышечной работы, потреблением кислорода и минутным объемом сердца. E. Asmussen и M. Nielsen (1955) отмечают, что линейная зависимость между потреблением кислорода и минутным объемом кровообращения возникает при нагрузках, требующих потребления кислорода более 1 л/мин; при меньшей нагрузке такой зависимости нет.

V. Vevegard (1960, 1963) вывел формулы, отражающие соотношение величины минутного объема сердца к потреблению кислорода при различных нагрузках.

При нагрузках в горизонтальном положении:

$$\text{МОС (л/мин)} = 6,13\dot{V}_{O_2} \text{ (л/мин STPD)} + 6,24.$$

При нагрузках в вертикальном положении:

$$\text{МОС (л/мин)} = 5,9\dot{V}_{O_2} \text{ (л/мин STPD)} + 4,36.$$

Кроме того, величина минутного объема (сердечного индекса) при нагрузках может быть определена в зависимости от величины потребления кислорода в мл/мин на 1 м² поверхности тела по следующим формулам (O. Wade и J. Bishop, 1962). В горизонтальном положении сердечный индекс равен $3,708 \pm 0,00534 \times \dot{V}_{O_2}$, а в вертикальном — $2,55 + 0,00561 \times \dot{V}_{O_2}$.

При адекватной реакции на нагрузку на каждые 100 мл повышения потребления кислорода отмечается увеличение минутного объема сердца на 800 мл (R. Naegve с соавт., 1962).

Проявлением прямой зависимости между величиной потребления кислорода во время нагрузок и минутным объемом сердца является и тесная корреляционная взаимосвязь между величиной потребления кислорода, степенью нагрузки и частотой сердечных сокращений. На этой зависимости строятся все косвенные методы оценки функционального состояния организма и его предельных физических возможностей без применения максимальных истощающих нагрузок, при которых достигаются кислородный предел и максимальная частота сердечных сокращений.

Максимальные нагрузочные тесты главным образом распространены в спортивной медицине и в физиологических исследованиях. В клинической практике в основном применяются субмаксимальные нагрузки и вместо определения максимального потреб-

ления кислорода по рекомендации ВОЗ широко используется определение величины потребления кислорода при нагрузках, приводящих к частоте сердечных сокращений 170 в 1 мин — $\dot{V}O_{2(170)}$.

Для оценки физического состояния человека и, в частности, состояния сердечно-сосудистой системы с помощью нагрузочных тестов наряду с максимальным потреблением кислорода определяют и *кислородный пульс*. Он представляет собой отношение потребления кислорода за 1 мин к частоте пульса за ту же минуту, т. е. количество миллилитров кислорода, которое доставляется за одно сердечное сокращение. Этот показатель характеризует экономичность работы сердца. Чем выше кислородный пульс, тем эффективнее гемодинамика, так как доставка нужного количества кислорода обеспечивается меньшей частотой сердечных сокращений.

В покое кислородный пульс составляет 3,5—4 мл, а при интенсивной физической работе, сопровождающейся потреблением кислорода 3 л/мин, он возрастает до 16—18 мл.

Как отмечают Н. Monod, М. Pottier (1973), линейная зависимость, существующая между частотой сердцебиений и потреблением кислорода, лучше выявляется не при определении кислородного пульса, а когда увеличение частоты сердцебиений по сравнению с состоянием покоя относят к одновременному увеличению объема кислорода по сравнению с состоянием покоя.

Полученная величина $\Delta\dot{V}O_2/\Delta f_H$ является *дифференциальным (разностным) кислородным пульсом*. Он составляет 25—30 мл при увеличении частоты сердечных сокращений на один удар и служит гораздо более чувствительным показателем, чем кислородный пульс.

Отдельные авторы (К. König с соавт., 1961; V. Gotheiner, 1968, и др.) при оценке тестов определяют индекс сокращения, под которым подразумевается отношение величины относительного объема сердца (\dot{V}/S) к максимальному кислородному пульсу.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЗАТРАТЫ

Расход энергии обычно определяется в килоджоулях (килокалориях).

Затраты энергии человеческого организма в килоджоулях (килокалориях) могут быть отнесены ко времени (минута, сутки) или к 1 м^2 поверхности тела.

В зависимости от условий и степени активности организма различают три энергетических (метаболических) уровня.

Основные затраты — это энергия, затрачиваемая организмом в условиях основного обмена. Она составляет 4,6—5,2 кДж, или 1,1—1,25 ккал/мин (по E. Gordon, 1957, — 5,8 кДж, или 1,39 ккал/мин), а в сутки — около 7118—7536 кДж (1700—1800 ккал). Отношение основных затрат к поверхности тела составляет основной обмен, который у взрослого молодого человека равен около 155 кДж/м²/ч

(37 ккал/м²/ч); с возрастом он снижается. У женщин величина основного обмена примерно на 5 % ниже, чем у мужчин.

Затраты в покое — энергия, затрачиваемая организмом, находящимся в условиях, отличающихся от основного обмена, при отсутствии мышечной работы. В дополнение к энергетическим затратам основного обмена сюда относятся энергетические затраты при пищеварении и терморегуляции вне зоны комфорта (особенно при охлаждении), а также затраты на поддержание мышечного тонуса и позы. В обычных условиях на это дополнительно расходуется энергия в пределах 20 % величины основных затрат.

Затраты при работе — энергия, расходуемая во время мышечной активности. Величина этой энергии равна разнице между затратами при работе и в покое. В зависимости от вида работы величина энергетических затрат колеблется в широких пределах — от 3300—3800 кДж (800—900 ккал) в сутки при канцелярской работе до 17 000—21 000 кДж (4000—5000 ккал) при тяжелом физическом труде.

Энергетические затраты организма нередко определяются в так называемых *метаболических единицах* (Му или Met). Под метаболической единицей подразумеваются основные энергетические затраты и поэтому 1 Му приблизительно составляет 4,6—6,2 кДж/мин (1,1—1,25 ккал/мин).

Средний энергетический эквивалент для кислорода равен 21 кДж (5 ккал/л), т. е. при сгорании в организме белков, жиров и углеводов на каждый 1 л израсходованного кислорода высвобождается около 21 кДж (5 ккал). Таким образом, для обеспечения энергетических потребностей основного обмена требуется около 200—250 мл/мин кислорода.

Физическая нагрузка приводит к увеличению энергетических потребностей, которые при тяжелой работе могут возрасти в 15—20 раз по сравнению с состоянием покоя. Соответственно увеличивается и потребление кислорода.

Об увеличении энергетических затрат при нагрузке можно судить по увеличению потребления кислорода.

Например, в условиях основного обмена потребление кислорода составило 250 мл/мин, что соответствует затратам энергии в 5,2 кДж/мин (1,25 ккал/мин), или 1 Му. Затраты в покое соответственно составили 10,4 кДж/мин (2,5 ккал/мин), или 2 Му, т. е. потребление кислорода было 500 мл/мин. Физическая нагрузка вызвала повышение потребления кислорода до 1000 мл/мин и, следовательно, общие затраты энергии — до 21 кДж/мин (5 ккал/мин), или 4 Му. Если же рассчитать затраты на работу (разница между общими затратами при нагрузке и в покое), то они составят 5,2 кДж/мин (2,5 ккал/мин), или 2 Му.

ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

Определение физической работоспособности (ФРС), или PWC (Physical Working Capacity) при нагрузочных тестах в спорте или при выполнении профессиональных обязанностей имеет большое значение для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Максимальная работа представляет собой предельный уровень нагрузки, приведшей к максимальной частоте сердечных сокращений. Наряду с максимальным потреблением кислорода этот показатель является ведущим при оценке результатов нагрузочных тестов. Существующая линейная зависимость между частотой пульса, интенсивностью нагрузки и величиной потребления кислорода позволяет рассчитывать величину максимальной работы на основе результатов нагрузочных тестов меньшей интенсивности (субмаксимальных), а также определять величину максимального потребления кислорода по максимальной работе.

В клинической практике часто используются показатели не максимальной работы, а работы при частоте сердечных сокращений 170 в 1 мин ФРС₁₇₀ (В. Л. Карпман с соавт., 1969; Т. Sjöstrand, 1947; Н. Wahlund, 1948; G. Torhval, 1963, и др.). Не говоря уже о том, что этот тест менее опасен, чем максимальные нагрузки, оптимальный уровень минутного объема кровообращения достигается при частоте сердечных сокращений 170—180 в 1 мин (В. Л. Карпман с соавт., 1969; Р. Astrand и К. Rodahl, 1970, и др.).

При обследовании более тяжелых контингентов больных нередко ограничиваются тестом меньшей интенсивности, доводя нагрузку до частоты сердечных сокращений 150 в 1 мин—ФРС₁₅₀ и даже до 130 в 1 мин — ФРС₁₃₀.

Оценивая результаты нагрузочных тестов, наряду с определением кислородного пульса можно учитывать и величину ватт-пульса — нагрузку в ваттах на одно сердечное сокращение (Н. Roskam с соавт., 1966).

Даже краткий обзор физиологии физических нагрузок со всей наглядностью показывает, что интенсивная мышечная работа предъявляет высокие требования к функции основных органов и систем человека. Детренированность приводит к ухудшению состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, а физическая активность способствует улучшению их функции.

Изучение реакции на дозированные физические нагрузки открывает широкие возможности для объективной оценки физического состояния человека и его работоспособности. Поэтому нагрузочные тесты занимают все большее место в комплексе современных кардиологических исследований.

ТЕРМИНОЛОГИЯ, ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ЭКВИВАЛЕНТЫ

При изложении вопросов физиологии нагрузок и нагрузочных тестов часто приходится прибегать к условным обозначениям и терминам, которые используются в международной литературе. Мы опускаем большинство из них, которые хорошо известны из работ по физиологии, но считаем необходимым пояснить некоторые термины, имеющие непосредственное отношение к нагрузочным тестам и эргономии.

Условные обозначения и терминология

Условные обозначения	Единицы измерения	Значение термина
Дыхание		
V_c	л	Жизненная емкость
V_e	л	Объем выдыхаемого воздуха
\dot{V}_e	л/мин	Минутный дыхательный объем
\dot{V}_{\max}	л/мин	Легочная вентиляция во время максимальной мышечной работы
\dot{V}_{O_2}	л/мин	Потребление кислорода
$\max \dot{V}_{O_2}$	л/мин	Максимальное потребление кислорода
$\dot{V}_{O_2} (170)$	л/мин	Потребление кислорода при частоте сердечных сокращений 170 в 1 мин
$V_{O_2} (900)$	л/мин	Потребление кислорода при нагрузке 900 кгм/мин
ATPS	условия состояния газа	Окружающая температура и давление, полное насыщение водяными парами
BTPS	»	Температура тела 37 °С и окружающее давление, полное насыщение водяными парами
STPD	»	Стандартная температура 0 °С, давление 101 кПа (760 мм рт. ст.), сухой газ
Кровообращение		
Q или CO	л/мин	Минутный объем сердца (МОС)
CI	л/мин/м ²	Сердечный индекс (СИ)
Q_b	мл	Ударный объем (УОС)
Si	мл/уд/м ²	Систолический индекс
f_h	уд/мин	Сердечный ритм (ЧСС)
$f_h (900)$	уд/мин	Сердечный ритм при нагрузке 900 кгм/мин
$f_h (2,1)$	уд/мин	Сердечный ритм при потреблении кислорода 2,1 л/мин
LPI	мл/уд	Кислородный пульс
BV	л	Объем крови
TBV	л	Общий объем крови
Работа и энергия		
ФРС, PWC	Вт, кгм/мин	Физическая работоспособность
ФРС ₁₇₀ , PWC ₁₇₀	Вт, кгм/мин	Физическая работоспособность при сердечном ритме 170 в 1 мин
ФРС ₁₅₀ , PWC ₁₅₀	Вт, кгм/мин	Физическая работоспособность при сердечном ритме 150 в 1 мин
W	Вт, кгм/мин	Степень нагрузки
W _{2,1}	Вт, кгм/мин	Степень нагрузки при потреблении кислорода 2,1 л/мин
\dot{W}_{170}	Вт, кгм/мин	Степень нагрузки при сердечном ритме 170 в 1 мин (то же, что PWC ₁₇₀)
\dot{W}_{\max}	Вт, кгм/мин	Максимальная нагрузка
W_t	кгм	Общая работа, произведенная за t
MR	кДж/мин, ккал/мин	Уровень энергетических затрат
M_i или Met		Метаболическая единица (условный уровень основного обмена)

Показатели выполненной работы при нагрузочных тестах могут быть выражены в различных единицах измерения (Вт, кгм/мин и др.). В последнее время в зарубежной литературе оценка нагрузок при физических тестах вместо килограммометров в минуту (кгм/мин) производится в килопондометрах в минуту (кпм/мин). Под килопондометром подразумевается сила, действующая на массу в 1 кг при нормальном ускорении силы тяжести. В обычных условиях 1 кгм соответствует 1 кпм.

В случае необходимости перевода одних единиц интенсивности нагрузок в другие можно воспользоваться следующими уравнениями:

$$\begin{aligned}1 \text{ кгм} &\approx 9,8 \text{ Дж}; \\1 \text{ Дж} &\approx 0,1 \text{ кгм}; \\1 \text{ кгм/мин} &\approx 0,167 \text{ Вт}; \\1 \text{ Вт} &\approx 6 \text{ кгм/мин}.\end{aligned}$$

При оценке результатов нагрузочных тестов, определении на их основе пригодности человека к той или иной трудовой деятельности возникает необходимость перевода единиц выполненной работы и потребления кислорода в единицы энергетических затрат организма. На основе усредненных данных об энергетическом эквиваленте кислорода в организме и эквивалентах механической работы и энергии выведены следующие уравнения:

$$\begin{aligned}1 \text{ ккал} &\approx 4,2 \text{ кДж}; \\1 \text{ кДж} &\approx 0,24 \text{ ккал}; \\1 \text{ л O}_2 &\approx 21 \text{ кДж (5 ккал)}; \\1 \text{ Mu (Met)} &= 4,2\text{—}5,25 \text{ кДж/мин (1—1,25 ккал/мин)}.\end{aligned}$$

НАГРУЗОЧНЫЕ ТЕСТЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Данные обследования, проведенного в состоянии покоя, не полностью отражают функциональное состояние и резервные возможности организма, так как патология органа или его функциональная недостаточность больше проявляются в условиях нагрузки, чем в покое, когда требования к нему минимальны.

К сожалению, функция сердца, играющего ведущую роль в жизнедеятельности организма, в большинстве случаев пока еще оценивается на основе обследований в состоянии покоя, хотя очевидно, что любое нарушение насосной функции сердца с большей вероятностью проявится при минутном объеме 12—15 л/мин, чем при 5—6 л/мин. Кроме того, недостаточные резервные возможности сердца могут проявиться лишь в работе, превышающей по интенсивности привычные нагрузки. Это относится и к скрытой коронарной недостаточности, которая может не проявляться клинически и электрокардиографически в условиях обычного повседневного режима. Поэтому оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы на современном уровне невозможна без широкого привлечения нагрузочных тестов.

Задачи нагрузочных тестов:

- 1) определение работоспособности и пригодности к занятию различными видами спорта;
- 2) детальная оценка функционального состояния и резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем;
- 3) определение вероятности развития сердечно-сосудистых заболеваний, в первую очередь выявление доклинических форм коронарной недостаточности, а также прогнозирование течения этих заболеваний;
- 4) определение эффективности и разработка оптимальных профилактических, терапевтических, хирургических и реабилитационных мероприятий у больных сердечно-сосудистыми заболеваниями;
- 5) оценка функционального состояния и эффективности физической реабилитации выздоравливающих после любых хронических заболеваний.

Для вышеуказанных целей применяется множество различных физических тестов, которые могут быть разделены на две группы — *тесты на восстановление* и *тесты на усилие*.

ТЕСТЫ НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ

Эти тесты предусматривают учет изменений и определение сроков восстановления после стандартной физической нагрузки таких показателей функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, как частота пульса и дыхания, артериальное давление, изменения электрокардиограммы.

Сюда входят различные динамические пробы с поскоками, приседаниями, бегом на месте и т. д. В спортивной медицине длительное время использовались предложенная В. В. Гориневским функциональная проба в виде 60 поскоков в течение 30 с, известная под названием «проба ГЦИФК», проба Кевдина (40 приседаний), проба Мартине (20 приседаний), проба Дешина и Котова (3-минутный бег на месте в темпе 180 шагов в 1 мин), различные двухмоментные (Д. Н. Коробова, 1927), трехмоментные (С. П. Летунов, 1937) функциональные пробы и целый ряд других. Каждый из этих тестов учитывает частоту пульса и величину артериального давления после завершения нагрузки.

К тестам на восстановление относятся и различные варианты теста со ступеньками (step-test).

В 1929 г. А. Мастер ввел двухступенчатый тест (two-step-test), с помощью которого регистрировались частота сердечных сокращений и артериальное давление после определенного количества подъемов на стандартную ступеньку. В дальнейшем этот тест начал применяться для регистрации электрокардиограммы после на-

Таблица 3. Минимальное число подъемов на ступеньку в зависимости от массы, возраста и пола при пробе Мастера

Масса, кг	Возраст, лет				
	20—29	30—39	40—49	50—59	60—69
	Число подъемов на ступеньку ¹				
40—44	29 (28)	28 (27)	27 (24)	25 (22)	24 (21)
45—49	28 (27)	27 (25)	26 (23)	25 (22)	23 (20)
50—54	28 (26)	27 (25)	25 (23)	24 (21)	22 (19)
55—59	27 (25)	26 (24)	25 (22)	23 (20)	22 (18)
60—64	26 (24)	26 (23)	24 (21)	23 (19)	21 (18)
65—69	25 (23)	25 (21)	23 (20)	22 (19)	20 (17)
70—74	24 (22)	24 (21)	23 (19)	21 (18)	20 (16)
75—79	24 (21)	24 (20)	22 (19)	20 (17)	19 (16)
80—84	23 (20)	23 (19)	22 (18)	20 (16)	18 (15)
85—89	22 (19)	23 (18)	21 (17)	19 (16)	18 (14)
90—94	21 (18)	22 (17)	20 (16)	19 (15)	17 (14)
95—99	21 (17)	21 (15)	20 (15)	18 (14)	16 (13)
100—104	20 (16)	21 (15)	19 (14)	17 (13)	16 (12)
105—109	19 (15)	20 (14)	18 (13)	17 (13)	15 (11)
110—114	18 (14)	20 (13)	18 (13)	16 (12)	14 (11)

¹ В скобках приведено число подъемов для женщин.

грузки (А. Master и Н. Jaffe, 1941). В современном виде двух-ступенчатый тест предусматривает определенное, зависящее от пола, возраста и массы обследуемого количество подъемов на стандартную двойную ступеньку на протяжении 1½ мин при одинарной пробе (табл. 3) или удвоенное количество подъемов за 3 мин при двойной пробе. Высота каждой ступеньки — 23 см. Электрокардиограмма фиксируется до и после нагрузки, причем особое внимание обращается на выявление признаков коронарной недостаточности.

В настоящее время считается, что при определении нагрузки фактору массы в этом тесте придается излишнее значение и тест в целом недостаточно интенсивен. Однако энергетические затраты даже при одинарной пробе Мастера превышают в 3—4 раза затраты основного обмена (Е. Gordon, 1957). Этот тест прост и сегодня занимает определенное место при обследованиях с целью выявления скрытой коронарной недостаточности и проведении реабилитационных программ (А. Master и I. Rosenfeld, 1967).

В годы второй мировой войны для определения годности военных контингентов был внедрен в практику Гарвардский степ-тест (L. Vrogha с соавт., 1943). Он предусматривает подъем на ступеньку высотой 50 см со скоростью 30 подъемов в 1 мин до наступления истощения, но не более 5 мин. Лишь 1/3 испытуемых среди здоровых молодых контингентов могла выдержать такую 5-минутную нагрузку. Частота сердечных сокращений учитывается трижды (через 1—1½, 2—2½ и 3—3½ мин) после прекращения упражнения, когда обследуемый сидит на скамейке. В дальнейшем оценка теста была упрощена и учитывалась частота сердечных сокращений лишь на 1-й минуте восстановительного периода. При такой упрощенной оценке индекс Гарвардского степ-теста («индекс пригодности») определяется по формуле:

$$\text{индекс степ-теста} = \frac{t \cdot 100}{5,5 \cdot f_n}$$

где t — время в секундах, которое смог выдержать обследуемый во время теста,

f_n — частота пульса на первой минуте восстановительного периода.

Критерии оценки результатов Гарвардского степ-теста приведены в табл. 4.

Таблица 4. Оценка результатов Гарвардского степ-теста

Оценка	Индекс степ-теста
Отлично	90
Хорошо	80—89,9
Средне	65—79,9
Слабо	55—64,9
Плохо	55

В Скандинавских странах был введен упрощенный вариант Гарвардского теста (I. Ryhming, 1953) со скамейкой высотой 40 см и с учетом частоты сердечных сокращений через 1—1½ мин после прекращения нагрузки. Полученная цифра, умноженная на 2, считается «тестовым пульсом».

Среди тестов на восстановление можно привести и так называемый *task-test* (R. Johnson с соавт., 1942) для установления физической годности военнослужащих. Тест предусматривает ношение рюкзака, масса которого пропорциональна массе обследуемого.

СУБМАКСИМАЛЬНЫЕ ТЕСТЫ НА УСИЛИЕ

Исследования последнего времени показали, что наиболее ценная информация о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы может быть получена при учете изменений основных гемодинамических параметров не в восстановительный период, а непосредственно во время выполнения дозированных нагрузок (*«тесты на усилие»*).

Максимальные тесты предусматривают увеличение нагрузок до достижения предела аэробной способности (максимального потребления кислорода). Применение столь высоких нагрузок сопряжено с определенным риском. Поэтому максимальные нагрузочные тесты в клинических условиях используются в основном в спортивной медицине и при физиологических исследованиях.

Сейчас все большее внимание привлекают *субмаксимальные нагрузочные тесты*, требующие меньших усилий, приблизительно в пределах 75 % максимально переносимых нагрузок. В этой области уже накоплен определенный опыт, разработаны методы проведения этих исследований и обеспечения их безопасности, созданы точные физиологические способы оценки их результатов, включая расчеты максимального потребления кислорода и максимальной работы. Они рекомендованы ВОЗ для самого широкого внедрения (Хроника ВОЗ, 1971, 25/8, с. 380, и др.).

Для успешного выполнения субмаксимальных нагрузочных тестов необходимо соблюдать ряд условий. Среди них нужно особо выделить следующие.

1. Легкость выполнения упражнений, не требующих специальных навыков.
 2. Включение в упражнение больших мышечных групп.
 3. Возможность строгого контроля над степенью нагрузки.
 4. Обеспечение уверенности обследуемого в безопасности теста.
 5. Создание условий для сбора клинической и физиологической информации в динамике.
 6. Строгая стандартизация теста и условий его проведения, что позволяет сравнивать результаты при повторных исследованиях.
- Точное определение физического состояния человека возможно путем оценки переносимости физических нагрузок или сравнительного изучения функции системы транспорта кислорода в покое и во время выполнения упражнений. Поэтому субмаксимальные нагрузочные тесты требуют создания условий для измерения потребления кислорода или достаточно точного измерения произведенной работы. Этим требованиям отвечает ряд эргометров, среди

которых наиболее распространены *ступенчатый* (ступеньки определенной высоты), *велозргомтр* (прибор, имитирующий езду на велосипеде с изменяющимся сопротивлением при вращении педалей) и *тредмилл* (прибор, навязывающий движение — ходьбу или бег — с заданной скоростью и уклоном).

ПОДГОТОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Проведение субмаксимальных нагрузочных тестов требует подготовки персонала, определенных условий и оборудования. Бригада должна состоять из врача и медицинской сестры (лаборанта), в обязанности которых входят обеспечение правильной методики теста, выявление симптомов, требующих прекращения упражнений, учет динамики физиологических параметров во время нагрузки.

При физических нагрузках в условиях высокой температуры окружающей среды для обеспечения теплоотдачи значительно увеличивается кожный кровоток, и это приводит к учащению сердечных сокращений. Поэтому расчеты потребления кислорода по частоте пульса в этих условиях оказываются ошибочными (С. Williams с соавт., 1962; В. Saltin, 1964). Температура в помещении при проведении теста в пределах 18—22 °С, комнату нужно хорошо проветрить.

Исследование необходимо начинать не раньше чем через 1,5—2 ч после приема пищи (без переедания). Желательно в день исследования не принимать стимуляторов (кофе, крепкий чай) или уже, во всяком случае, после их приема до начала исследования должно пройти не менее часа. Курение нужно прекратить за час до теста. Прием алкоголя в день исследования категорически запрещается.

В день проведения теста надо также исключить чрезмерные физические нагрузки, приводящие к переутомлению. Перед исследованием желательно отдохнуть от физической работы в течение часа.

Одежда должна быть максимально легкой, удобной, не мешающей движениям и не препятствующей теплоотдаче, обувь, особенно при тестах с шаганием, — обычной, привычной для обследуемого.

Нельзя забывать о том, что беспокойство и отрицательные эмоции приводят к тахикардии, искажающей результаты нагрузочных тестов. Правда, при высоких нагрузках значение эмоционального фактора уменьшается. Неблагоприятные эмоции и беспокойство также способствуют более частому возникновению клинических и электрокардиографических признаков коронарной недостаточности во время теста (Е. Dimond, 1961). Поэтому обстановка во время исследования должна быть спокойной, доброжелательной. В некоторых случаях эмоционально лабильных пациентов желательно предварительно ознакомить с методикой исследования.

Перед началом теста заполняется карта, в которой отражаются краткие данные анамнеза и объективные показатели, необходимые для планирования нагрузок и мер предосторожности. Если тест проводится по упрощенной методике без газового анализа, а потребление кислорода определяется непрямым методом, можно использовать сокращенный вариант карты. Кроме того, итоговые данные каждого обследования дополнительно фиксируются, наряду с другими клиническими показателями, в сводной карте. Это облегчает сравнительную оценку физического состояния обследуемого в длительной динамике на основе результатов повторных нагрузочных тестов.

Перед началом теста производятся антропометрические измерения. В обязательном порядке измеряются рост стоя, масса с точностью до 100 г.

ВОЗ рекомендует (К. Andersen с соавт., 1971) учет ряда дополнительных антропометрических показателей, которые могут понадобиться при углубленных научных разработках. Так, измеряются подкожные жировые отложения с помощью кронциркуля. Давление независимо от ширины губок кронциркуля должно быть 10 г/мм². Нужно захватывать складку вместе с подкожной основой. Если пациент жалуется на боль, это означает, что захвачена только кожа, так как прочный захват складки кожи с подкожной основой обычно безболезнен. Кожная складка захватывается на 1 см выше места измерения, причем расстояние от гребешка складки до ее основания должно быть примерно таким же, как и толщина самой складки.

По международным стандартам производятся следующие измерения:

1) *подлопаточная кожная складка* — измеряется непосредственно под нижним углом правой лопатки в положении стоя в расслабленном состоянии;

2) *кожная складка на трехглавой мышце плеча* — измеряется на тыльной стороне середины правого плеча при опущенной руке, складка поднимается параллельно длинной оси руки;

3) *надподвздошная кожная складка* — измеряется непосредственно над правым надподвздошным гребнем латерально.

Кроме того, лентой дополнительно измеряются:

а) *окружность грудной клетки* — мужчин на уровне сосков в конце нормального выдоха;

б) *окружность брюшной полости* — на уровне максимального обхвата;

в) *окружность бедра* — справа на уровне максимального обхвата;

г) *окружность голени* — справа на уровне максимального обхвата.

Для проведения нагрузочных тестов и обеспечения их безопасности необходимо следующее минимальное оборудование.

1. Эргометр (лестница Мастера и желательно велоэргометр или тредмилл).

2. Кушетка.

3. Ростомер.

4. Весы медицинские.

5. Метроном.

6. Секундомер.

7. Электроскардиограф.

8. Электрокардиоскоп (желательно).

9. Аппарат для измерения артериального давления.

10. Шприцы и медицинские препараты: противоаритмические (новокаинамид, тримексин и др.), спазмолитические средства

(нитроглицерин, папаверин, эуфиллин), прессорные амины (адреналин), строфантин, раствор глюкозы, изотонический раствор натрия хлорида.

В целях безопасности обследования, особенно больных с сердечно-сосудистой патологией, необходимо оснащение лаборатории дефибриллятором и каким-либо из простейших приборов для искусственного дыхания — дыхательным мешком или «гармошкой» с маской.

При проведении углубленных научных исследований дополнительно необходимы оборудование и условия для определения дыхательных объемов и потребления кислорода, определения содержания молочной кислоты в крови и других биохимических показателей, приспособления для дополнительных антропометрических измерений (кронциркуль и др.).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Нагрузочные тесты на субмаксимальном уровне достаточно безопасны. Наши данные свидетельствуют об их безопасности даже менее чем через месяц после коррекции сложных пороков сердца, включая и протезирование клапанов (Н. М. Амосов с соавт., 1972, 1980, 1983; Я. А. Бендет с соавт., 1972, 1979, 1987; Н. М. Верич, 1979). Наблюдающиеся осложнения в большинстве своем легкие, скоропроходящие. Сводятся они в основном к различным кратковременным нарушениям ритма, неадекватным колебаниям артериального давления.

Однако в единичных случаях у больных с сердечной патологией может возникнуть острая сердечная недостаточность. Описаны отдельные редкие случаи тяжелых нарушений ритма вплоть до желудочковой тахисистолии и фибрилляции желудочков, требующие активных неотложных мероприятий (К. Вгусе с соавт., 1968; P. Astrand и K. Rodahl, 1970). В Швеции на более чем 100 000 субмаксимальных нагрузочных тестов у здоровых лиц и больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями отмечено 4 случая фибрилляции желудочков (Н. А. Грацианский, 1970).

По данным обзора P. Rochnimis и H. Blackburn (1971), на 170 000 тестирований физическими нагрузками в 73 кардиологических центрах смертность составила 0,01 %; аритмии или стойкая боль в грудной клетке, потребовавшие госпитализации пациентов, возникли в 0,04 % случаев. В связи с этим необходимо знакомство персонала с возможными осложнениями, мерами их профилактики и лечением.

Правильный отбор больных для исследования и соблюдение мер предосторожности являются надежной гарантией безопасности нагрузочных тестов. В этом плане особое внимание должно уделяться анамнезу, исходным объективным показателям (особенно данным ЭКГ).

При проведении тестов для своевременного выявления возможных осложнений достаточно контроля за субъективным состоянием обследуемого, частотой сердечных сокращений, артериальным давлением и данных электрокардиограммы. При обследовании больных с сердечно-сосудистой патологией постоянный электрокардиографический контроль значительно увеличивает безопасность исследования.

Следует отметить, что возникновение приступа стенокардии не нужно рассматривать как осложнение, а лишь как основание к прекращению упражнений, так как одной из задач нагрузочных тестов служит выявление скрытых форм коронарной недостаточности.

При внезапном прекращении больших нагрузок может развиться ортостатическая гипотония, поэтому рекомендуется постепенное уменьшение нагрузки в конце исследования. В восстановительный период возможно также нарушение ритма, в связи с чем желательное проводить электрокардиографический контроль на протяжении 5—6 мин после окончания упражнений.

Противопоказания к субмаксимальным нагрузкам: явная сердечная недостаточность (IIБ — III стадии по Стражеско и Василенко), активный ревмокардит, период реконвалесценции после острых инфекционных заболеваний, клинические и электрокардиографические признаки обострения коронарной недостаточности, восстановительный период в течение 3 мес после инфаркта миокарда, полная предсердно-желудочковая блокада.

Осторожности требует проведение исследования у больных с пороками сердца (особенно аортальными), постинфарктным коронарокардиосклерозом, мерцательной аритмией, блокадой левой ножки пучка Гиса, синдромом преждевременного возбуждения желудочков (WPW).

В случае превышения возрастных пределов частоты сердечных сокращений (табл. 5) нагрузку целесообразно прекратить.

Помимо превышения возрастных пределов частоты сердечных сокращений, физический тест должен быть прекращен и в случае возникновения следующих клинических или ЭКГ-признаков, указывающих на достижение предела переносимости нагрузки.

Клинические признаки:

- 1) приступ стенокардии даже при отсутствии изменений на ЭКГ;
- 2) сильная одышка или чувство удушья;
- 3) большая усталость, тенденция к обмороку, головокружение, цианоз или бледность, похолодание и влажность кожи;
- 4) значительное повышение артериального давления;

Таблица 5. *Предельно допустимая частота сердечных сокращений во время нагрузочного теста в зависимости от возраста*

Возраст, лет	Частота сердечных сокращений в 1 мин
20—29	170
30—39	160
40—49	150
50—59	140
60 и старше	130

5) снижение артериального давления более чем на 25 % от исходного;

6) отказ больного от продолжения исследования в связи с дискомфортом или боязнью.

Электрокардиографические признаки:

1) возникновение частых экстрасистол (4 : 40) и других выраженных нарушений ритма (пароксизмальная тахикардия, трепетание предсердий, мерцательная аритмия);

2) выраженное нарушение предсердно-желудочковой и внутрижелудочковой проводимости;

3) горизонтальное или корытообразное смещение вниз сегмента *ST* более 0,2 мВ по сравнению с записью в покое;

4) подъем сегмента *ST* более 0,2 мВ, сопровождающийся опущением его в противоположных отведениях;

5) инверсия или возникновение заостренного и приподнятого зубца *T* с увеличением амплитуды более чем в 3 раза (или на 0,5 мВ) по сравнению с исходным в любом из отведений (особенно V_4);

6) уменьшение амплитуды зубца *R* не менее чем на 50 % от его величины в состоянии покоя.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что осложнения при проведении субмаксимальных нагрузочных тестов наблюдаются очень редко и не являются основанием для ограничений внедрения этого метода в широкую практику.

СБОР И ОЦЕНКА ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ
ВО ВРЕМЯ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Оценка субмаксимального нагрузочного теста базируется на строгом учете динамики изменений основных показателей деятельности сердечно-сосудистой и дыхательной систем при достижении устойчивого состояния (*steady state*) во время нагрузок определенной интенсивности. Точность соблюдения методики теста и сбора информации определяет достоверность исследования. Поэтому стандартизация проведения тестов и учета изменения физиологических показателей имеет решающее значение.

В предыдущей главе уже приводились данные о наступлении устойчивого состояния гемодинамики в зависимости от интенсивности нагрузок через 1½—2½ мин после начала мышечной работы. С учетом этого для получения стабильных показателей, отражающих реакцию сердечно-сосудистой и дыхательной систем на определенную работу, длительность каждого этапа нагрузки при проведении теста должна быть не менее 4—5 мин. Оцениваются заключительные показатели периода устойчивого состояния — последних минут каждого этапа нагрузки.

Оптимально учитываются следующие семь показателей, практически полностью отражающих физическое состояние испытуемого при субмаксимальном нагрузочном тесте: 1) *нагрузка*, 2) *час-*

тота сердечных сокращений, 3) артериальное давление, 4) данные электрокардиограммы, 5) потребление кислорода, 6) затраты энергии, 7) содержание молочной кислоты в крови.

Из них минимально необходимы первые четыре показателя — нагрузка, частота сердечных сокращений, АД и ЭКГ, так как существует линейная зависимость, позволяющая на основе частоты сердечных сокращений при определенной нагрузке косвенным путем определить потребление кислорода и затраты энергии (см. с. 61). Определение содержания молочной кислоты служит важным дополнительным показателем аэробной способности человека, но при обычных исследованиях в амбулаторной практике оно не является абсолютно необходимым.

В условиях углубленных научных исследований, помимо перечисленных семи параметров, значительный интерес представляет получение данных об изменении минутного и ударного объема сердца, работы левого желудочка, сосудистого сопротивления, размеров сердца, общего объема крови, а также ряда других гемодинамических и респираторных показателей (минутный объем и частота дыханий, дыхательный газообмен) при субмаксимальных нагрузочных тестах. Это требует значительного усложнения методик тестов вплоть до сочетания их с катетеризацией сердца. Перед началом теста измеряются частота сердечных сокращений, артериальное давление, записывается электрокардиограмма. Во время нагрузок учитываются изменения этих показателей.

Нагрузка на каждом этапе теста должна устанавливаться с максимальной точностью. Особенности методик регистрации нагрузок при степ-тесте, тестах на велоэргометрах и тредмилле описаны в соответствующих разделах. Обычно нагрузка определяется в ваттах (Вт), килограммометрах в минуту (кгм/мин) или пересчитывается на единицы затраченной энергии — килоджоули (килокалории) в минуту (кДж/мин, ккал/мин).

Частота сердечных сокращений во время мышечной работы — самый простой и важный показатель переносимости физических нагрузок. Поэтому особенно важен точный учет сердечного ритма во время нагрузки, что представляет определенные трудности и требует известных навыков, так как обследуемый все время находится в движении, частота пульса меняется, метроном может сбивать со счета.

Сердечный ритм следует определять на последних 15—20 с каждой минуты нагрузки. Пульс лучше пальпировать на сонной артерии под углом нижней челюсти. Наиболее точные данные получают при подсчете времени 30 сокращений. Секундомер включают в начале подсчета и останавливают на 30-м ударе. Частота сердечных сокращений определяется по табл. 6.

Можно также установить частоту сердечного ритма путем измерения времени 10 сердечных сокращений с пересчетом по формуле:

$$\text{ЧСС} = \frac{60}{t} \times 10.$$

где t — продолжительность 10 сокращений в секундах.

Например, на 5-й минуте нагрузки продолжительность 10 сердечных сокращений — 4,6 с. При пересчете по формуле частота сердечных сокращений составит 130 в 1 мин.

Точно определить частоту сердечных сокращений можно и с помощью электрокардиограммы, но при этом нужно выводить средние данные продолжительности не менее чем 6—7 сердечных циклов. В последнее время все шире используются пульсотонометры с датчиками от мочки уха, пальца или ЭКГ.

Артериальное давление во время нагрузочных тестов нужно измерять с интервалами не реже 2 мин и обязательно в конце каждого этапа нагрузки. Помимо учета реакции на нагрузку, эти измерения имеют значение для гарантии безопасности теста при своевременном выявлении неблагоприятных реакций.

Артериальное давление измеряют обычным способом — путем наложения манжеты со сфигмоманометром на плечо. Однако возникают определенные трудности в учете результатов, так как обследуемый постоянно находится в движении. Практически точно удается пальпаторно определить лишь систолическое давление и, как правило, приходится ограничиваться этими данными.

Электрокардиография является важнейшим методом оценки переносимости физических нагрузок, выявления скрытой коронарной недостаточности и обеспечения безопасности субмаксимальных физических тестов.

Перед исследованием в покое записывают ЭКГ в 12 отведениях. Во время нагрузочного теста запись ЭКГ затруднена из-за постоянного движения конечностей, поэтому места фиксации электродов изменены и фиксируются, как правило, к туловищу. Для улучшения контакта между кожей и металлом целесообразно применять электродные пасты. Возможна фиксация с помощью присосок. Небольшие металлические пластины хорошо фиксировать лейкопластырем, а еще лучше — эластичными резиновыми лентами.

Идеальные условия для исследования во время тестов обеспечивает телеэлектрокардиография с дистанционной записью, однако можно обойтись и обычной электрокардиографией.

Предложены различные варианты записи ЭКГ. При наличии многоканального электрокардиографа отведения от конечностей фиксируют под соответствующими ключицами дистально и на боковой стороне живота над подвздошным гребнем слева, а грудные электроды устанавливаются в точках V_4 , V_5 , V_6 . В этих условиях может быть записана ЭКГ в I, II, aVF, V_4 , V_5 , V_6 отведениях, что дает практически всю информацию, которую получают с помощью 12 отведений, причем наиболее информативным при нагрузочных тестах является отведение V_5 (H. Blackburn, 1969). При использовании 12 отведений ЭКГ чувствительность теста составляет 76 %, а в отведении V_5 — 68 % (B. Chaitman с соавт., 1978). Дополнение его отведениями III, aVF позволяет регистрировать изменения, возникающие в задней стенке левого желудочка.

Таблица 6. Пересчет времени 30 уд. пульса в частоту сердечных сокращений в 1 мин

С	Уд/мин	С	Уд/мин	С	Уд/мин
22,0	82	17,3	104	12,6	143
21,9	82	17,2	105	12,5	144
21,8	83	17,1	105	12,4	145
21,7	83	17,0	106	12,3	146
21,6	83	16,9	107	12,2	148
21,5	84	16,8	107	12,1	149
21,4	84	16,7	108	12,0	150
21,3	85	16,6	108	11,9	151
21,2	85	16,5	109	11,8	153
21,1	85	16,4	110	11,7	154
21,0	86	16,3	110	11,6	155
20,9	86	16,2	111	11,5	157
20,8	87	16,1	112	11,4	158
20,7	87	16,0	113	11,3	159
20,6	87	15,9	113	11,2	161
20,5	88	15,8	114	11,1	162
20,4	88	15,7	115	11,0	164
20,3	89	15,6	115	10,9	165
20,2	89	15,5	116	10,8	167
20,1	90	15,4	117	10,7	168
20,0	90	15,3	118	10,6	170
19,9	90	15,2	118	10,5	171
19,8	91	15,1	119	10,4	173
19,7	91	15,0	120	10,3	175
19,6	92	14,9	121	10,2	176
19,5	92	14,8	122	10,1	178
19,4	93	14,7	122	10,0	180
19,3	93	14,6	123	9,9	182
19,2	94	14,5	124	9,8	184
19,1	94	14,4	125	9,7	186
19,0	95	14,3	126	9,6	188
18,9	95	14,2	127	9,5	189
18,8	96	14,1	128	9,4	191
18,7	96	14,0	129	9,3	194
18,6	97	13,9	129	9,2	196
18,5	97	13,8	130	9,1	198
18,4	98	13,7	131	9,0	200
18,3	98	13,6	132	8,9	202
18,2	99	13,5	133	8,8	205
18,1	99	13,4	134	8,7	207
18,0	100	13,3	135	8,6	209
17,9	101	13,2	136	8,5	212
17,8	101	13,1	137	8,4	214
17,7	102	13,0	138	8,3	217
17,6	102	12,9	140	8,2	220
17,5	103	12,8	141	8,1	222
17,4	103	12,7	142	8,0	225

Мы используем отведения по Нэбу. При этом отведение ante-ior фиксирует изменения, аналогичные возникающим в V₅, а dog-salis отражает состояние задней стенки левого желудочка.

Желателен, особенно у больных с сердечно-сосудистой патологией, постоянный электрокардиографический контроль во время исследования. Если же постоянная электрокардиография не проводится, то ЭКГ должна записываться в конце каждой минуты нагрузки.

После окончания теста в течение первых 5—6 мин восстановительного периода необходим ЭКГ-контроль, так как нередко именно в это время могут появиться патологические изменения (R. Abarquez с соавт., 1964).

Потребление кислорода — важнейший показатель функционального состояния организма при нагрузочном тесте. Потребление кислорода может быть определено методом открытой и закрытой циркуляции. Однако предпочтительнее пользоваться открытым методом. Для точности результатов исследования большое значение имеет строгое соблюдение методики забора выдыхаемого газа в мешки Дугласа и его анализа на содержание кислорода и углекислоты.

Существуют химические методы анализа газов по Haldane (J. Haldane и J. Priestley, 1935) и другие, основанные на учете объемов абсорбированного химическими веществами углекислого газа, а затем и кислорода в пробе выдыхаемого воздуха, а также ряд физических методов, основанных на учете теплопроводности в зависимости от газового состава, парамагнитном анализе содержания кислорода, инфракрасном анализе содержания углекислого газа и др.

Химические методы более точны, но трудоемки. К преимуществам физических методов относится простота исследования, а к недостаткам — высокая стоимость оборудования и необходимость регулярной калибровки приборов по стандартным газовым составам.

Объем газа зависит от его температуры и окружающего давления. При измерении объемов выдыхаемых газов следует учитывать также давление водяных паров, изменяющееся в зависимости от температуры.

Если выдохнуть в спирометр определенный объем воздуха, то, несмотря на одинаковое атмосферное давление в легких и спирометре при полном насыщении воздуха водяными парами, давление их в спирометре ниже из-за снижения температуры с 37 °С до комнатной.

Это требует приведения показателей потребления кислорода и выделения углекислоты к сопоставимым условиям с помощью поправок.

Газы, выдохнутые из легких, находятся в условиях, которые обозначают индексом АТРС, заимствованным из англо-американской номенклатуры (АТР — ambient temperature and pressure — окружающая температура и давление, S — saturated — полное насыщение водяными парами).

С помощью поправочных коэффициентов, взятых из таблиц, или специальных формул (М. Навратил с соавт., 1967, и др.) эти

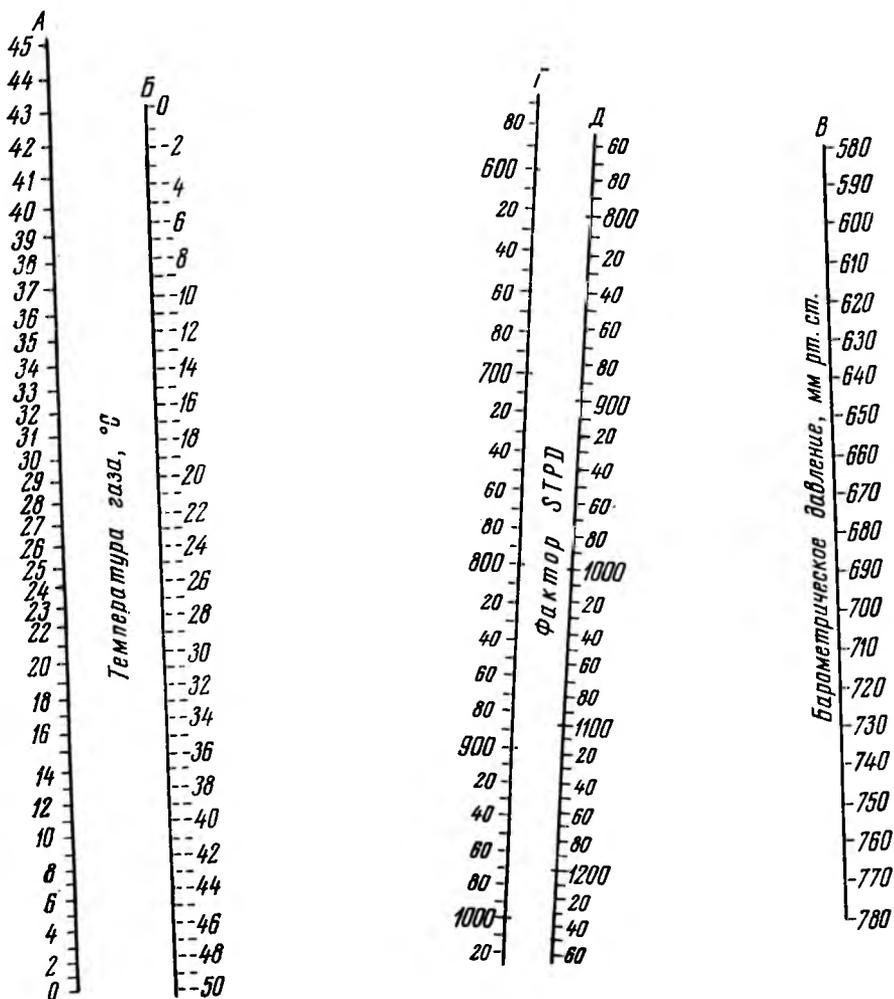


Рис. 9. Номограмма для перевода объема газа из условий ATPS в условия STPD (по G. Consolazio с соавт., 1983)

данные приводят к альвеолярным условиям — BTPS (BT — body temperature — температура тела 37 °C; P — pressure — окружающее атмосферное давление; S — saturated — полное насыщение водяными парами) или чаще — к стандартным физическим условиям — STPD (STP — standart temperature and pressure — стандартная температура 0 °C и давление 101 кПа, или 760 мм рт. ст.; D — dry — сухой газ). Клинические и экспериментальные данные, касающиеся газообмена, в литературе, как правило, приведены к стандартным условиям STPD.

Для приведения объема газов из условий ATPS в STPD можно пользоваться поправочным коэффициентом, определяемым по

номограмме С. Consolazio с соавторами (1963; рис. 9). При этом температура газа в градусах Цельсия отмечается по шкале А или В (плюсовая или минусовая температура соответственно), барометрическое давление — по шкале В. При соединении этих точек в месте их пересечения со шкалой Г (для плюсовой температуры) или шкалой D (для минусовой температуры) отсчитывается поправочный коэффициент STPD.

Например, температура выдохнутого газа в мешке Дугласа 22 °С, барометрическое давление — 99 кПа (745 мм рт. ст.). Соединив соответствующие точки на шкале А и В, в месте пересечения этой линии со шкалой Г отсчитываем поправочный коэффициент STPD, который в данном случае составляет 885. Таким образом, 1 л газа в данных условиях ATPS соответствует 0,885 л в стандартных условиях STPD.

Методики газового анализа подробно приведены в работе М. Навратила с соавторами (1967) и во многих руководствах по физиологии, поэтому основное внимание мы уделяем непрямым методам определения потребления кислорода при нагрузочных тестах, которым будет посвящен специальный раздел. Укажем лишь, что в своих исследованиях мы используем газоанализатор фирмы Mynhardt, который позволяет получить данные о минутном объеме и частоте дыхания. Он включает в себя прибор «Охусоп» для парамагнитного определения потребления кислорода и инфракрасный газоанализатор для определения выделения углекислого газа. Эти показатели автоматически приводятся к условиям STPD.

Первостепенное значение имеет создание оптимальных условий для дыхания во время нагрузочных тестов. Наш опыт показал неудобство применения масок, которые значительно затрудняют дыхание, увеличивают вредное пространство и утечку газа, а также ухудшают условия контакта с обследуемым во время теста. Поэтому целесообразнее использовать мундштуки с загубниками и носовыми зажимами.

Содержание молочной кислоты в крови нарастает параллельно увеличению мышечной работы и достигает уровня 7,8 ммоль/л при максимальных нагрузках у лиц, средне физически подготовленных.

У хорошо тренированных лиц при максимальных нагрузках содержание молочной кислоты в крови может повышаться до 11,1 ммоль/л.

У больных с сердечной патологией содержание молочной кислоты в крови значительно возрастает при относительно небольших нагрузках. Это обусловлено кислородным долгом, связанным с гипоксией тканей в результате ограниченных функциональных возможностей системы транспорта кислорода (И. В. Аулик, 1979; К. Donald с соавт., 1961).

В последнее время в связи с внедрением в практику эхокардиографических (ЭхоКГ) исследований появилась возможность значительного расширения информативности нагрузочных тестов. Так, в частности, применение ЭхоКГ при нагрузочном тесте позволяет глубже оценить функциональные резервы сердечно-сосудистой системы на основе исследования в покое и при нагрузке величин таких

важнейших показателей внутрисердечной гемодинамики, как конечно-систолический, конечно-диастолический, ударный, минутный объем сердца, фракция выброса и целый ряд других.

ВЫБОР НАГРУЗОК

Для субмаксимальных нагрузочных тестов могут быть использованы различные варианты нагрузок:

- 1) после разминки немедленное увеличение нагрузки до предполагаемого субмаксимального уровня для данного субъекта;
- 2) равномерная нагрузка на определенном уровне с увеличением при последующих исследованиях;
- 3) непрерывное или почти непрерывное возрастание нагрузки;
- 4) ступенчатое возрастание нагрузки;
- 5) ступенчатое возрастание нагрузки, чередующееся с периодами отдыха.

Графически эти варианты представлены на рис. 10. Наибольшее применение получил последний вариант. При нем менее велика опасность перегрузок и более благоприятны условия для сбора информации, хотя его проведение и требует значительно больших затрат времени. Первый, третий и четвертый варианты в основном используются при обследовании спортсменов, а второй — для сравнительной оценки переносимости определенной нагрузки каким-либо контингентом лиц.

В последнее время широко используются в клинической практике тесты с непрерывно или почти непрерывно возрастающей нагрузкой. Обнаружено сходство результатов этих исследований с данными при ступенчато возрастающих нагрузках, чередующихся с периодами отдыха.

Интенсивность нагрузки определяется в ваттах или килограммометрах в минуту.

По рекомендации ВОЗ¹ при обследовании здоровых лиц начальная нагрузка у женщин должна составлять 150 кгм/мин с последующим увеличением до 300—450—600 кгм/мин и т. д. У мужчин — 300 кгм/мин с последующим возрастанием до 600—900—1200 кгм/мин и т. д. Длительность каждого этапа нагрузки должна быть не менее 4 мин. Периоды отдыха между этапами нагрузки составляют 4—5 мин.

У больных с выраженной сердечной патологией (тяжелые врожденные и приобретенные пороки сердца, хроническая коронарная недостаточность) мы обычно начинаем тест с нагрузки 50—75 кгм/мин и постепенно увеличиваем ее на 50—100 кгм/мин, периоды отдыха между этапами нагрузки продлеваем до 8—10 мин.

Тест на тредмилле обычно начинается со скоростью 6 км/ч с последующим увеличением до 8 км/ч, 10 км/ч и т. д. Уклон движения увеличивается ступенчато по 2,5%. У больных с выраженной

¹ «Хроника ВОЗ», 1971, т. 25, № 8, с. 384.

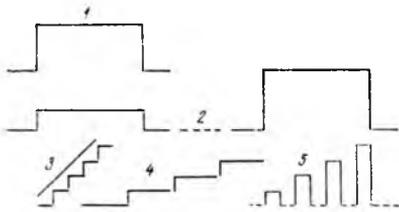


Рис. 10. Варианты субмаксимальных нагрузок:

1 — одноэтапная субмаксимальная нагрузка, 2 — равномерная нагрузка на определенном уровне с возрастанием при последующих исследованиях, 3 — непрерывное или почти непрерывное возрастание нагрузки, 4 — ступенчатое возрастание нагрузки, 5 — ступенчатое возрастание нагрузки, чередующееся с периодами отдыха

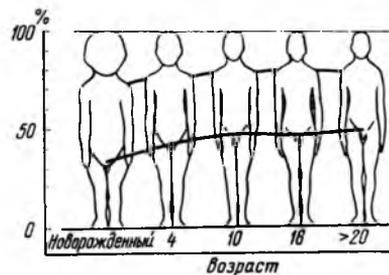


Рис. 11. Возрастные изменения пропорций тела (по Е. Amussen и Е. Christensen, 1967)

сердечно-сосудистой патологией, естественно, применяются меньшие скорости движения.

В настоящее время нагрузочные тесты находят все большее применение при обследовании детей и юношей. Эти исследования исключительно важны для установления строгого соответствия физического развития ребенка его возрастным нормам, выбора нагрузок при физическом воспитании детей и в спорте.

Как видно из диаграммы, приведенной на рис. 11, к 10-летнему возрасту пропорции тела ребенка уже в основном существенно не отличаются от пропорций взрослого. Это следует учитывать в нагрузочных тестах. Поэтому в возрасте до 10 лет нужно начинать с минимальных нагрузок (до 50 кгм/мин), а с 10 лет и старше — с учетом массы, но обычно, как рекомендует ВОЗ, — со 100—150 кгм/мин.

Градуировать нагрузки проще всего по шкале велоэргометра. При степ-тесте величина нагрузок определяется на основе расчета массы обследуемого, высоты ступенек и количества подъемов на них. При тесте с тредмиллом рассчитываются затраты энергии в зависимости от скорости движения и уклона.

Как известно, при нагрузках небольшой интенсивности значение эмоционального фактора и факторов внешней среды может превышать роль величины усилия (P. Astrand и K. Rodahl, 1970; L. Zohman и J. Tobis, 1970, и др.). По мере возрастания мощности нагрузок роль этих факторов уменьшается и частота сердечных сокращений определяется величиной мышечной работы.

Поэтому для получения точных данных о величине максимального потребления кислорода и физической работоспособности нужно проводить тест на достаточно высоком уровне нагрузки — желательно в пределах 75 % максимальной аэробной способности обследуемого ($\max \dot{V}O_2$). С другой стороны, не следует неоправданно завышать нагрузки.

Учитывая линейную зависимость между частотой пульса и величиной потребления кислорода по частоте сердечного ритма, мож-

Таблица 7. Приблизительная частота пульса (уд/мин) на различном уровне аэробной способности (по R. Shephard, 1969)

Аэробная способность, %	Возраст, лет									
	20—29		30—39		40—49		50—59		60—69	
	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.	Муж.	Жен.
40	115	122	115	120	115	117	111	113	110	112
60	141	148	138	143	136	138	131	134	127	130
75	161	167	156	160	152	154	145	145	140	142
100	195	198	187	189	178	179	170	171	162	163

но судить об уровне аэробной способности обследуемого во время нагрузочного теста и об уровне нагрузки для достижения, например, 75 % аэробной способности (табл. 7).

Используя данные табл. 7, можно установить, что для достижения субмаксимального уровня аэробной способности (75 %) мощность нагрузки следует довести, например, у женщин 25 лет до достижения частоты сердечных сокращений в пределах 167 в 1 мин, а у мужчин 40 лет — до 152 в 1 мин. Кроме того, зная частоту сердечных сокращений во время определенного этапа мощности нагрузок, по данным табл. 7 можно определить с учетом возраста и пола, на каком уровне аэробной способности в данный момент проводится тест. Наконец, таблица дает представление о максимальной частоте сердечных сокращений у лиц разного пола и возраста.

Должная максимальная частота сердечных сокращений для лиц разного возраста может быть ориентировочно определена и путем вычитания от 220 числа лет обследуемого. Например, для человека в возрасте 40 лет максимальная частота сердечных сокращений составляет $220 - 40 = 180$.

Среди субмаксимальных нагрузочных тестов наиболее распространено определение физической работоспособности по достижении частоты сердечных сокращений 170 в 1 мин. В этом тесте поэтапно увеличивается нагрузка до достижения частоты сердечных сокращений 170 в 1 мин. Данный уровень нагрузок (кгм/мин) и является показателем ФРС₁₇₀.

В старших возрастных группах, учитывая более низкий предел допустимого возрастания пульса (табл. 5, с. 39), а также у больных с выраженной сердечной патологией вместо теста ФРС₁₇₀ применяют тест ФРС₁₅₀ — определение физической работоспособности при достижении частоты пульса 150 в 1 мин (D. Turell и H. Hellerstein, 1958; L. Zohman и J. Tobis, 1970). Существуют и косвенные способы расчета величины ФРС₁₇₀ и ФРС₁₅₀ (В. Л. Карпман с соавт., 1969, и др.).

Тест со ступеньками является наиболее физиологичным, простым и доступным для лиц любого возраста и трудоспособности. Он не требует дорогостоящего оборудования, специальных навыков, интенсивность его легко регулируется скоростью подъема. Основным недостатком теста являются постоянные движения рук и головы, затрудняющие физиологические измерения. Однако имеются достаточные возможности для записи ЭКГ, контроля частоты сердечных сокращений и регистрации систолического артериального давления.

Обычно используется стандартная двойная ступенька (рис. 12). Высота каждой ступеньки — 23 см, ширина — не менее 50 см, глубина — 25 см. При обследовании лиц пожилого возраста и больных для большей устойчивости желательнее использовать лестницу с перилами.

Применяются и другие ступенчатые эргометры. Так, например, V. Gotheiner (1968) приспособливает высоту ступеньки к длине ноги обследуемого и пользуется набором ступенек разной высоты (рис. 13). При длине ноги до 90 см высота ступеньки 20 см, при 90—99 см — 30 см, при 100—109 см — 40 см, а при 110 см и выше — 50 см. Методику степ-теста мы описываем применительно к стандартной двойной ступеньке.

Перед началом теста пациенту объясняют методику его выполнения. Необходимо обратить особое внимание на то, что на верхней ступеньке обследуемый должен стоять выпрямившись и ставить обе пятки на пол после каждого спуска.

Скорость подъемов регулируется метрономом. Следует учесть, что каждый подъем на двойную ступеньку от начала упражнения до занятия исходного положения к следующему подъему (подъем, спуск, повороты) требует 6 шагов, т. е. соотношения подъемов и шагов 1 : 6. Поэтому, например, при необходимости 10 подъемов в 1 мин метроном устанавливается на 60 уд. Чтобы избежать головокружения, рекомендуется чередовать повороты перед нача-

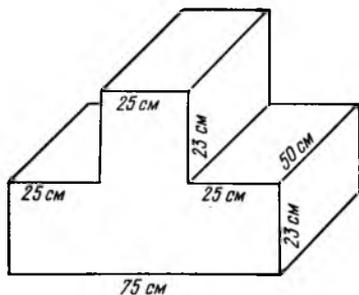


Рис. 12. Стандартная двойная ступенька

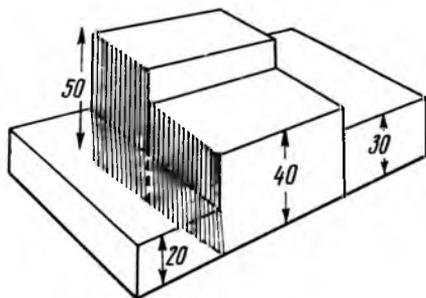


Рис. 13. Набор ступенек разной высоты Gottheiner

Таблица 8. Субмаксимальные нагрузки при степ-тесте и их оценка для лиц разного возраста, пола и массы

Масса, кг	Возраст. лет			
	20—29	30—39	40—49	50—59
Женщины. подъемы в 1 мин				
	(167)	(160)	(154)	(145)
36	16	16	14	10
41	17	16	14	10
45	17	17	14	10
50	17	17	15	10
54	17	17	15	10
59	18	17	15	10
63	18	17	15	10
68	18	18	15	10
72	18	18	15	10
77	18	18	15	10
81 и более	18	18	16	10
Мужчины: подъемы в 1 мин				
	(161)	(156)	(152)	(115)
50	20	18	16	13
54	20	19	16	13
59	20	19	16	13
63	21	19	17	13
68	21	19	17	13
72	21	19	17	13
77	21	19	17	14
81	21	19	17	14
86	21	19	17	14
91 и больше	21	20	17	14

Примечание. Над каждым столбцом в скобках указана частота сердечных сокращений (уд/мин), соответствующая результатам теста при средней физической способности мужчин или женщин данной возрастной группы (по R. Shephard, 1969).

лом очередного подъема попеременно по часовой и против часовой стрелки.

Начальный темп нагрузки и дальнейшее его увеличение зависят от физического состояния обследуемого. Обычно начальная скорость 8—10 подъемов на двойную ступеньку в 1 мин (соответственно 48—60 шагов) в течение 4 мин. Наиболее целесообразно постепенное возрастание нагрузки на 3—6 подъемов в 1 мин (F. Vaseh с соавт., 1966). Поэтому после интервалов для отдыха порядка 3—4 мин в зависимости от состояния обследуемого скорость подъемов постепенно возрастает у мужчин до 15, 20 двойных ступенек и более (90, 120 и т. д. шагов), а у женщин — до 12, 16 двойных ступенек (72, 90 шагов) в 1 мин.

Каждый этап нагрузки длится 4 мин. На последней минуте каждого периода учитываются физиологические показатели (частота сердечных сокращений, артериальное давление, ЭКГ).

Для определения субмаксимального нагрузочного уровня при тесте со ступеньками можно воспользоваться табл. 8, в которой указано количество подъемов на двойную ступеньку в 1 мин на протяжении 4 мин, соответствующее 75 % максимального потребления кислорода для лиц средней физической способности разного пола, массы и возраста. Естественно, к этому уровню нагрузки нужно подойти постепенно.

Для ориентировочной оценки результатов теста можно использовать табл. 8. Над каждым столбцом в скобках указана частота сердечных сокращений (уд/мин), соответствующая средней физической способности женщин и мужчин данной возрастной группы. Если частота пульса обследуемого при указанной для него нагрузке будет отличаться менее чем на 10 в 1 мин от приведенной в скобках величины, то физическое состояние его можно считать удовлетворительным. В случаях, когда частота пульса ниже этой величины на 10 и более, физическая способность обследуемого выше средней, а если частота пульса на 10 в 1 мин и более выше этой величины, физическая способность низкая. Проиллюстрируем это несколькими примерами.

1. Мужчине 43 лет массой 76 кг для достижения субмаксимального уровня нагрузки, судя по табл. 8, нужно в течение нескольких этапов увеличения скорости достичь 17 подъемов на двойную ступеньку в 1 мин в течение 4 мин. При выполнении этой нагрузки на последней минуте теста частота сердечных сокращений составила 168 в 1 мин. По табл. 8, при средней физической способности частота пульса должна быть в пределах 152. В данном случае фактическая частота пульса более чем на 10 (на 16) в 1 мин выше и, следовательно, физическое состояние обследуемого нужно рассматривать как неудовлетворительное.

2. Женщина 32 лет массой 55 кг для достижения субмаксимального уровня степ-теста должна поэтапно достичь скорости 17 подъемов на двойную ступеньку в течение 4 мин. К моменту окончания теста частота сердечных сокращений у нее составила 150 в 1 мин. Таким образом, частота пульса оказалась на 17 в 1 мин ниже должной для среднего физического состояния (167 в 1 мин) и по результату можно говорить о хорошем физическом состоянии обследуемой.

3. Мужчина 22 лет массой 65 кг выполнил тест (21 подъем в 1 мин на двойную ступеньку в течение 4 мин). Частота пульса — 165 в 1 мин. Следовательно, физическое состояние его среднее, так как отклонение от средней частоты пульса для данных условий (161 в 1 мин) составляет только 4 в 1 мин.

Выполненная работа в единицу времени при степ-тесте может быть достаточно точно определена на основании массы тела обследуемого, высоты ступеньки и количества восхождений за данное время по формуле:

$$\dot{W} = BW \times H \times T \times 1,33,$$

где \dot{W} — нагрузка (в кгм/мин);

BW — масса тела (в кг);

H — высота ступеньки (в м);

T — количество подъема в 1 мин;

1,33 — поправочный коэффициент, учитывающий физические затраты на спуск с лестницы, которые составляют $\frac{1}{3}$ затрат на подъем.

Например, человек массой 50 кг совершил за 1 мин 15 подъемов на двойную ступеньку общей высотой 46 см. Таким образом, им выполнена нагрузка $90 \text{ кг} \times 0,46 \text{ м} \times 15 \times 1,33 = 828 \text{ кгм/мин}$, или 138 Вт. За 4 мин нагрузки такой интенсивности произведена работа в 3304 кгм, или 32 379 Дж.

Для определения максимального потребления кислорода прямым методом с помощью номограммы I. Ryhming (1953) предложена свой вариант степ-теста. Предусматривается определение частоты сердечных сокращений при преодолении 22 ступенек в 1 мин на протяжении 6 мин. Высота ступенек для мужчин — 40 см, для женщин — 33 см. Затем по номограмме Астранда — Риминг (1954) определяется максимальное потребление кислорода (подробно методику расчета см. с. 61).

Следует отметить, что, по нашим наблюдениям, тест Риминг пригоден лишь для обследования лиц, находящихся в удовлетворительном состоянии. Строгая стандартизация теста без возможности дозирования нагрузок в зависимости от состояния больного и его фактической аэробной способности исключает возможность широкого применения его при обследовании больных с выраженной сердечной патологией.

ТЕСТ НА ВЕЛОЭРГОМЕТРЕ

Существует много различных модификаций велоэргометров. Все они делятся на два типа — с механической и электрической тормозной системой.

В механических эргометрах нагрузка во время вращения педалей регулируется силой трения кожаного ремня, прижатого к наружной поверхности велосипедного колеса, или системой тормозных колодок. Выполняемая работа пропорциональна прилагаемой силе и числу оборотов колеса. Механические велоэргометры недороги, просты в эксплуатации, не требуют электроэнергии и обеспечивают получение достаточной физиологической информации при нагрузочных тестах.

В велоэргометрах с электрическим приводом различной силы торможение обеспечивается перемещением в электромагнитном поле проводника в виде металлической полосы на наружной части колеса. В более сложных системах используются динамомашинны.

Современные велоэргометры позволяют, наряду с увеличением нагрузки по мере ускорения вращения, работать в режиме постоянной нагрузки, не зависящей от скорости вращения педалей. Нагрузка может плавно или ступенчато изменяться; в некоторых моделях имеются устройства, программирующие сложные варианты теста. Один из таких эргометров, совмещенный с газоанализатором, показан на рис. 14.

Как правило, тест на велоэргометре проводится в положении сидя. При некоторых специальных условиях, особенно когда необходимо совместить нагрузочный тест с зондированием сердца или другими сложными инструментальными исследованиями, больной должен находиться в положении лежа (рис. 15). Для этого суще-



Рис. 14. Тест на велоэргометре с газоанализатором

ствуют специальные велоэргометры, а некоторые модели позволяют проводить исследование в положении сидя и лежа.

Велоэргометр — наиболее удобный прибор для проведения субмаксимальных нагрузочных тестов, так как он обеспечивает оптимальную возможность получения точных физиологических данных для оценки функционального состояния человека, его физической способности. Тест на велоэргометре не представляет особых трудностей для испытуемого, методика его хорошо разработана, и накоплен наибольший опыт учета и трактовки данных, полученных в результате обследования.

Недостатки теста: чувство неудобства от длительного сидения в седле, появление усталости и боли в четырехглавых мышцах, на которые ложится основная нагрузка.

Перед началом исследования пациенту разъясняется методика теста. Некоторая сложность возникает при проведении теста в положении лежа, так как вращение педалей в этих условиях требует определенного навыка.

Высота седла устанавливается на таком уровне, чтобы в нижнем положении педали нога была полностью выпрямлена в коленном суставе. Если обследуемый лежит, его нужно прикрепить к лежаку плечевыми ремнями, а ступни его ног — ремнями к педалям.

Скорость вращения педалей — обычно 60 об/мин. Нужно следить за тем, чтобы обследуемый не приподнимался в седле.

В литературе имеются указания (Р. Eskerthmann и Н. Millahn, 1967), что при скорости вращения педалей в пределах 40—50 об. в 1 мин коэффициент полезного действия работы самый высокий,

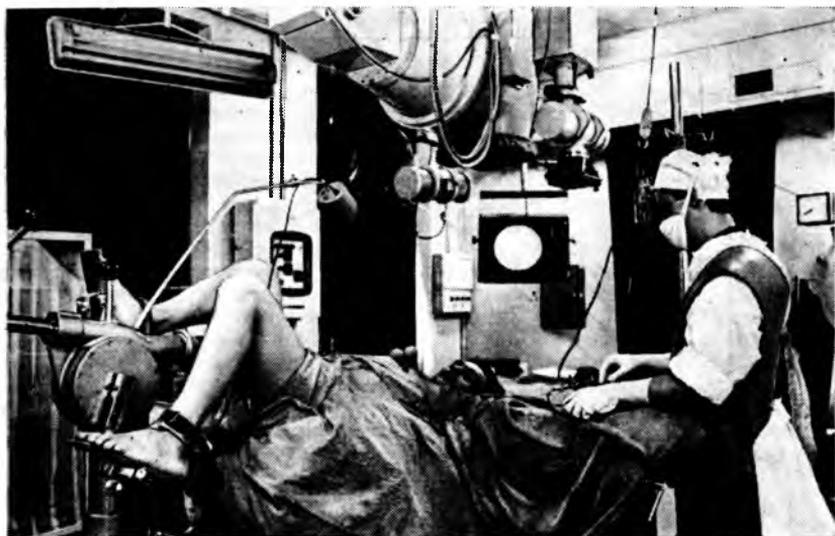


Рис. 15. Тест на велоэргометре в положении лежа во время зондирования сердца

а потребление кислорода и частота сердечных сокращений при той же нагрузке относительно более низкие.

Перед началом исследования желательна 2—3-минутная разминка при минимальной нагрузке (порядка 50 кгм/мин) со скоростью вращения педалей 60 об/мин для здоровых и почти без нагрузки — для больных с выраженной сердечной патологией.

Тест должен начинаться с нагрузки небольшой интенсивности, затем через равные промежутки отдыха (4—5 мин) она ступенчато увеличивается до достижения определенного уровня. Обычно продолжительность каждого периода упражнения — не менее 5 мин до стабилизации частоты сердечных сокращений и других показателей гемодинамики.

Во время исследования необходим постоянный клинический контроль. Регистрируются показатели частоты пульса. Желательно непрерывное электрокардиографическое наблюдение. На последней минуте каждого этапа нагрузки физиологические показатели фиксируют на карте. Работу, выполненную на каждом этапе нагрузки, суммируют.

Субмаксимальный уровень нагрузок зависит от физической подготовленности человека, его возраста, пола, массы. Уже говорилось, что ВОЗ рекомендует при обследовании здоровых контингентов начальные нагрузки для детей и женщин 150 кгм/мин, для мужчин — 300 кгм/мин с последующим ступенчатым возрастанием на 150—300 кгм/мин. При обследовании больных с сердечно-сосудистой патологией начальные нагрузки ниже — 50—100 кгм/мин. Темп увеличения нагрузки более постепенный, интервалы отдыха больше.

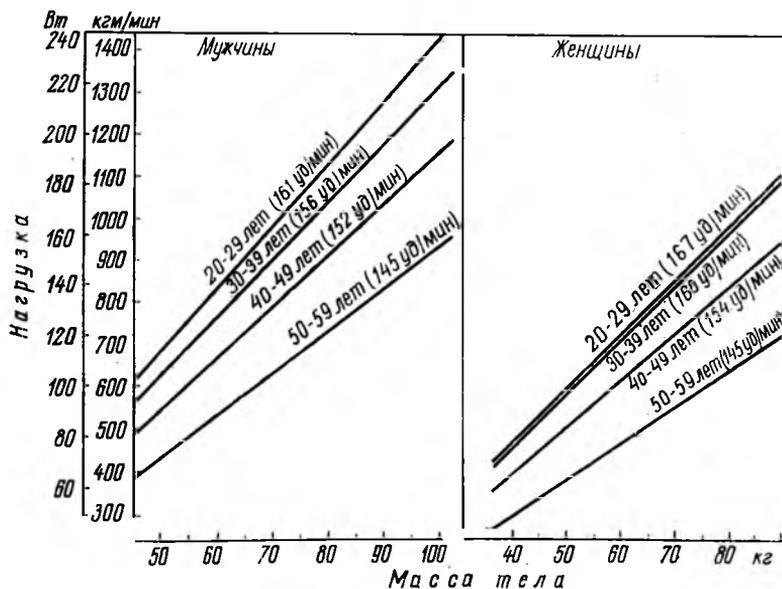


Рис. 16. Субмаксимальный уровень нагрузки и ориентировочная оценка результатов теста на велоэргометре у лиц разного пола и массы (по R. Shephard, 1969)

Недопустима жесткая стандартизация нагрузок. В каждом случае нужно учитывать индивидуальные реакции, частоту сердечных сокращений и другие проявления переносимости нагрузки (ЭКГ, АД и пр.).

Для определения субмаксимального нагрузочного уровня, соответствующего 75 % максимального потребления кислорода, при тесте на велоэргометре с учетом массы, возраста и пола обследуемого можно использовать график R. Shephard (1969; рис. 16).

На графике на оси абсцисс указана масса обследуемого, а на оси ординат — нагрузка (в кгм/мин и Вт). Для определения субмаксимального нагрузочного уровня в разделе соответствующего пола на уровне массы обследуемого возводится вертикаль до пересечения с линией соответствующего возраста. Из этой точки проводится горизонтальная линия на ось ординат и определяется величина субмаксимальной нагрузки для данного лица.

График дает возможность и ориентировочной оценки результатов теста. На линии каждой из возрастных групп мужчин и женщин приводится в скобках частота сердечных сокращений (уд/мин), соответствующая средней физической способности. Если частота сердечных сокращений обследуемого при данном субмаксимальном уровне нагрузки ниже на 10 в 1 мин и более, чем предполагалось, то его физическая подготовленность выше средней. Если же частота сердечных сокращений на 10 в 1 мин и более выше предполагаемой, то физическая подготовленность обследуе-

мого низкая. Это можно проиллюстрировать несколькими примерами.

1. Для мужчины 45 лет, массой 68 кг, субмаксимальный уровень нагрузки при тесте на велоэргометре составит по графику 125 Вт (750 кгм/мин). поэтапно тест доведен до нужного уровня нагрузки, и на 5-й минуте упражнения частота сердечных сокращений оказалась 138 в 1 мин. Следовательно, физическое состояние обследованного хорошее, так как фактический сердечный ритм более чем на 10 в 1 мин (14 в 1 мин) меньше должного для человека средней физической подготовленности этого пола, возраста и массы.

2. Для женщины 25 лет, массой 75 кг, по графику субмаксимальный уровень нагрузки на велоэргометре составляет 850 кгм/мин. При поэтапном увеличении нагрузки на уровне 600 кгм/мин частота сердечных сокращений возросла до 170 в 1 мин. Таким образом, был достигнут максимально допустимый уровень нагрузки (см. табл. 5, с. 39), который оказался на 150 кгм/мин ниже должного для женщины такой массы и возраста при среднем физическом состоянии. Следовательно, физическое состояние обследуемой нужно рассматривать как неудовлетворительное.

3. Женщина 46 лет, массой 63 кг, для достижения 75 % уровня аэробной способности должна выполнить нагрузку на велоэргометре в 625 кгм/мин. При поэтапном достижении этого уровня нагрузки на 5-й минуте теста частота сердечных сокращений у нее оказалась 160 в 1 мин. Учитывая, что расхождение со средними показателями для ее данных (154 в 1 мин) составило лишь 6 в 1 мин, физическое состояние обследуемой следует рассматривать как удовлетворительное.

4. Мужчина 55 лет, массой 85 кг, для достижения субмаксимального уровня должен постепенно достичь нагрузки на велоэргометре 750 кгм/мин. Однако при нагрузке в 300 кгм/мин на электрокардиограмме отмечена депрессия сегмента ST на 0,2 мВ, что свидетельствует о необходимости прекращения теста из-за возникновения признаков коронарной недостаточности (см. с. 40). Таким образом, физическое состояние больного неудовлетворительное, так как его предельная нагрузка значительно ниже должной субмаксимальной из-за ограниченной коронарной способности.

Методика непрямого определения максимального потребления кислорода и других показателей физического состояния на основе теста на велоэргометре будет приведена в специальном разделе.

ТЕСТ НА ТРЕДМИЛЛЕ (ТРЕДБАНЕ)

Тредмилл (тредбан) — устройство, позволяющее воспроизводить условия ходьбы или бега с определенной скоростью и определенным уклоном (рис. 17). Основой прибора является лента, которая приводится в движение с различной скоростью электромотором. Скорость движения ленты, а следовательно и обследуемого, измеряется в м/с или км/ч.

Ленте можно придавать определенный уклон. Величина уклона определяется в процентах как единица подъема ленты на 100 горизонтальных единиц. Например, при подъеме одного конца ленты длиной 100 см на 5 см величина подъема равна 5 %.

Тредмилл снабжен поручнями и кнопкой экстренной остановки. Ремень должен быть достаточной ширины, чтобы обследуемый не спотыкался при ходьбе и беге, и в то же время не очень широкий, чтобы можно было, ухватившись за перила, легко соскочить на боковую площадку при утомлении. Кроме того, тредмилл снабжен

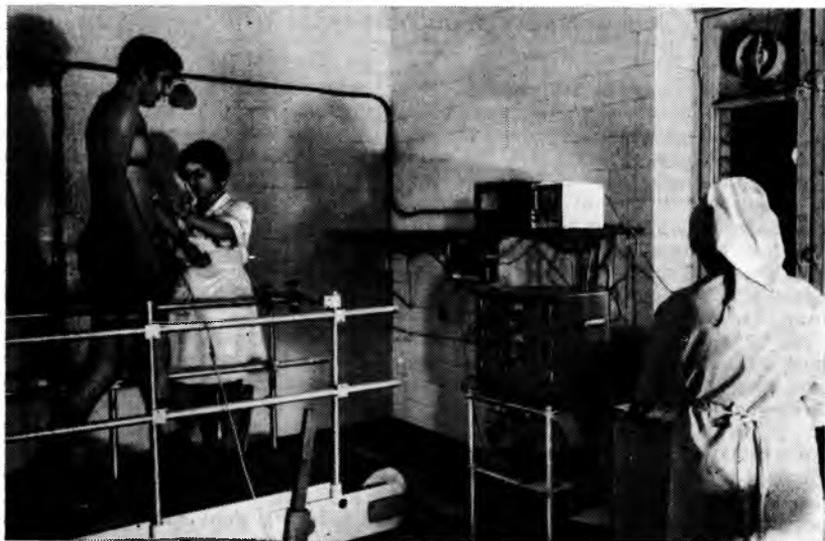


Рис. 17. Тест на тредмилле

спидометром, измерителем уклона и рядом регулирующих устройств.

Хотя ходьба и бег не требуют специальных навыков, выполнение этих упражнений на тредмилле может вызвать у обследуемого чувство беспокойства из-за навязанной скорости движения.

Перед началом теста пациент, взявшись руками за перила и широко расставив ноги, становится на боковые площадки вокруг ленты. Затем по сигналу вскакивает на движущуюся ленту. Когда движения пациента синхронизируются с движением ленты и появляется устойчивость, он отпускает поручни. Регулярность и контроль над основными клиническими и физиологическими показателями такие же, как при субмаксимальных степ-тесте и тесте на велоэргометре.

При окончании исследования следует проявить определенную осторожность, так как в восстановительный период возможны кратковременная потеря координации, головокружение, предобморочное состояние.

Существуют различные варианты дозирования нагрузок на тредмилле — от имитации медленной ходьбы по горизонтальной плоскости до бега с большой скоростью и крутыми уклонами.

ВОЗ рекомендует (К. Andersen с соавт., 1971) два варианта нагрузок:

1) *горизонтальный уровень ленты с возрастающей скоростью* от 6 км/ч до 8 км/ч и т. д.;

2) *постоянная скорость со ступенчатым возрастанием уклона* по 2,5 %, причем в этом случае возможны два варианта: ходьба со скоростью 5 км/ч и бег со скоростью 10 км/ч.

Второй вариант нагрузки с постоянной скоростью и возрастающим уклоном каждые 3—4 мин Р. Astrand и К. Rodahl (1970) считают предпочтительным при обследовании здоровых контингентов.

У больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, естественно, начальные скорости движения меньше, нарастают они медленнее, причем тест, как правило, производится на горизонтальном уровне, так как нагрузки с уклоном наиболее истощающие (Н. Taylor с соавт., 1955).

Помимо определения прямым способом, сейчас уже существует ряд номограмм и формул для расчета потребления кислорода при тесте на тредмилле с точностью до 10—15 %.

Тест с использованием тредмилла по сравнению с другими тестами имеет как преимущества, так и недостатки. К преимуществам относится то, что интенсивность нагрузки не зависит от пациента и она легко регулируется скоростью движения и уклоном ленты. Тест воспроизводит привычную деятельность человека, и информативная ценность его выше. Он предпочтительнее при обследовании детей. Недостатки теста: большая стоимость тредмилла, относительно большие трудности по сравнению с велоэргометром в получении ЭКГ-данных, невозможность сочетания теста с такими исследованиями, как зондирование сердца. Кроме того, нагрузка в значительной степени определяется массой обследуемого, что затрудняет сравнение результатов в длительной динамике.

В заключение следует еще раз подчеркнуть преимущества степ-теста. К ним относятся простота выполнения, небольшая стоимость оборудования, возможность проведения исследования в помещении небольшой площади, легкость транспортировки эргометра, удовлетворительные возможности получения необходимой информации о функциональном состоянии организма.

Наши наблюдения свидетельствуют о достаточной сравнимости результатов степ-теста с данными велоэргометрии. У 37 больных с приобретенными пороками сердца ФРС₁₇₀ определялось на степ-тесте и велоэргометре. Расхождения не превышали 17 %, причем показатели степ-теста отклонялись от велоэргометрических в сторону как увеличения, так и уменьшения.

На совпадение данных о толерантности к физической нагрузке больных с коронарной недостаточностью при степ-тесте и тесте на велоэргометре указывают Д. М. Аронов и А. А. Дмитриевская (1971).

В результате сравнительных исследований, проведенных в Торонто группой физиологов по труду ВОЗ, отмечено значительное совпадение результатов различных тестов при идентичной нагрузке. Так, у обследованных молодых здоровых мужчин максимальное потребление кислорода составило при степ-тесте $3,68 \pm 0,73$, при тесте на велоэргометре — $3,56 \pm 0,71$, на тредмилле — $3,81 \pm 0,76$ л/мин, частота сердечных сокращений соответственно — 188 ± 6 , 187 ± 9 и 190 ± 5 в 1 мин, а содержание молочной кислоты в крови $11,66 \pm 2,9$, $12,43 \pm 1,7$, $13,54 \pm 2,3$ ммоль/л (R. Shephard, 1968).

Аналогичные результаты сравнительных исследований были получены P. Astrand и B. Saltin (1961), R. Glossford с соавторами (1965), C. Wyndham с соавторами (1966) и др.

По данным N. Fortin и J. Weiss (1977), максимальное потребление кислорода при тестировании на тредмилле приблизительно на 10 % выше, чем при обследовании на велоэргометре.

Следует особо подчеркнуть, что, когда сравниваются результаты различных тестов, для получения сопоставимых данных должны вводиться поправочные коэффициенты, отражающие особенности выполнения нагрузок при каждом из них. В частности, при степ-тесте должны учитываться и физические усилия, затрачиваемые на спуск со ступенек, которые составляют примерно $\frac{1}{3}$ энергетических затрат на подъем. В расчеты должен быть введен поправочный коэффициент 1,33.

W. Gotheiner (1968) подчеркивает особые преимущества степ-теста по сравнению с другими видами субмаксимальных нагрузочных тестов при обследовании больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и считает, что этот метод наиболее физиологичен и лучше выявляет функциональные возможности миокарда.

Таким образом, многочисленные исследования свидетельствуют о больших возможностях, которые открывает использование тестов со ступеньками, велоэргометром и тредмиллом при определении функциональных резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем, физического состояния организма в целом. Каждый из этих тестов имеет свои преимущества и недостатки, однако возможности их вполне сравнимы. При использовании наиболее простого и доступного степ-теста можно получить вполне достаточную физиологическую и клиническую информацию.

Наша промышленность выпускает все больше различных велоэргометров, и в настоящее время имеются достаточные возможности для широкого внедрения этих нагрузочных тестов в клиническую практику. Это создает условия для качественно нового подхода к оценке функционального состояния организма в лечебно-профилактических учреждениях и ВТЭК.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

При строгом соблюдении методик, изложенных в предыдущей главе, нагрузочные тесты дают возможность получить точную информацию о функциональном состоянии организма человека на основе таких ведущих физиологических показателей, как *максимальное потребление кислорода и физическая работоспособность*, без прямого их определения.

Кроме того, *электрокардиографические исследования* во время нагрузочных тестов не только обеспечивают их безопасность, но и являются очень ценными для прогнозирования, выявления скрытых форм коронарной недостаточности, определения «коронарной способности». Сегодня уже недопустимо отклонение диагноза хронической коронарной недостаточности в сомнительных случаях на основе электрокардиограммы, снятой только в покое. Оценка изменений электрокардиограммы во время нагрузочных тестов имеет не меньшее, а порой и большее значение, чем получение данных об аэробной способности человека.

НЕПРЯМЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НА ОСНОВЕ СУБМАКСИМАЛЬНЫХ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Предложен ряд непрямых методов определения максимального потребления кислорода и физической работоспособности, которые, хотя и менее точны, чем непосредственные, но с известными оговорками удовлетворяют требованиям практики.

НОМОГРАММА АСТРАНДА — РИМИНГ

Для непрямого определения максимального потребления кислорода на основе субмаксимальных степ-теста и теста на велоэргометре можно использовать номограмму Астранда — Риминг (1954), основанную на линейной зависимости между частотой пульса при определенном уровне нагрузки и величиной потребления кислорода (рис. 18). Та же номограмма, пересчитанная для определения максимального потребления кислорода на основе субмаксимального нагрузочного теста на велоэргометре, представлена в табл. 9.

Частота сердечных сокращений при одном и том же уровне нагрузки зависит от пола и возраста. Как уже указывалось, при

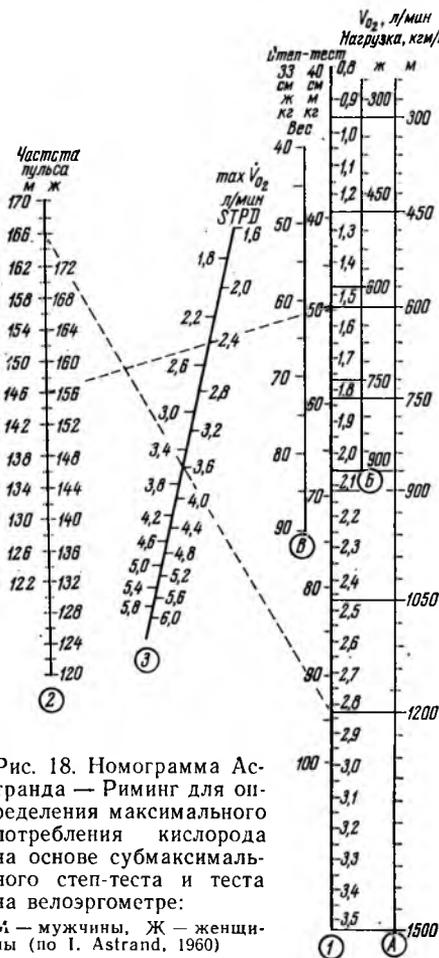


Рис. 18. Номограмма Астранда — Риминг для определения максимального потребления кислорода на основе субмаксимального степ-теста и теста на велоэргометре:
 М — мужчины, Ж — женщины (по I. Astrand, 1960)

одинаковом физическом усилении частота сердечных сокращений у женщин большая, чем у мужчин. С возрастом, как известно, максимальная частота сердечных сокращений уменьшается. При выполнении одной и той же нагрузки у 35-летнего и 60-летнего человека частота пульса может быть одинаковой (например, 160 в 1 мин). Однако для 60-летнего эта величина пульса, а следовательно, и максимальное потребление кислорода у него составит 2 л/мин, а для 35-летнего с максимальной частотой пульса 190 в 1 мин данная нагрузка лишь субмаксимальная, и максимальное потребление кислорода у него может быть около 3 л/мин.

Учитывая возрастные особенности, I. Astrand (1960) внесла возрастные поправочные коэффициенты, на которые должна быть умножена величина максимального потребления кислорода, определенная по номограмме. Возрастные коэффициенты приведены в табл. 10.

С учетом коррекции номограмма Астранда — Риминг дает отклонения от данных прямого определения максимального потребления кислорода, не превышающие 10—15 % (P. Astrand и K. Rodahl, 1970).

Для определения максимального потребления кислорода по номограмме Астранда — Риминг на основе степ-теста необходимо учесть частоту сердечных сокращений на последней минуте стандартного теста Риминг с 22 подъемами в 1 мин в течение 6 мин (высота ступеньки для мужчин 40 см, для женщин — 33 см).

Масса тела женщин отмечается на шкале «степ-тест», градуированной до 90 кг (шкала В). На этом уровне проводится горизонтальная линия вправо на шкалу V_{O_2} (шкала 1). Величина массы тела мужчин откладывается непосредственно на шкале 1, левая ее часть градуирована до 100 кг. Затем отмеченная точка на шкале 1 соединяется прямой линией с точкой на шкале частоты

сердечных сокращений (шкала 2), которая соответствует частоте сердечных сокращений на последней минуте теста с учетом пола. В месте пересечения линии со шкалой $\text{тах } \text{V}_{\text{O}_2}$ (шкала 3) отсчитывается максимальное потребление кислорода (л/мин), которое затем умножается на возрастной поправочный коэффициент (табл. 10).

В результате получают величину максимального потребления кислорода у обследуемого.

Для определения максимального потребления кислорода при тесте на велоэргометре учитывают величину нагрузки (кгм/мин) на субмаксимальном уровне и частоту сердечных сокращений во время нее. На шкале нагрузки номограммы Астранда — Риминг отмечают уровень этой субмаксимальной нагрузки с учетом пола. Для мужчин — это крайняя правая шкала А, градуированная до

Таблица 9. Определение максимального потребления кислорода по частоте сердечных сокращений при нагрузках на велоэргометре у мужчин и женщин

Мужчины										
Частота сердечных сокращений	Максимальное потребление кислорода, л/мин					Частота сердечных сокращений	Максимальное потребление кислорода, л/мин			
	300 кгм/мин	600 кгм/мин	900 кгм/мин	1200 кгм/мин	1500 кгм/мин		600 кгм/мин	900 кгм/мин	1200 кгм/мин	1500 кгм/мин
120	2,2	3,5	4,8	—	—	148	2,4	3,2	4,3	5,4
121	2,2	3,4	4,7	—	—	149	2,3	3,2	4,3	5,4
122	2,2	3,4	4,6	—	—	150	2,3	3,2	4,2	5,3
123	2,1	3,4	4,6	—	—	151	2,3	3,1	4,2	5,2
124	2,1	3,3	4,5	6,0	—	152	2,3	3,1	4,1	5,2
125	2,0	3,2	4,4	5,9	—	153	2,2	3,0	4,1	5,1
126	2,0	3,2	4,4	5,8	—	154	2,2	3,0	4,0	5,1
127	2,0	3,1	4,3	5,7	—	155	2,2	3,0	4,0	5,0
128	2,0	3,1	4,2	5,6	—	156	2,2	2,9	4,0	5,0
129	1,9	3,0	4,2	5,6	—	157	2,1	2,9	3,9	4,9
130	1,9	3,0	4,1	5,5	—	158	2,1	2,9	3,9	4,9
131	1,9	2,9	4,0	5,4	—	159	2,1	2,8	3,8	4,8
132	1,8	2,9	4,0	5,3	—	160	2,1	2,8	3,8	4,8
133	1,8	2,8	3,9	5,3	—	161	2,0	2,8	3,7	4,7
134	1,8	2,8	3,9	5,2	—	162	2,0	2,8	3,7	4,6
135	1,7	2,8	3,8	5,1	—	163	2,0	2,8	3,7	4,6
136	1,7	2,7	3,8	5,0	—	164	2,0	2,7	3,6	4,5
137	1,7	2,7	3,7	5,0	—	165	2,0	2,7	3,6	4,5
138	1,6	2,7	3,7	4,9	—	166	1,9	2,7	3,6	4,5
139	1,6	2,6	3,6	4,8	—	167	1,9	2,6	3,5	4,4
140	1,6	2,6	3,6	4,8	6,0	168	1,9	2,6	3,5	4,4
141	—	2,6	3,5	4,7	5,9	169	1,9	2,6	3,5	4,3
142	—	2,5	3,5	4,6	5,8	170	1,8	2,6	3,4	4,3
143	—	2,5	3,4	4,6	5,7	—	—	—	—	—
144	—	2,5	3,4	4,5	5,7	—	—	—	—	—
145	—	2,4	3,4	4,5	5,6	—	—	—	—	—
146	—	2,4	3,3	4,4	5,6	—	—	—	—	—
147	—	2,4	3,3	4,4	5,5	—	—	—	—	—

Женщины											
Частота сердеч- ных сок- ращений	Максимальное потребление кисло- рода, л/мин					Частота сердеч- ных сок- ращений	Максимальное потребление кислорода, л/мин				
	300 кгм/мин	450 кгм/мин	600 кгм/мин	750 кгм/мин	900 кгм/мин		300 кгм/мин	450 кгм/мин	600 кгм/мин	750 кгм/мин	900 кгм/мин
1:0	2,6	3,4	4,1	4,8	—	146	1,6	2,2	2,6	3,2	3,7
121	2,5	3,3	4,0	4,8	—	147	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
122	2,5	3,2	3,9	4,7	—	148	1,6	2,1	2,6	3,1	3,6
123	2,4	3,1	3,9	4,6	—	149	—	2,1	2,6	3,0	3,5
124	2,4	3,1	3,8	4,5	—	150	—	2,0	2,5	3,0	3,5
125	2,3	3,0	3,7	4,4	—	151	—	2,0	2,5	3,0	3,4
126	2,3	3,0	3,6	4,3	—	152	—	2,0	2,5	2,9	3,4
127	2,2	2,9	3,5	4,2	—	153	—	2,0	2,4	2,9	3,3
128	2,2	2,8	3,5	4,2	4,8	154	—	2,0	2,4	2,8	3,3
129	2,2	2,8	3,4	4,1	4,8	155	—	1,9	2,4	2,8	3,2
130	2,1	2,7	3,4	4,0	4,7	156	—	1,9	2,3	2,8	3,2
131	2,1	2,7	3,4	4,0	4,6	157	—	1,9	2,3	2,7	3,2
132	2,0	2,7	3,3	3,9	4,5	158	—	1,8	2,3	2,7	3,1
133	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	159	—	1,8	2,2	2,7	3,1
134	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	160	—	1,8	2,2	2,6	3,0
135	2,0	2,6	3,1	3,7	4,3	161	—	1,8	2,2	2,6	3,0
136	1,9	2,5	3,1	3,6	4,2	162	—	1,8	2,2	2,6	3,0
137	1,9	2,5	3,0	3,6	4,2	163	—	1,7	2,2	2,6	2,9
138	1,8	2,4	3,0	3,5	4,1	164	—	1,7	2,1	2,5	2,9
139	1,8	2,4	2,9	3,5	4,0	165	—	1,7	2,1	2,5	2,9
140	1,8	2,4	2,8	3,4	4,0	166	—	1,7	2,1	2,5	2,8
141	1,8	2,3	2,8	3,4	3,9	167	—	1,6	2,1	2,4	2,8
142	1,7	2,3	2,8	3,3	3,9	168	—	1,6	2,0	2,4	2,8
143	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	169	—	1,6	2,0	2,4	2,8
144	1,7	2,2	2,7	3,2	3,8	170	—	1,6	2,0	2,4	2,7
145	1,6	2,2	2,7	3,2	3,7	—	—	—	—	—	—

Примечание. Данные таблицы должны быть скорректированы по возрасту — см. табл. 10 (по I. Astrand, 1960).

1500 кгм/мин, для женщин — более короткая вторая справа шкала *В*, градуированная до 900 кгм/мин. Из точки отметки нагрузки проводится горизонтальная линия влево на шкале $\dot{V}O_2$ (шкала *1*). Для упрощения горизонтальные линии, соединяющие эти две шкалы, уже нанесены на номограмму на уровне наиболее распространенных нагрузок для мужчин и женщин с интервалом 150 кгм/мин. Далее эта точка на шкале *1* соединяется с прямой линией с точкой на шкале *2*, соответствующей частоте сердечных сокращений при данной нагрузке с учетом пола. В месте пересечения линии со шкалой *3* отсчитывается величина максимального потребления кислорода (л/мин), которая умножается на поправочный возрастной коэффициент. Полученные данные максимального потребления кислорода для стандартизации целесообразно отнести к массе тела (мл/мин/кг).

Естественно, точность показателей максимального потребления кислорода, определенных по номограмме на основе теста на велоэргометре, возрастает по мере увеличения нагрузки. Поэтому нагрузки должны быть на субмаксимальном уровне — в пределах 75 % максимальной аэробной способности.

Рассмотрим несколько конкретных примеров использования номограммы Астранда — Риминг для определения максимального потребления кислорода по результатам субмаксимальных нагрузочных тестов.

Степ-тест. 1. У мужчины 45 лет, массой 75 кг, при выполнении стандартного 6-минутного степ-теста частота сердечных сокращений составила 150 в 1 мин. На шкале массы мужчин, совмещенной со шкалой потребления кислорода (шкала 1), отмечается точка 75 кг, которая соединяется прямой линией с точкой 150 для мужчин на шкале 2. В месте пересечения этой линии со шкалой 3 отсчитывается величина максимального потребления кислорода, составляющая 3,4 л/мин. Затем она умножается на поправочный коэффициент для возраста 45 лет (табл. 10): $3,4 \times 0,78 = 2,65$ л/мин. Таким образом, величина максимального потребления кислорода для обследуемого составляет 2,65 л/мин, а в пересчете на 1 кг массы — 35,3 мл/мин/кг.

2. У женщины 35 лет, массой 66 кг, при выполнении 6-минутного степ-теста частота пульса возросла до 162 в 1 мин. На шкале степ-теста отмечается масса обследуемой. Эта точка соединяется горизонтальной линией со шкалой 1 (отметка 1,65). Затем отмеченная точка на шкале 1 соединяется прямой линией с отметкой 162 в 1 мин для женщин на шкале 2 и в месте пересечения этой линии со шкалой 3 отсчитывается величина максимального потребления кислорода — 2,4 л/мин. Этот показатель умножается на возрастной поправочный коэффициент ($2,4 \times 0,87$), и определяется величина максимального потребления кислорода обследуемой, составившая 2,08 л/мин, или 31,61 мл/мин/кг.

Тест на велоэргометре. 1. Мужчина 35 лет выполнил на велоэргометре нагрузку 1200 кгм/мин. При этом частота пульса у него достигла 166 в 1 мин. Отметка 1200 кгм/мин на шкале нагрузки для мужчин (шкала А) соединяется горизонтальной линией со шкалой 1, а затем эта точка соединяется с отметкой 166 для мужчин на шкале 2, как показано пунктирной линией на рис. 18. Эта линия пересекает шкалу 3 на отметке 3,6 л/мин. Полученная величина умножается на возрастной поправочный коэффициент ($3,6 \text{ л/мин} \times 0,87$) и определяется максимальное потребление кислорода, которое в данном случае составляет 3,13 л/мин.

2. Женщина 20 лет после ряда ступенчатых возрастных нагрузок выполнила на велоэргометре нагрузку 625 кгм/мин. Частота пульса у нее достигла 156 в 1 мин. Отметка 625 кгм/мин на шкале нагрузки для женщин (шкала Б) соединяется горизонтальной линией со шкалой 1. Эта точка соединяется с отметкой 156 для женщин на шкале 2, как показано пунктирной линией на рис. 18. В месте пересечения линии со шкалой 3 отсчитывается показатель — 2,4 л/мин. Это и есть величина максимального потребления кислорода, так как в возрасте 20 лет возрастная поправка не требуется (коэффициент 1,0 по табл. 10).

3. Мужчина 35 лет при тесте на велоэргометре достиг нагрузки 900 кгм/мин. Частота сердечных сокращений составила 156 в 1 мин. По табл. 9 (с. 63) определяется максимальное потребление кислорода, которое равно 4 л/мин. При умножении на возрастной поправочный коэффициент (0,87) определяется величина максимального потребления кислорода 3,48 л/мин.

Таблица 10. *Возрастные поправочные коэффициенты к величинам максимального потребления кислорода по номограмме Астранда—Риминг (I. Astrand, 1960)*

Возраст, лет	Поправочный коэффициент
15	1,1
25	1,00
35	0,87
40	0,83
45	0,78
50	0,75
55	0,71
60	0,68
65	0,65

Непрямой метод определения максимального потребления кислорода и максимальной работы, основанный на взаимосвязи этих показателей и их линейного соотношения с частотой сердечных сокращений, предложен также К. Andersen и E. Smith-Siversten (1966).

Для того используется специальный график (рис. 19). Учитывается частота сердечных сокращений в период устойчивого состояния для каждого из 3—4 этапов возрастающей субмаксимальной нагрузки.

Нагрузка должна быть в пределах 40—75 % максимального потребления кислорода, т. е. в диапазоне от 110 до 150—170 сердечных сокращений с учетом возраста.

На графике на уровне каждого из возрастающих этапов нагрузки отмечается частота пульса (не менее 3—4 отметок). Затем эти точки максимально приближенно соединяются прямой линией, которая экстраполируется на максимальную частоту сердечных сокращений с учетом возраста или на частоту сердечных сокращений 170. Таким образом, получают величины максимального потребления кислорода и максимальной работы или же величины максимального потребления кислорода и максимальной работы, отнесенные к частоте сердечных сокращений 170, 150 в 1 мин.

Например, как показано на рис. 19, при тесте на велоэргометре во время нагрузки 150 кгм/мин частота сердечных сокращений составила 105 в 1 мин, при 300 кгм/мин — 120 в 1 мин и при 600 кгм/мин — 140 в 1 мин.

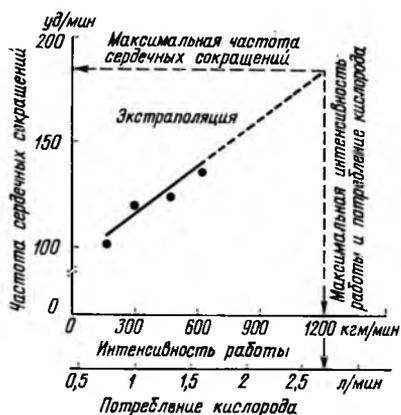


Рис. 19. График для непрямого определения максимальной работы и максимального потребления кислорода на основе субмаксимальных нагрузочных тестов (по К. Andersen и Smith-Siversten, 1966)

Четыре точки максимально приближенно соединены прямой, которая позволяет экстраполировать результаты исследования (пунктирная линия) на максимальную для данного возраста частоту сердечных сокращений или частоту сердечных сокращений 170 в 1 мин.

В приведенном примере экстраполяция нагрузок и потребления кислорода произведена на максимальную частоту сердечных сокращений 185 в 1 мин.

Максимальное потребление кислорода составило 2,7 л/мин, максимальная нагрузка — 1200 кгм/мин.

Недостатком метода является избыточная роль нижних точек на прямой, так как частота пульса при умеренных нагрузках подвержена значительному влиянию эмоциональных факторов и условий внешней среды.

НОМОГРАММА ШЕФАРДА ДЛЯ ОЦЕНКИ
ТЕСТА НА ТРЕДМИЛЛЕ

При проведении теста на тредмилле точно определить выполненную работу нельзя, поэтому необходимо найти зависимость между потреблением кислорода, скоростью движения на тредмилле и наклоном.

Эта зависимость нелинейная и сложная. Например, даже при ходьбе по горизонтальной плоскости со скоростью 3—6,5 км/ч энергетические затраты возрастают в линейной зависимости от скорости, а при скорости, превышающей 6,5 км/ч, энергетические затраты увеличиваются пропорционально квадрату скорости (Н. Мопад, 1973).

R. Shephard (1969) создал номограмму, которая позволяет определить общие кислородные затраты в расчете на 1 кг массы тела при различных скорости движения и уклоне на тредмилле (рис. 20).

На правой шкале номограммы отмечается скорость движения

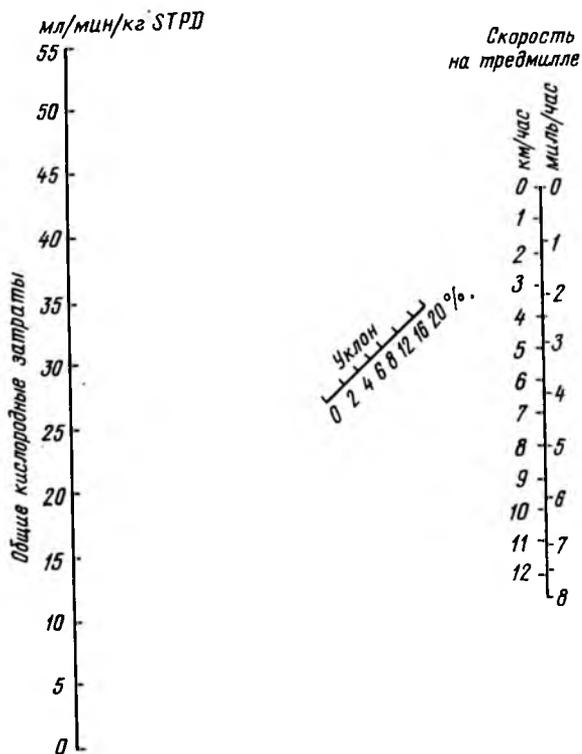


Рис. 20. Номограмма для определения общих кислородных затрат при тесте на тредмилле (по R. Shephard, 1969)

на тредмилле (в км/ч), а на средней шкале — угол наклона (в %). Эти две точки соединяются, и линия продолжается на левую шкалу, на которой получают данные об общих кислородных затратах организма (в мл/мин/кг).

Например, если обследуемый выдержал на тредмилле скорость 6 км/ч при уклоне 5 %, то общие кислородные затраты в этом случае составили 32 мл/мин/кг.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ
КИСЛОРОДА И ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТСПОСОБНОСТИ
ПО ФОРМУЛАМ

Для непрямого определения максимального потребления кислорода по частоте сердечных сокращений во время субмаксимальных нагрузок на велоэргометре W. von Döbeln, I. Astrand и A. Bergström (1967) предложили следующую формулу:

$$\max \dot{V}O_2 = 1,29 \sqrt{\frac{N}{f - 60}} \cdot e^{-0,00894T},$$

где N — нагрузка на велоэргометре (в кгм/мин);

f — частота сердечных сокращений на 6-й минуте этой нагрузки;

T — возраст обследуемого;

e — основание натурального логарифма (2,718...).

В последнее время все большее внимание привлекают функциональные тесты с определением физической работоспособности и величины потребления кислорода при частоте сердечных сокращений 170 в 1 мин. Тесты рекомендованы ВОЗ для широкого внедрения.

Выбор именно этого уровня нагрузки обусловлен линейной зависимостью между частотой сердечных сокращений и интенсивностью мышечной работы в пределах частоты сердечных сокращений до 170 в 1 мин (рис. 21). В указанных пределах зависимость удовлетворительно аппроксимируется линейным уравнением $f = 0,056N + 84$ (В. Л. Карпман с соавт., 1974). При более высоких нагрузках эта зависимость становится нелинейной и точность экстраполяции физической работоспособности по частоте сердечных сокращений на разных уровнях нагрузки уменьшается.

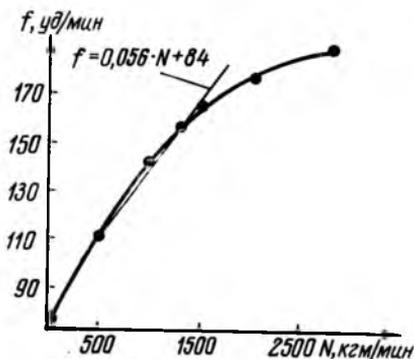


Рис. 21. Зависимость частоты сердечных сокращений (f) от мощности мышечной работы (по В. Л. Карпману с соавт., 1974)

Для непрямого определения физической работоспособности при частоте сердечных сокращений 170 в 1 мин на основе частоты сердечного ритма при двух нарастающих уровнях нагрузок В. Л. Карпман с соавторами (1969) предложили следующую формулу:

$$\Phi PC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \cdot \left(\frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right),$$

где N_1 — мощность первой нагрузки;

N_2 — мощность второй нагрузки;

f_1 — частота сердечных сокращений у обследуемого при первой нагрузке;

f_2 — тот же показатель при второй нагрузке.

Например, при тесте на велоэргометре во время нагрузки 300 кг/мин частота сердечных сокращений составила 120 в 1 мин, а при нагрузке 600 кг/мин — 145 в 1 мин. Подставив эти значения в формулу, можно установить, что ΦPC_{170} в данном случае составляет 1200 кгм/мин.

Аналогично ΦPC_{170} может быть определено и потребление кислорода при пульсе 170 в 1 мин, по данным двух измерений потребления кислорода, в процессе работы меньшей интенсивности. В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский и И. А. Гудков (1974) предлагают следующую формулу:

$$V_{O_{2(170)}} = \dot{V}_{O_{2(1)}} + [\dot{V}_{O_{2(2)}} - \dot{V}_{O_{2(1)}}] \cdot \left(\frac{170 - f_1}{f_2 - f_1} \right),$$

где $\dot{V}_{O_{2(1)}}$ — потребление кислорода при первой нагрузке;

$\dot{V}_{O_{2(2)}}$ — потребление кислорода при второй нагрузке;

f_1 и f_2 — частота пульса при первой и второй нагрузках.

Таким же образом можно определить ΦPC_{150} или $V_{O_{2(150)}}$, заменив в формуле 170 на 150.

На основе существующей отчетливой корреляционной зависимости между максимальным потреблением кислорода и физической работоспособностью В. Л. Карпман с соавторами (1969) также предложили не прямой метод определения максимального потребления кислорода, по данным ΦPC_{170} , по формуле:

$$\max \dot{V}_{O_2} = 1,7 \Phi PC_{170} + 1240,$$

где $\max \dot{V}_{O_2}$ — в мл/мин, а ΦPC_{170} — в кгм/мин.

Точность определения ΦPC_{170} и $V_{O_{2(170)}}$ путем экстраполяции по частоте сердечных сокращений при двух возрастающих нагрузках в большей степени определяется стандартизацией условий проведения теста. В первую очередь необходима достаточная разница между интенсивностью первой и второй нагрузок, а также достаточная длительность каждого этапа работы.

В. Л. Карпман с соавторами (1974) отмечают, что частота сердечных сокращений в конце первого этапа нагрузки должна достигать 100—120 в 1 мин, а в конце второго — 140—160 в 1 мин, причем разница должна быть не менее 40 в 1 мин. Продолжитель-

ность каждого этапа нагрузки для достижения устойчивого состояния — 5 мин, период отдыха между нагрузками 3—5 мин.

W. Gottheiner (1961) на основании обследования свыше 500 лиц с различным физическим состоянием в возрасте от 16 до 70 лет пришел к заключению, что при степ-тесте на максимальном и субмаксимальном уровнях в период устойчивого состояния на каждые 10 Вт нагрузки потребляется 165 мл кислорода (соответственно на 10 кгм/мин — 27,5 мл). Этот уровень остается постоянным независимо от физического состояния, возраста и пола обследуемого.

Для оценки функционального состояния больных ишемической болезнью сердца в последнее время широко применяется величина «двойного произведения» (Д. М. Аронов с соавт., 1982; В. С. Гасилин с соавт., 1982; В. Robinson, 1967; E. Amsterdam and D. Mason, 1977, и др.). Этот показатель представляет собой $ЧСС \cdot АД_{сис} \cdot 10^{-2}$ на завершающем этапе нагрузочного теста, когда возникли клинические или ЭКГ-признаки, свидетельствующие об ухудшении коронарного кровообращения. К преимуществам его относятся простота расчета. При этом не имеет значения вид эргометра, на котором производится исследование, так как стандартизация результатов теста основана только на учете физиологической реакции организма на физическую нагрузку.

Предложен ряд других номограмм и формул для непрямого определения максимального потребления кислорода и физической работоспособности (А. Bobbert, 1960; R. Margaria с соавт., 1965, и др.).

Непрямые методы определения максимального потребления кислорода по частоте сердечных сокращений на различных уровнях нагрузки с помощью номограмм и формул обеспечивают точность исследования в среднем в пределах $\pm 10\%$ (P. Astrand и K. Rodahl, 1970; K. Andersen с соавт., 1971, и др.). В связи с косвенным характером расчета первостепенное значение имеет точность учета основной физиологической информации. Особенно важна правильная методика точного учета мощности нагрузок и частоты сердечных сокращений. Мощность нагрузок при правильной калибровке велоэргометра и строгом выполнении условий степ-теста можно определять с большой точностью.

Для повышения точности учета частоты сердечных сокращений, как мы уже указывали, необходимо достигать steady state на каждом этапе нагрузки. Выше приводились рекомендации относительно подсчета времени 30 сердечных сокращений и соответствующие расчеты (табл. 6, с. 43).

Следует оговориться, что у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями экстраполяция с величин физического состояния, выявленного при нагрузочном тесте, на более высокие показатели может привести к существенным неточностям в сторону завышения истинных данных. Это обусловлено тем, что в пределах между уровнем нагрузки, на котором завершён тест, и расчетными максимальными или субмаксимальными величинами могли возникнуть признаки непереносимости физического усилия, если бы исследова-

ние было продолжено. Кроме того, у некоторых контингентов больных, например при пороках сердца, повышены затраты кислорода на единицу работы (Н. М. Амосов с соавт., 1979—1981; Я. А. Бендет с соавт., 1979—1981; Н. М. Верич, 1979), что также может исказить расчеты потребления кислорода по показателям физической работоспособности. Поэтому в кардиологической практике экстраполировать результаты нагрузочного теста на максимальные величины нужно осторожно и только при субмаксимальном уровне нагрузки, примерно в пределах 75 % от максимального, когда вероятность ошибки в расчетах невелика.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Задачи электрокардиографии при нагрузочных тестах:

- 1) обеспечение безопасности исследования;
- 2) выявление скрытой коронарной недостаточности и прогнозирование ее возникновения;
- 3) определение коронарной способности, т. е. предела переносимости физических нагрузок, при хронической коронарной недостаточности;
- 4) оценка эффективности лечения и динамики состояния при реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями;
- 5) дифференциальная диагностика коронарной недостаточности и других заболеваний или вариантов нормы при сомнительных клинических данных или изменениях на ЭКГ.

Эти цели не менее важны, чем получение основных физиологических показателей при нагрузочных тестах. Вполне естественно, что скрытая недостаточность коронарного кровообращения проявится скорее при высокой функциональной активности сердца во время нагрузки, а не в условиях покоя, когда энергетические затраты миокарда, а следовательно, и потребность в кислороде, значительно меньше.

Мы не останавливаемся здесь на значении и методике электрокардиографического обеспечения безопасности нагрузочных тестов, так как об этом уже говорилось в предыдущей главе. Особенности фиксации электродов и записи ЭКГ во время упражнения приведены на с. 42, а электрокардиографические критерии для прекращения теста — на с. 40.

Для решения остальных задач электрокардиографии при нагрузочных тестах удобнее использовать велоэргометр, который позволяет точно дозировать нагрузку и постепенно ее увеличивать в процессе исследования. Кроме того, если учесть стабильное положение больного в процессе исследования, то при велоэргометрии создаются лучшие условия для сравнения данных ЭКГ в покое и при нагрузке. Тест со ступеньками менее удобен, но при правильной методике и достаточной интенсивности нагрузки и он пригоден для указанных целей. Оптимальные условия для фиксирования данных ЭКГ во время нагрузок дает дистанционная запись

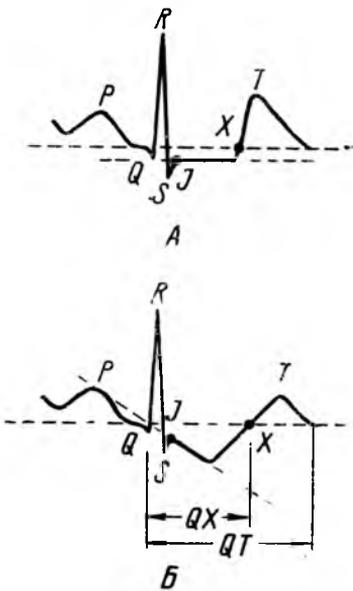


Рис. 22. Ишемическое смещение сегмента *ST* на ЭКГ во время физической нагрузки: А — горизонтальное, Б — серповидное (по Н. Denolin, 1971)

с коронарной недостаточностью) при применении пробы Мастера наблюдаются в 80 % случаев, при двойной пробе Мастера — в 45 %, при постепенном увеличении нагрузки до достижения максимальной частоты сокращений — сводятся к нулю (S. Bellet и O. Muller, 1965; R. McAlpin и M. Kattus, 1966). Ишемические изменения сегмента *ST* на ЭКГ у лиц, не предъявляющих жалоб, увеличиваются от нуля при пробе Мастера до 3 % — при двойной пробе Мастера, до 7 % — при нагрузке, достигающей частоты сердечных сокращений 150, и до 10 % — при максимальной нагрузке (R. Abaquez с соавт., 1964).

Опыт коронарографических исследований, проводимых в нашей клинике (Ю. В. Паничкин), указывает на отсутствие полного совпадения анатомических изменений коронарных сосудов даже с данными ЭКГ во время нагрузок. Правда, при нагрузочных тестах высокой интенсивности частота таких расхождений уменьшается. Чаше коронарографические изменения отражаются и на электрокардиограмме.

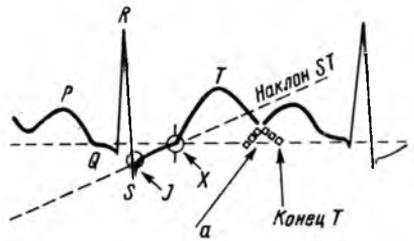


Рис. 23. Опущение типа «JST» с понижением точки J и быстрым возвращением сегмента *ST* к изоэлектрической линии (точка X):

А — при тахикардии T и P пересекаются под изолинией (по Н. Denolin, 1971)

при телеэлектрокардиографии, однако возможности применения такого метода пока еще ограничены.

Для выявления коронарных изменений на ЭКГ давно используется проба Мастера, но, как показали многочисленные исследования, этой нагрузки недостаточно. Ложноотрицательные результаты теста (отсутствие ишемических изменений на ЭКГ во время нагрузки у больного

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ
КОРОНАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ
ПРИ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТАХ

Электрокардиографические изменения, возникающие при физических нагрузках и свидетельствующие о коронарной недостаточности, были детально систематизированы на основе обширных статистических и клинико-электрокардиографических исследований группой специалистов Миннесотского университета в Миннеаполисе (Н. Blackburn с соавт., 1960; Е. Simonson, 1961). Они вошли в систему классификации ЭКГ, получившую название *Миннесотского кода*. В дальнейшем код был модифицирован и издан в серии монографий ВОЗ (G. Rose и Н. Blackburn, 1968).

Мы опускаем дискуссионные вопросы и останавливаемся только на основных критериях, рекомендованных ВОЗ (G. Rose и Н. Blackburn, 1968; К. Andersen с соавт., 1971) для заключения о наличии коронарной недостаточности по изменениям ЭКГ при нагрузочных тестах.

Смещение сегмента ST под изоэлектрическую линию при физической нагрузке является важнейшим показателем коронарной недостаточности. Ишемическое опущение сегмента *ST* бывает горизонтальным (рис. 22, А) или имеет изогнутую выпуклостью книзу дугообразную форму (рис. 22, Б). Выделяют три степени снижения сегмента *ST* при нагрузке по сравнению с состоянием в покое: 0,01—0,09 мВ, 0,1—0,19 мВ, 0,2 мВ и более. Доказательством коронарной недостаточности является опущение сегмента *ST* при нагрузке более чем на 0,1 мВ, причем длительность этого снижения должна быть не менее 0,08 с.

Кратковременное неглубокое опущение сегмента *ST* в основном за счет снижения точки *J* с быстрым подъемом к изоэлектрической линии — опущение типа *JST* (рис. 23) обычно не является признаком коронарной недостаточности и может наблюдаться при тахикардии. Только значительное опущение точки *J* (более 0,2 мВ) и замедленное возвращение сегмента *ST* к изоэлектрической линии, по данным отдельных авторов, могут указывать на ишемию миокарда.

Отношение QX/QT (рис. 22), превышающее 50 %, может считаться проявлением коронарной недостаточности. *QX* — это интервал между началом комплекса *QRS* и точкой возвращения опущенного сегмента *ST* к изоэлектрической линии.

Подъем сегмента *ST* над изолинией до 0,2 мВ при нагрузке отмечается и в норме. Однако если он сопровождаетсяdiscordантными изменениями в противоположных отведениях, то это говорит о его коронарном генезе.

Изменение зубца T при нагрузке по сравнению с состоянием покоя является вариантом нормы и отмечается у 30 % здоровых лиц. При этом увеличение вольтажа наблюдается в 2 раза чаще, чем снижение. Однако появление высокого заостренного зубца *T* в V_4 с увеличением амплитуды в 3 раза (или более чем на 0,5 мВ) свидетельствует о коронарной недостаточности. На это же указы-

вает и уменьшение вольтажа зубца T более чем на 25 % по сравнению с исходной величиной. Инверсия зубца T во время нагрузки может быть признаком коронарной недостаточности, но этот признак имеет значительно меньшую диагностическую ценность, чем опущение сегмента ST . Существует мнение (Т. Mattingly, 1962; Н. Blackburn и R. Katigback, 1964, и др.), что инверсия зубца T при нагрузке только в сочетании с ишемическим опущением сегмента ST свидетельствует о коронарной недостаточности.

В последнее время при оценке результатов нагрузочного теста большое значение придается *изменениям зубца R*. Локальное уменьшение его амплитуды более чем на 50 % может быть признаком выраженного поражения коронарных сосудов. Наряду с этим сопоставление результатов нагрузочных тестов с данными коронарографии показало, что у здоровых лиц реакция на физическую нагрузку проявляется снижением амплитуды зубца R , а при коронарной недостаточности — возрастанием его амплитуды (М. Ellesstad с соавт., 1979, и др.). Эти изменения определяются суммой амплитуд зубцов R (ΣR) в отведениях aVF , aVL , V_{3-6} и глубиной зубца S в V_1 и V_2 . Для исключения влияния дыхания в условиях покоя и при физической нагрузке усредняются показатели нескольких последовательных кардиоциклов в каждом из отведений.

Широкое распространение получил *индекс ΔRST* — алгебраическая сумма изменений зубца R и сегмента ST в отведении V_5 при физической нагрузке по сравнению с состоянием в покое (Р. Voporis с соавт., 1978). Повышение амплитуды зубца R и депрессия ST расценивается как положительный (патологический) ответ, снижение амплитуды зубца R и отсутствие депрессии ST — как нормальная реакция на нагрузку без признаков коронарной недостаточности (Р. Voporis с соавт., 1978; М. Ellesstad с соавт., 1979).

Другие изменения. Плохим прогностическим признаком является снижение частоты сердечных сокращений при нагрузке. Изменение при нагрузке $\angle \alpha QRS$ более чем на $+30^\circ$ и -20° , политопные желудочковые экстрасистолы относятся к патологическим явлениям. Возникновение временной блокады одной из ножек пучка Гиса во время нагрузочного теста, если она не наступила на фоне выраженной тахикардии, также может быть признаком нарушения коронарного кровообращения в области межжелудочковой перегородки.

Следует особо отметить, что ни одно из описанных изменений ЭКГ во время нагрузки не является абсолютно патогномичным для коронарной недостаточности. Так, депрессия сегмента ST и ложноположительная реакция на физическую нагрузку могут быть обусловлены влиянием многих лекарственных препаратов (диуретики, фенотиазины, гипотензивные средства, дигиталис и др.), гипокалиемией, введением глюкозы, анемией, гипертонической болезнью, гипертрофией левого желудочка, пролапсом митрального клапана и рядом других причин.

Особо следует подчеркнуть важность изучения изменений на

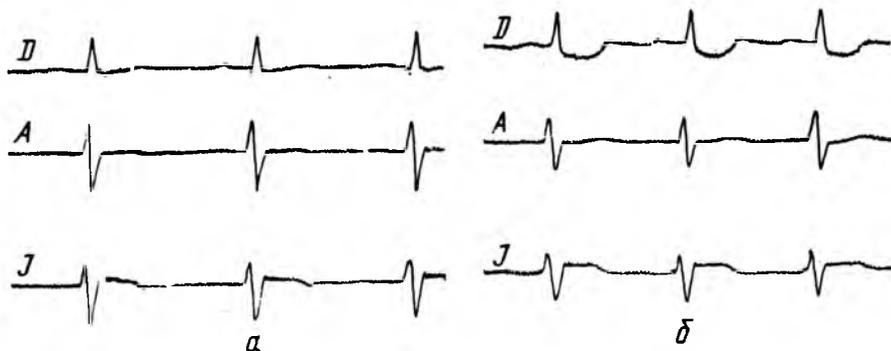


Рис. 24. ЭКГ больного Е. (отведения по Нэбу):
 а — в покое, б — при нагрузке 75 Вт на велоэргометре

ЭКГ непосредственно во время нагрузки, так как, с одной стороны, опущение сегмента *ST* может исчезнуть сразу же в момент прекращения работы (G. Blomqvist, 1965), а с другой — его возникновение в восстановительный период может быть обусловлено не ишемическими изменениями миокарда, а повышением тонуса симпатической иннервации (С. Furberg, 1967).

Диагностическое значение изменений ЭКГ во время нагрузочного теста иллюстрирует следующее клиническое наблюдение.

Больной Е., 39 лет, поступил в клинику 12.02.74. Больным себя считает с 1972 г., когда появились приступы загрудинной боли. В феврале 1973 г. приступы участились, но после курса лечения в стационаре состояние улучшилось. С октября 1973 г. вновь наступило ухудшение и участились приступы загрудинной боли, которые больной нечетко связывал с физическими усилиями.

При обследовании в клинике 15.02.74 г. на ЭКГ, записанной в покое, признаков коронарной недостаточности не выявлено (рис. 24); во время теста на велоэргометре при нагрузке 75 Вт отмечено опущение сегмента *ST* более чем на 0,2 мВ, свидетельствующее о коронарной недостаточности (рис. 24).

Селективная коронарография, произведенная 20.02.74, показала сужение передней нисходящей ветви левой венечной артерии приблизительно на 50 % диаметра сразу же за местом отхождения огибающей и диагональной ветвей; контур артерии неровный (рис. 25). Правая коронарная артерия — без патологии (рис. 26).

Был установлен диагноз атеросклеротического коронарокардиосклероза, хронической коронарной недостаточности с приступами стенокардии напряжения. Премущественное поражение левой коронарной артерии локального характера.

26.02.74 произведена операция аортокоронарного шунтирования в условиях искусственного кровообращения. На фоне искусственной фибрилляции сердца с помощью трансплантата из вены бедра наложен анастомоз между передней нисходящей ветвью левой венечной артерии и восходящей аортой.

После операции приступы стенокардии полностью прекратились. Через месяц после операции при субмаксимальном нагрузочном тесте на велоэргометре признаков обострения коронарной недостаточности не выявлено. ФРС₁₇₀ — 146 Вт. 12.04.74 больной переведен для продолжения лечения в специализированный санаторий. В отдаленные сроки (7 лет) эффект операции остается хорошим.

Наличие исходных изменений на электрокардиограмме, свидетельствующих о хронической коронарной недостаточности, не является противопоказанием к проведению нагрузочных тестов. В та-

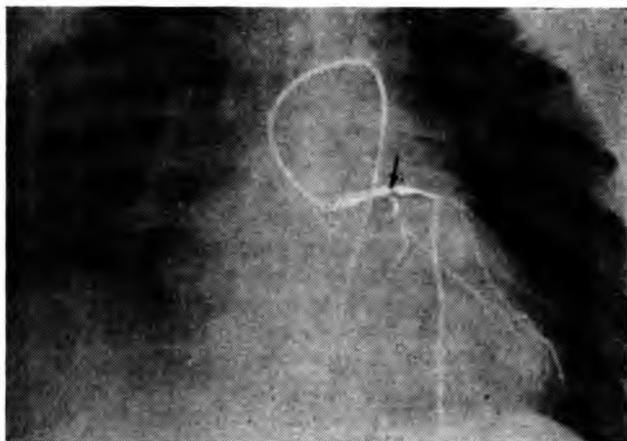


Рис. 25. Селективная коронарограмма левой коронарной артерии больного Е. Стрелкой показано место сужения

ком случае с их помощью определяют *коронарную способность*. Под ней подразумевается уровень обмена (потребления кислорода) и нагрузки, превышение которых приводит к возникновению клинических или ЭКГ-признаков обострения коронарной недостаточности. Эти исследования играют важную роль при решении вопроса о функциональном состоянии и трудоспособности больных.

Нагрузочные тесты применяются для дифференциальной диагностики в тех случаях, когда на ЭКГ имеются исходные изменения сомнительного генеза и необходимо решить, являются ли они патологическими или вариантами нормы.

В последнее время субмаксимальные нагрузочные тесты играют все более важную роль в прогнозировании риска ишемической болезни сердца, а следовательно, и в ее профилактике. Наиболее ценным прогностическим критерием оказались наличие и степень опущения сегмента *ST* во время нагрузки. Частота прогностически неблагоприятных изменений сегмента *ST* пропорциональна степени нагрузки и возрасту. Так, опущение сегмента *ST* при нагрузочных тестах выявлено среди мужчин в возрасте до 40 лет — в 10 %, 40—45 лет — в 15 %, 51—55 лет — в 20 %, 56—60 лет — в 35 %, а среди женщин в возрасте 40—45 лет — в 20 %, 50—55 лет — в 30 %, старше 55 лет — в 50 % случаев (Е. Lepeschkin и В. Surawicz, 1958; Е. Lepeschkin, 1960; С. Rumball и Е. Acheson, 1960; I. Astrand, 1963, 1965).

Оказалось, что лица, у которых при субмаксимальных нагрузочных тестах выявляются ишемические изменения сегмента *ST*, подвержены повышенному риску смерти от коронарной болезни и степень риска пропорциональна выраженности изменений. Так, в случаях опущения сегмента *ST* менее 0,1 мВ при максимальной и субмаксимальной нагрузках вероятность смерти от коронарной болезни в 2 раза больше, чем в среднем в данной возрастной груп-

пе. Опущение сегмента *ST* в пределах 0,1—0,2 мВ при той же интенсивности нагрузки указывает на пятикратный риск, а более чем 0,2 мВ — на 20-кратный риск смерти. При этом отмечалось совпадение коронарографических данных с изменениями на ЭКГ при нагрузке (К. Andersen с соавт., 1971).

Для объективной оценки роли нагрузочных тестов в диагностике ишемической болезни сердца важную роль играет определение их чувствительности, специфичности и прогностической ценности (М. Ellestad с соавт., 1979). Оно базируется на оценке соотношения истинноположительных, истинноотрицательных, ложноположительных и ложноотрицательных их результатов.

Истинноположительными являются результаты тестирования, при котором обнаружены изменения ЭКГ, указывающие на коронарную недостаточность, которые подтверждаются при коронарографии.

Истинноотрицательными являются результаты нагрузочного теста, при котором не обнаружено ишемических изменений ЭКГ, что соответствует действительному состоянию обследуемого.

Ложноположительным является тест, при котором выявлены ишемические изменения ЭКГ, которые, однако, не связаны с ИБС.

Ложноотрицательным тест является в случаях, когда при нагрузке не обнаружены ишемические изменения, хотя больной страдает ИБС.

Под *чувствительностью* нагрузочного теста понимают его способность правильно выявлять пациентов с ИБС среди группы обследованных больных. Чувствительность теста указывает на его надежность в диагностике ИБС и определяется по формуле:

$$\text{Чувствительность (\%)} = \frac{\text{истинноположительные}}{\text{истинноположительные} + \text{ложноотрицательные}} \times 100.$$

Специфичность нагрузочного теста определяется его способностью правильно идентифицировать больных без поражений сердца или с незначительной их выраженностью среди всего контингента обследованных. Она определяется по формуле:

$$\text{Специфичность (\%)} = \frac{\text{истинноотрицательные}}{\text{истинноотрицательные} + \text{ложноположительные}} \times 100.$$



Рис. 26. Селективная коронарограмма правой коронарной артерии больного Е.

Прогностическая ценность теста определяется вероятностью развития ИБС, если результаты тестирования являются положительными. Определяется она по формуле:

$$\text{Прогностичность (\%)} = \frac{\text{истинноположительные}}{\text{истинноположительные} + \text{ложноположительные}} \times 100.$$

По сводным литературным данным, чувствительность субмаксимальных нагрузочных тестов в среднем равна 63,6 %, специфичность — 85 %, прогностическая ценность — 90 % (М. Ellestad с соавт., 1979).

Следует отметить, что при увеличении числа больных ИБС среди обследованных прогностическая ценность теста возрастает (В. Rifkin и N. Hood, 1977). И наоборот, контингенты, в которых преобладают женщины или лица с низким уровнем риска, дают большое количество ложноположительных реакций на физические усилия, в результате чего специфичность и прогностическая ценность нагрузочного теста снижаются (V. Frodicher с соавт., 1976; М. Ellestad и W. Halliday, 1977; L. Zohman и A. Kattus, 1977, и др.).

В заключение следует еще раз отметить, что субмаксимальные нагрузочные тесты на усилие, используемые для получения физиологической и электрокардиографической информации, относятся к важнейшим современным методам функционального исследования сердечно-сосудистой и дыхательной систем и физического состояния человека в целом.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТРУДОСПОСОБНОСТИ НА ОСНОВЕ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Одна из задач этой книги — дать врачу, помимо общеклинических, и количественные энергетические критерии оценки функционального состояния и трудоспособности. На их основе врач сможет по-новому подойти к традиционным рекомендациям по нагрузкам и трудовой деятельности как у здоровых лиц, так и у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОСПОСОБНОСТИ С ПОМОЩЬЮ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ

Любая физическая деятельность человека требует расхода энергии. Энергетические затраты определяют тяжесть физического труда. Поэтому наиболее распространенной и удобной формой оценки физических усилий является выражение их в виде энергетических затрат за единицу времени (кДж/с, кДж/мин, кДж/ч, кДж/8ч, кал/с, ккал/мин, ккал/ч, ккал/8ч и т. д.). Этот принцип лежит в основе исследований по физиологии труда, позволяет приводить к единому знаменателю и сравнивать интенсивность физических усилий при самых разнообразных видах деятельности человека. Сведения об энергетических затратах при различных видах деятельности человека приведены в табл. 11.

Данные, приведенные в табл. 11, носят ориентировочный характер, так как затраты энергии определяются профессиональными навыками, условиями окружающей среды (температура, влажность) и другими факторами. В таблице приведены энергетические затраты не на все виды деятельности. Расход энергии на работы, которые не приведены, можно определить по энергетическим затратам на сходные трудовые процессы. Более подробные сведения об энергетических затратах на различные виды деятельности человека приводят R. Passmore и J. Durnin (1955), H. Spittig и T. Hettinger (1964), J. Durnin и R. Passmore (1967) и др.

Ориентировочно определить расход энергии при трудовых процессах можно на основе данных L. Vroûha (1960) об энергетических затратах при различной частоте сердечных сокращений. Если, например, в покое частота сердечных сокращений 60—70 в 1 мин, то во время физической работы при частоте пульса 80 в 1 мин расходуется 2,5 ккал/мин, при 80—100 в 1 мин — 2,5—5 ккал/мин,

Таблица 11. Расход энергии на различные виды деятельности человека

Вид деятельности	Расход энергии	
	кДж/мин	ккал/мин
Повседневная активность, включая траты в больничных условиях		
Сон	3,1—5	0,8—1,2
Отдых лежа	3,8—5,5	0,9—1,3
Отдых сидя	5,9—7,1	1,4—1,7
Отдых стоя	7,1—8	1,7—1,9
Личная гигиена (одевание, умывание и др.)	7,1—10,1	1,7—2,4
Прием пищи	5,9—6,7	1,4—1,6
Прием душа	17,6	4,2
Беседа сидя	6,3—7,6	1,5—1,8
Беседа стоя	7,6—8,4	1,8—2
Ходьба 3 км/ч	12,2—14,7	2,9—3,5
Ходьба 5 км/ч	18,9—23,5	4,5—5,6
Подъем в гору (с уклоном 5°) со скоростью 3 км/ч	18,9	4,5
Подъем по лестнице	35,3—39,1	8,4—9,3
Спуск по лестнице	11,8—16,4	2,8—3,9
Передвижение в кресле на колесах	10,1	2,4
Пребывание на стульчаке у кровати	15,1	3,6
Пользование подкладным судном	19,7	4,7
Передвижение на костылях	33,6	8
Домашняя работа		
Шитье ручное или на машине	5,5—6,7	1,3—1,6
Чистка обуви, картофеля	8,8—12,6	2,1—3
Стирка мелких вещей	12,6—17,2	3,0—4,1
Глажение белья	15,1—17,6	3,6—4,2
Застилание постели	16,4—22,7	3,9—5,4
Подметание пола	7,1—8,4	1,7—2
Мытье пола	12,6—20,6	3,0—4,9
Мытье окон	15,5—17,2	3,7—4,1
Мытье посуды	10,1	2,4
Развешивание белья для сушки	13,9	4,5
Замешивание теста	13,9	3,3
Выбивание и чистка ковров	14,7—33,6	3,5—8
Канцелярская работа и умственный труд		
Работа регистратора, почтальона	4,6—6,3	1,1—1,5
Печатание на машинке	5,9—8,8	1,4—2,1
Механизированный счет	6,7	1,6
Чтение	6,3—7,1	1,5—1,7
Учеба, слушание лекций, самоподготовка	7,1—8	1,7—1,9
Чтение лекций в аудитории	9,7—18,9	2,3—4,5
Черчение	8,8	2,1
Работа в лаборатории	6,1—10,5	1,7—2,5
Работа в больнице		
Врач-хирург	10,5	2,5
Медицинская сестра	9,2	2,2
Лаборант	8,4—9,7	2—2,3
Санитар	15,5	3,7

Вид деятельности	Расход энергии	
	кДж/мин	ккал/мин
Работа в легкой промышленности и в сфере обслуживания		
Починка часов	6,7	1,6
Ремонт обуви	7,6—11,3	1,8—2,7
Сборка радиоприемника	9,2—11,3	2,2—2,7
Работа в парикмахерской	8,8	2,1
Работа типографа-печатника	9,2—10,5	2,2—2,7
Работа в переплетной мастерской	8,0—12,2	1,9—2,9
Работа в прачечной	15,1—19,3	3,6—4,6
Работа в швейной мастерской	9,7—12,2	2,3—2,9
Работа на хлебозаводе	8,8—16	2,1—3,8
Строительные работы		
Каменная или кирпичная кладка	14,3—16,8	3,4—4
Штукатурные работы	17,2	4,1
Малярные работы	17,6	4,2
Земляные работы	25,2—34	6—8,1
Деревообрабатывающая промышленность		
Плотницкие работы	28,6	6,8
Строгание рубанком	38,2	9,1
Работа краснодеревщика-мебельщика	21,4—25,2	5,1—6
Столярно-отделочные работы	13,4	3,2
Упаковка	18,5	4,4
Токарные работы	15,1	3,6
Работа на транспорте		
Вождение автомобиля	9,2—12,2	2,2—2,9
Вождение мотоцикла	14,3—15,5	3,4—3,7
Работа кочегара на паровозе	21,8	5,2
Управление самолетом	7,6—10,9	1,8—2,6
Мойка транспорта	15,5	3,7
Работа в тяжелой промышленности		
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность	10,5—19,3	2,5—4,6
Электротехническая промышленность	21,4—23,9	5,1—5,7
Химическая промышленность	12,2—16,4	2,9—3,9
Металлургическая промышленность:		
уход за печью	37	8,8
уборка шлака	48,7—52,1	11,6—12,4
ковка	29,4	7
прокат стали	19,3—23,5	4,6—5,1
подсобные работы	20,6	4,9
Работа в шахтах		
Выемка угля или руды, крепёжные работы	23,9—30,7	5,7—7,3
Погрузка угля	27,7—32,3	6,6—7,7
Передвижение вагонеток	30,7—44,5	7,3—10,6
Работа киркой и лопатой	34,0—38,6	8,1—9,2
Работа на экскаваторе	26	6,2

Вид деятельности	Расход энергии	
	кДж/мин	ккал/мин
Работа в сельском хозяйстве		
Ручная копка свеклы	14,7—16	3,5—3,8
Дойка коров	14,3—19,7	3,4—4,7
Пахота на лошади	22,7—29	5,4—6,9
Пахота на тракторе	17,6—19,3	4,2—4,6
Косьба вручную	28,6—34,9	6,8—8,3
Вязание снопов	28,6—30,7	6,8—7,3
Колка дров	37,4—40,7	8,9—9,7
Рубка деревьев	34,4—44,9	8,2—10,7
Вскапывание земли	31,9—33,2	7,6—7,9
Поливка грядок	19,7—22,3	4,7—5,3
Посадка растений	19,3	4,6
Рыхление земли граблями	15,5	3,7
Работа скребок	12,2	2,9
Военная деятельность		
Различные наряды	10,1—17,2	2,4—4,1
Упражнение в стрельбе	11,8—16	2,8—3,8
Бег в атаку	26,0—29	6,2—6,9
Рытье окопа	25,2—37	6,0—8,8
Активный отдых, физическая культура, спорт		
Рисование сидя	6,8—9,2	1,9—2,2
Игра на пианино, скрипке, флейте	9,2—11,3	2,2—2,7
Игры с детьми	14,7—16,8	3,5—4
Биллиард		2,9
Танцы	23,1	5,5
Езда на велосипеде со скоростью		
8 км/ч	18,9	4,5
15 км/ч	21,8—29,4	5,2—7
Верховая езда		
шагом	12,6—14,3	3,0—3,4
рысью	33,6—36,1	8,0—8,6
галопом	45,4	10,8
Бег со скоростью		
8 км/ч	39,9	9,5
180 м/мин	52,5	12,5
320 м/мин	94,1	22,4
Ходьба на лыжах по пересеченной местности	41,6—66,8	9,9—15,9
Катание на коньках	31,5	7,5
Альпинизм	38,2	9,1
Плавание	21,0—58,8	5—1,4
Гребля	17,2—47	4,1—11,2
Баскетбол	47	11,2
Волейбол	14,7	3,5
Футбол	37,4—55,9	8,9—13,3
Бадминтон	26,9	6,4
Теннис	29,8	7,1
Настольный теннис	20,2	4,8
Гимнастика	10,5—25,2	2,5—6
Упражнения на снарядах	33,2—42,4	7,9—10,1

Вид деятельности	Расход энергии	
	кДж/мин	ккал/мин
Трудотерапия больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями		
Пробивание дырок в коже полулежа	5	1,2
Плетение коврика сидя	5,5	1,3
Резьба по дереву полулежа	6,3	1,5
Вязание (23 петли в 1 мин)	6,3	1,5
Тканье на настольном станке	6,3—7,6	1,5—1,8
Паяние	6,7	1,6
Переплетные работы (легкие)	6,7—8	1,6—1,9
Вырезание узора на коже сидя	7,6	1,8
Тканье на напольном станке	8,4	2
Резьба по дереву	8,4—9,2	2—2,2

Примечание. Таблица составлена по данным литературы. Приведенные энергетические затраты включают и основной обмен. Расход энергии указан для человека с массой тела 70—75 кг.

при 100—120 в 1 мин — 5—7,5 ккал/мин, при 120—140 в 1 мин — 7,5—10 ккал/мин, при 140—160 в 1 мин — 10—12,5 ккал/мин, при 160—180 в 1 мин — 12,5—15 ккал/мин.

В связи с большими колебаниями энергетической стоимости различных физических работ необходима их классификация. В зависимости от энергетических затрат предложено большое количество классификаций работ, в основу которых положены различные градации и принципы. Все они могут быть разделены на три группы.

Сравнение с величиной основного обмена. В основу этих классификаций положен принцип сравнения с основными затратами или основным суточным обменом. Так, D. Dill (1936) выделяет мышечную работу умеренной тяжести, когда энергетические затраты не превышают утроенной величины основного обмена, тяжелую — при энергетической стоимости в пределах 3—8-кратных основных затрат и очень тяжелую — когда энергетические затраты более чем в 8 раз превышают уровень основного обмена.

Классификация G. Lehmann (1955) основана на сравнении энергетических затрат труда с величиной основного суточного обмена. Физическая деятельность разделяется на 10 классов с довольно мелким дроблением порядка 1250 кДж (300 ккал) в сутки для каждого класса.

М. Ф. Гриненко и Г. Г. Саноян (1974) выделяют четыре группы труда. К I группе относятся работы умеренной тяжести, характеризующиеся общим расходом энергии, включая основной обмен и затраты в покое, 11 700—14 200 кДж (2800—3400 ккал) в сутки. II группа включает тяжелую работу с расходом энергии 15 000—16 700 кДж (3600—4000 ккал) в сутки. III группа охватывает очень тяжелые виды физических работ с энергетическими затрата-

ми 17 600—25 100 кДж (4200—6000 ккал) в сутки, IV группа — легкие виды физического труда с общим расходом энергии 9200—10 900 кДж (2200—2600 ккал) в сутки (около 600 ккал на мышечную работу).

Оценка по уровню максимальных энергетических затрат. Эта группа классификаций подразделяет физический труд в зависимости от тяжести на различные категории, предусматривая для каждой из них определенные пределы энергетических затрат в кДж/мин (ккал/мин). По J. Brown и G. Crowden (1963), высшая степень трудности работы — при энергетических затратах, превышающих 33 кДж/мин (8 ккал/мин):

G. Christensen (1953) разделяет физическую работу на 5 классов трудности с увеличением энергетических затрат в каждом классе на 11 кДж/мин (2,5 ккал/мин). Наиболее интенсивная работа — при энергетических затратах, превышающих 52 кДж/мин (12,5 ккал/мин).

Оценка по отношению к аэробной способности. Среди этой группы следует особо выделить классификацию С. Soula с соавторами (1961), которая подразделяет тяжесть физического труда по отношению к уровню аэробной способности человека. Учитываются ее колебания, связанные с возрастом, полом, физическим состоянием. Физическая активность подразделяется на 5 групп.

1. *Изнурительная работа*, превышающая по мощности аэробную способность. Истощение наступает через несколько минут.

2. *Максимальная работа* — в пределах 75—100 % аэробной способности. Нагрузки такой интенсивности в производственных условиях являются исключительными.

3. *Субмаксимальная работа* — в пределах 50—75 % аэробной способности. Мышечная работа такой интенсивности применяется в шахтах, в тяжелой промышленности.

4. *Интенсивная работа* — в пределах 25—50 % аэробной способности. Это наиболее распространенная категория физических работ.

5. *Легкая работа*, требующая использования менее 25 % аэробной способности.

Сама по себе величина энергетических затрат на тот или иной вид физической деятельности не определяет еще ее переносимости; последняя зависит от времени, на протяжении которого необходимо выполнять нагрузку такой интенсивности. Для каждого энергетического уровня нагрузки имеются максимально возможная длительность и максимально допустимая длительность.

Максимально возможная длительность нагрузки уменьшается по мере возрастания интенсивности физических усилий, а следовательно, и энергетических затрат. Н. Мопод (1973) собрал в литературе данные, из которых видно, что при среднем уровне энергетических затрат 1250 кДж/мин (300 ккал/мин) максимальная возможная длительность физической работы составляет лишь доли секунды, при затратах 460 кДж/мин (110 ккал/мин) — 5 с,

105 кДж/мин (25 ккал/мин) — 5 мин, 63 кДж/мин (15 ккал/мин) — 1 ч, 52 кДж/мин (12,5 ккал/мин) — 4 ч, 42 кДж/мин (10 ккал/мин) — 10 ч, 21 кДж/мин (5 ккал/мин) — 2—3 дня, 17 кДж/мин (4 ккал/мин) — 10 дней, 13 кДж/мин (3 ккал/мин) — несколько месяцев, 11 кДж/мин (2,5 ккал/мин) — неопределенно длительное время для здорового человека.

При этом следует учитывать, что приведенные цифры относятся к среднему энергетическому уровню за 24 ч. Поэтому при пересчете энергетические затраты на профессиональную деятельность возрастут. Вместо 21, 17, 13, 11 кДж/мин (5, 4, 3, 2,5 ккал/мин) в среднем в течение 24 ч средний уровень профессиональных энергетических затрат на 8 ч соответственно повысится до 47,3, 34,3, 22,1, 15,9 кДж/мин (11,3, 8,3, 5,3, 3,8 ккал/мин), включая величину основного обмена.

Максимально допустимую длительность тяжелых физических нагрузок определить трудно, так как систематические перегрузки могут проявляться не только непосредственным переутомлением, но и отрицательными изменениями в дальнейшем. Поэтому приходится руководствоваться некоторыми общими положениями. F. Vonjer (1968) считает, что при продолжительности рабочего дня 8¹/₂ ч нагрузка не должна превышать 33 % максимальной аэробной способности. E. Michael с соавторами (1961), G. Lehmann (1962), I. Astrand (1967) допускают длительные производственные нагрузки интенсивностью до 40 % максимальной аэробной способности. Комитет экспертов ВОЗ¹ указывает, что для здорового человека допустимый уровень длительной физической нагрузки равен величине, не превышающей 50 %, а для лиц, страдающих заболеваниями сердца, — 40 % максимального потребления кислорода.

Как указывает H. Monod (1973), для профессиональной физической работы, повторяющейся в течение нескольких лет, специфические рабочие энергетические затраты не должны превышать 8400 кДж (2000 ккал) в день, что соответствует 18 000/24 ч (4300 ккал/24 ч) общих затрат. Величина 8400 кДж (2000 ккал) на восьмичасовую активность соответствует примерно 22,1 кДж/мин (5,3 ккал/мин), включая основные затраты. Эти цифры относятся к взрослому здоровому мужчине и должны снижаться пропорционально уровню аэробной способности. Если энергетический уровень физических нагрузок превышает средний уровень 22,1 кДж/мин (5,3 ккал/мин), то длительность работы должна быть ограничена таким образом, чтобы дневные энергетические затраты на работу не превышали 8400 кДж (2000 ккал).

Человек может выполнять тот или иной вид мышечной работы в пределах доступных для него затрат энергии. Этот предел определяется возможностями доставки необходимого количества кислорода для обеспечения возрастающего уровня обменных процессов, т. е. в первую очередь — функциональным состоянием сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

¹ «Серия технических докладов ВОЗ», 1964, № 270.



Рис. 27. Уровень нагрузки при тесте на велоэргометре, соответствующая ему величина потребления кислорода и энергетические эквиваленты физической активности:

а — соревнования: лыжные по пересеченной местности, бег, плавание (мужчины); б — соревнования: лыжные по пересеченной местности, бег, плавание (женщины), бег — 16 км/ч; в — подъем на лестницу с грузом 14 кг, бег — 13 км/ч; г — бег 11 км/ч, плавание кролем 50 м/мин, чрезвычайно тяжелый физический труд; д — бег — 9 км/ч, ходьба — 8 км/ч, езда на велосипеде — 21 км/ч, подъем на лестницу, рубка леса, тяжелый физический труд в промышленности; е — ходьба — 7 км/ч, физический труд в сельском хозяйстве, работа на шахте; ж — ходьба — 5 км/ч, работа в легкой промышленности, домашняя работа (по Р. Astrand и К. Rodahl, 1970)

Субмаксимальные нагрузочные тесты дают врачу возможность определить доступный каждому человеку уровень энергетических затрат. В результате такого нагрузочного теста поступает информация о переносимости физических нагрузок в единицах мощности (Вт, кгм/мин) или в виде величины максимального потребления кислорода (л/мин). Эти единицы легко можно перевести в единицы энергии с помощью энергетических эквивалентов (с. 31). Напомним, что для обеспечения энергетических затрат в 4 кДж (1 ккал) требуется около 200 мл кислорода и, следовательно, потребление кислорода 1 л/мин обеспечивает энергетические затраты в 21 кДж/мин (5 ккал/мин). Кроме того, существует взаимосвязь между мощностью усилия и величиной потребления кислорода.

Таким образом, при нагрузочном тесте каждому определенному уровню работы (в Вт или кгм/мин) соответствует определенная величина потребления кислорода (в л/мин), а значит, и величина энергетических затрат (в кДж/мин, ккал/мин). Взаимосвязь этих показателей для теста на велоэргометре приведена на рис. 27. На этом же рисунке показаны ориентировочные энергетические эквиваленты различной физической деятельности, рассчитанные для человека, имеющего массу 70—75 кг.

Руководствуясь графиком (рис. 27), например, на основании определения ФРС_{170} , можно ориентировочно установить величину потребления кислорода при нагрузке с частотой сердечных сокращений 170 в 1 мин — $V_{O_{2(170)}}$ и соответствующий уровень энергетических возможностей. Так, если ФРС_{170} при тесте на велоэргометре составляет 150 Вт (900 кгм/мин), то $V_{O_{2(170)}}$ — 2,1 л/мин, а уровень энергетических затрат — 42 кДж/мин (11 ккал/мин).

Нагрузочные тесты могут играть важную роль при определении соответствия физических возможностей требованиям, предъявляемым работой, так как результаты кратковременных субмаксимальных нагрузочных тестов можно экстраполировать на физическую способность в течение длительного периода.

При таких расчетах необходимо учитывать, что выполнение

нагрузок с энергетическими затратами на уровне максимального потребления кислорода возможно лишь на протяжении очень короткого времени (J. Wells с соавт., 1957; Н. Мопод, 1973, и др.). При длительной нагрузке человек может выполнять работу с энергетическими затратами, соответствующими какой-то части его максимального потребления кислорода, определенного во время нагрузочного теста, причем по мере увеличения продолжительности работы этот коэффициент снижается.

Ф. Вонжер (1968) и другие рассчитали, что при продолжительности рабочего дня $8\frac{1}{2}$ ч допустимое среднее потребление кислорода может составлять не более $\frac{1}{3}$ (33 %) величины максимального потребления кислорода, установленного 4-минутным нагрузочным тестом. При меньшей продолжительности рабочего дня указанное соотношение изменяется в сторону увеличения допустимых нагрузок в логарифмической зависимости. Для определения максимально допустимых нагрузок на протяжении разного времени на основе результатов субмаксимального нагрузочного теста служит график Ф. Вонжер (рис. 28). Пользуясь этим графиком, на оси абсцисс отмечают величину максимального потребления кислорода (л/мин), рассчитанную на основании нагрузочного теста. На высоте 510 мин ($8\frac{1}{2}$ ч) отмечают $\frac{1}{3}$ этой величины, и эти точки соединяют линией. Если провести горизонтальную линию на уровне разного времени до пересечения с этой линией и из точки пересечения опустить вертикальную линию, то на оси абсцисс можно получить величину допустимых для обследуемого лица нагрузок (по потреблению кислорода) при работе данной продолжительности. Допустимую величину потребления кислорода с помощью энергетического эквивалента можно перевести в кДж/мин (ккал/мин) и определить энергетические возможности обследуемого для той или иной производственной или спортивной деятельности на протяжении разного времени.

Например, в результате теста установлено, что максимальное потребление кислорода у обследуемого 3 л/мин (см. рис. 28). При работе продолжительностью $8\frac{1}{2}$ ч (510 мин) он сможет выполнять нагрузку с энергетическими затратами, не превышающими 1 л/мин потребления кислорода, или 21 кДж/мин (5 ккал/мин),

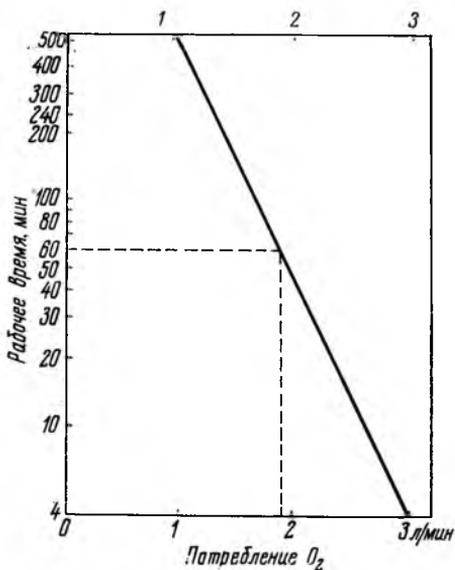


Рис. 28. График Ф. Вонжер для определения допустимой интенсивности и продолжительности физических нагрузок по величине максимального потребления кислорода

а при работе продолжительностью 1 ч интенсивность нагрузок может составить 1,9 л/мин потребления кислорода, или 40 кДж/мин (9,5 ккал/мин). Таким образом, обследуемый не сможет в течение всего рабочего дня выполнять земляные работы с затратами 38,5 кДж/мин (9,2 ккал/мин), но сможет выполнять их на протяжении 1 ч.

Нагрузочные тесты дают большие возможности для определения соответствия трудовых задач физическим возможностям человека. Однако следует подчеркнуть, что данные об энергетических затратах на различные виды деятельности в достаточной мере условны. Поэтому, особенно когда речь идет о больном с сердечно-сосудистым заболеванием, ничто не может заменить внимательного и квалифицированного наблюдения за переносимостью нагрузок в течение рабочего дня и после него.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ГРАДАЦИИ
ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
ЗДОРОВЫХ ЛИЦ И БОЛЬНЫХ
С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ**

Основной показатель, отражающий функциональные возможности сердечно-сосудистой и дыхательной систем и физическое состояние в целом, — аэробная способность, т. е. величина максимального потребления кислорода. Этот показатель (л/мин, а точнее мл/мин/кг) или его энергетический эквивалент (кДж/мин, ккал/мин) относятся к ведущим в оценке и градациях физического состояния человека. Таким образом, субмаксимальные нагрузочные тесты, обеспечивающие информацию об аэробной способности, являются важнейшим методом оценки функционального состояния организма. Величина максимального потребления кислорода зависит от пола, возраста, физической подготовленности и варьирует в широких пределах. Нормальные величины максимального потребления кислорода у детей школьного возраста и у взрослых приведены в табл. 12 и 13.

Помещенные в табл. 12 и 13 данные получены при обследовании не очень больших контингентов, и в литературе имеются другие, в известной мере отличающиеся данные. Однако ими можно

Таблица 12. Максимальное потребление кислорода у детей и подростков (по J. Rutenfranz и T. Hettinger, 1959)

Возраст, лет	Мальчики		Девочки	
	л/мин	мл/мин/кг	л/мин	мл/мин/кг
9	1,51	50	1,22	40
11	1,93	50	1,49	39
13	2,35	50	2,03	43
15	3,17	53	2,02	38
17	3,7	54	2,19	38

воспользоваться для сравнения результатов обследования с должными величинами.

Одним из наиболее важных и наименее разработанных вопросов является выбор градаций при оценке физического состояния человека. Подразделение на категории физической годности крайне необходимо для выбора методики определения интенсивности физических тренировок, для производственных рекомендаций, оценки степени функциональной недостаточности и эффективности реабилитации больных с сердечно-сосудистой патологией.

Наиболее информативны такой суммарный функциональный показатель, как величина максимального потребления кислорода, или, к примеру, величина потребления кислорода при нагрузках, приводящих к частоте сердечных сокращений 170 в 1 мин — $\dot{V}_{O_2(170)}$, а также его энергетические эквиваленты.

Для оценки функционального состояния организма по величине максимального потребления кислорода предложены различные градации. Так, например Г. Л. Стронгин и А. С. Турецкая (1972) на основе применения максимальных нагрузочных тестов у мужчин выделяют четыре группы физической работоспособности: низкую — при максимальном потреблении кислорода менее 26 мл/мин/кг, пониженную — при 26—28 мл/мин/кг, удовлетворительную — при 29—38 мл/мин/кг и высокую — при более 38 мл/мин/кг.

В зависимости от величины максимального потребления кислорода с учетом возраста К. Ссорег (1970) выделяет пять категорий физического состояния (очень плохое, плохое, удовлетворительное, хорошее, отличное). Такая пятибалльная система может показаться излишне детализированной, однако наш опыт показывает, что она отвечает практическим требованиям и позволяет учитывать динамику физического состояния при обследовании здоровых кон-

Таблица 13. Максимальное потребление кислорода (мл/мин/кг) у взрослых (по К. Andersen с соавт., 1971)

Возраст, лет	Мужчины	Женщины
20—29	44	36
30—39	42	34
40—49	39	33
50—59	36	29
60—69	32	—
70—79	27	—

Таблица 14. Оценка физического состояния по величине максимального потребления кислорода, мл/мин/кг (по К. Соорег, 1970)

Группа физического состояния	Возраст, лет			
	молже 30	30—39	40—49	50 и старше
I. Очень плохое	Менее 25	Менее 25	Менее 25,0	—
II. Плохое	25,0—33,7	25,0—30,1	25,0—26,4	Менее 25
III. Удовлетворительное	33,8—42,5	30,2—39,1	26,5—35,4	25,0—33,7
IV. Хорошее	42,6—51,5	39,2—48	35,5—45	33,8—43
V. Отличное	51,6 и более	48,1 и более	45,1 и более	43,1 и более

Таблица 15. Энергетические границы различных групп физического состояния, ккал/мин

Группа физического состояния	Возраст, лет			
	молоче 30	30—39	40—49	50 и старше
I. Очень плохое	Менее 8,7	Менее 8,7	Менее 8,7	—
II. Плохое	8,7—12	8,7—10,5	8,7—9,2	Менее 8,7
III. Удовлетворительное	12,1—15	10,6—13,6	9,3—12,4	8,7—11,8
IV. Хорошее	15,1—18	13,7—16,3	12,5—15,8	11,9—15
V. Отличное	18,1 и более	16,4 и более	15,9 и более	15,1 и более

тингентов и лиц с умеренными функциональными нарушениями. Критерии К. Соорег для различных категорий физического состояния мужчин по величине максимального потребления кислорода приведены в табл. 14.

Мы подвели энергетический эквивалент под «кислородные» градации К. Соорег. Энергетические пределы для различных групп физического состояния в расчете на человека с массой тела 70 кг приведены в табл. 15.

Из данных табл. 15 видно, что предельные энергетические возможности для различных групп функционального состояния применительно к градации К. Соорег колеблются в широких пределах — с учетом возраста от менее 36,4 кДж/мин (8,7 ккал/мин) до более 63—75 кДж/мин (15—18 ккал/мин).

Ранее приведенные E. Michael с соавторами (1961), G. Lehmann (1962), I. Astrand (1967), F. Vonjer (1968) и других авторов данные свидетельствуют о недопустимости превышения 33—40 % максимальной аэробной способности при физических нагрузках на протяжении полного рабочего дня. Поэтому ориентировочно можно считать с учетом возрастных колебаний, что для лиц I группы физического состояния 8-часовые трудовые энергетические затраты не должны превышать 15 кДж/мин (3,5 ккал/мин), II группы — 15—19 кДж/мин (3,5—4,5 ккал/мин), III группы — 19—23 кДж/мин (4,5—5,5 ккал/мин), IV группы — 23,4—27 кДж/м (5,6—6,5 ккал/мин), для лиц V группы они могут быть выше этих величин.

Таким образом, определив с помощью субмаксимального нагрузочного теста максимальное потребление кислорода, можно установить группу физического состояния обследуемого и на этой основе учитывать динамику функционального состояния и давать практические рекомендации по труду, занятиям спортом и отдыху с учетом энергетических затрат на различные виды деятельности.

Болезни сердечно-сосудистой системы нередко приводят к глубоким нарушениям функции миокарда и выраженному снижению резервов сердца. В повседневной работе врача при решении вопроса о трудовых рекомендациях, назначении режима, оценке эффективности реабилитационных мероприятий часто необходимо определить функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Это является одной из основных задач при установлении инвалидности в работе ВТЭК. В связи с этим необходимо разработать четкие количественные критерии и градации физического состояния больных с сердечно-сосудистой патологией.

Градации физического состояния здоровых лиц не пригодны для указанных целей. Обусловлено это тем, что при выраженных патологических изменениях функциональные возможности сердечно-сосудистой системы у подавляющего большинства больных находятся ниже нижних пределов классификаций, предложенных для оценки физического состояния здоровых лиц.

Так, исследования, проведенные в нашей клинике Н. М. Верич, показали, что при субмаксимальных нагрузочных тестах на велоэргометре у 205 из 260 больных с недостаточностью клапанов сердца, готовящихся к протезированию клапанов, максимальное потребление кислорода, или $\dot{V}_{O_2(170)}$, было ниже 25 мл/мин/кг. Только у 31 (11,8 %) больного предельное потребление кислорода соответствовало II группе физического состояния («плохое») и лишь 16 (6,1 %) больных могли быть отнесены к III группе физического состояния («удовлетворительное»), а 9 (3,4 %) — к IV группе физического состояния («хорошее») по классификации К. Соорег. Таким образом, большинство больных (78,7 %) с выраженной недостаточностью клапанов сердца должны быть отнесены к I группе физического состояния («очень плохое»). В эту группу наряду с тяжелобольными с полной потерей физической работоспособности вошли и больные, находящиеся в значительно лучшем состоянии, с умеренными ограничениями трудоспособности.

Широко распространенная у нас классификация недостаточности кровообращения Стражеско и Василенко не полностью отражает физические возможности пациента. Поэтому мы считаем, что нужна дополнительная функциональная классификация, учитывающая различные уровни физической работоспособности больного. Опыт применения в США одной из таких функциональных градаций — классификация Нью-Йоркской ассоциации кардиологов (NYHA) — себя оправдал.

Классификация Нью-Йоркской ассоциации кардиологов выделяет четыре функциональных класса.*

I класс. Больные с заболеваниями сердца, но без ограничения физической активности. Обычная физическая активность не вызывает повышенной утомляемости, сердцебиения, одышки или ангинозной боли.

II класс. Больные с заболеванием сердца с умеренным ограничением физической активности. Обычная физическая нагрузка вызывает утомление, одышку, сердцебиение или ангинозную боль. Сохранен комфорт в покое.

III класс. Больные с заболеванием сердца со значительным ограничением физической активности. Умеренная физическая на-

* "Disease of the heart and blood vessels: nomenclature and criteria for diagnosis". Ed. 6, Little-Brown, Boston, 1964.

грузка вызывает утомление, одышку, сердцебиение или ангинозную боль.

IV класс. Больные с заболеванием сердца, которое лишает их возможности выполнять какую-либо физическую нагрузку без чувства дискомфорта. Симптомы сердечной недостаточности или ангинозная боль могут быть и в покое. Любая физическая активность усиливает дискомфорт.

Эту классификацию можно детализировать, разделив классы на подклассы с учетом перспектив улучшения состояния в результате лечения. Для каждого функционального класса, кроме первого, могут быть выделены три подкласса: А — с перспективами на переход в лучший функциональный класс в результате консервативного лечения, В — с перспективами на такой переход с помощью хирургического лечения, С — без перспектив на существенное улучшение состояния. Такая детализация способствует более точному прогнозированию исходов заболевания и дифференциации показаний к различным видам лечения.

Д. М. Аронов с соавторами (1982) на основе результатов нагрузочных тестов по величине «двойного произведения» (см. с. 70) выделяет 4 функциональных класса больных ИБС: I класс (самый легкий) — «двойное произведение» — 278 и выше, II класс — 218—277, III класс — 151—217, IV класс — ниже 150. К IV классу относят и больных, которые по тяжести состояния не могут выполнить нагрузочный тест. Авторы отмечают хорошую корреляцию выделенных групп по величине «двойного произведения» с другими показателями, отражающими функциональное состояние по результатам нагрузочных тестов.

На основе углубленной оценки физического состояния больных с сердечной патологией различной выраженности (врожденные и приобретенные пороки сердца, хроническая коронарная недостаточность) и анализа энергетических затрат на различные виды деятельности мы считаем целесообразным выделить пять групп функционального состояния. Для каждой из групп на основе результатов нагрузочных тестов установлены количественные градации физических возможностей.

Сложность заключается в том, что при сердечно-сосудистых заболеваниях лишь у части больных нагрузочный тест можно довести до расчетного субмаксимального уровня и определить максимальное потребление кислорода и физическую работоспособность. У остальных больных из-за тяжести состояния или особенностей патологии при физических тестах удается получить лишь информацию о пороговом уровне нагрузки, при котором появляются признаки ее неадекватности. При выборе критериев количественной оценки физического состояния мы попытались привести к единому знаменателю результаты тестов в обоих случаях, условно рассматривая пороговую нагрузку как максимальную.

Основным критерием для отнесения больных к той или иной группе физического состояния являются результаты субмаксимального нагрузочного теста — величина максимального потребления

кислорода или физическая работоспособность в пределах 75 % максимальных нагрузок (ФРС₁₇₀ для лиц моложе 30 лет и ФРС₁₅₀ — для старших возрастных групп).

Если же эти показатели установить не удастся, группа физического состояния определяется по пороговому уровню нагрузки, при котором возникли клинические или ЭКГ-признаки, свидетельствующие о достижении предела ее переносимости. Эти признаки подробно описаны на с. 39. В частности, у больных с хронической коронарной недостаточностью группа функционального состояния определяется по уровню нагрузки, при котором возникают болевой приступ или ишемические изменения на электрокардиограмме.

I группа — работоспособная. ФРС, или пороговая нагрузка, у мужчин выше 150 Вт (900 кгм/мин), у женщин — выше 125 Вт (750 кгм/мин). Потребление кислорода максимальное, или на пороговом уровне нагрузки, для мужчин — более 30 мл/мин/кг, для женщин — более 26 мл/мин/кг. Энергетический предел превышает для мужчин — 46 кДж/мин (11 ккал/мин), для женщин — 40 кДж/мин (9,5 ккал/мин). К этой группе относятся больные с незначительными патологическими изменениями сердечно-сосудистой системы, которые не сказываются на физическом состоянии и не ограничивают трудоспособность. Мужчины в течение полного рабочего дня могут выполнять работу с энергетическими затратами более 18 кДж/мин (4,4 ккал/мин), женщины — более 16 кДж/мин (3,8 ккал/мин). Лица этой группы практически полностью трудоспособны.

II группа — умеренно ограниченная. Для мужчин ФРС, или пороговая нагрузка, 101—150 Вт (601—900 кгм/мин). Потребление кислорода максимальное, или на пороговом уровне нагрузки, — 21,6—30 мл/мин/кг, энергетический предел — 33—46 кДж/мин (8,1—11 ккал/мин). Для женщин эти показатели составляют соответственно 86—125 Вт (501—750 кгм/мин), 18,6—26 мл/мин/кг, 29—40 кДж/мин (7,1—9,5 ккал/мин). В эту группу включаются больные со сниженными функциональными резервами сердечно-сосудистой системы и умеренным ограничением трудоспособности. В основном это больные с умеренными стадиями пороков сердца, умеренной коронарной недостаточностью, гипертонической болезнью без выраженных функциональных нарушений при более низкой, чем в предыдущей группе, переносимости физических нагрузок. Они могут выполнять физическую работу с энергетическими затратами для мужчин 13—18 кДж/мин (3,2—4,4 ккал/мин), для женщин — 12—16 кДж/мин (2,8—3,8 ккал/мин) без ограничений на протяжении полного рабочего дня. При длительной более тяжелой работе с большими энергетическими затратами у них возникает необходимость в дополнительном отдыхе для восполнения кислородного долга, который выше, чем в норме. Важную роль в улучшении физического состояния больных этой группы играет тренирующий режим в комплексе реабилитационных мероприятий.

III группа — значительно ограниченная. Для мужчин ФРС, или пороговая нагрузка, 51—100 Вт (301—

600 кгм/мин), потребление кислорода максимальное, или на пороговом уровне нагрузки,— 14,1—21,5 мл/мин/кг, энергетические пределы — 21—33 кДж/мин (5,1—8,0 ккал/мин). Для женщин эти показатели соответственно составляют 51—85 Вт (301—500 кгм/мин), 14,1—18,5 мл/мин/кг, 21—29 кДж/мин (5,1—7 ккал/мин). Эта группа охватывает больных со значительным уменьшением резервов сердечно-сосудистой системы, приведшим к ограничению трудоспособности: с выраженными стадиями пороков сердца, сопровождающихся явными нарушениями гемодинамики; хронической коронарной недостаточностью со значительно сниженной коронарной способностью; гипертонической болезнью в поздних стадиях. Трудовые возможности при полном рабочем дне ограничиваются энергетическими затратами для мужчин в пределах 8—13 кДж/мин (2,1—3,1 ккал/мин), для женщин — 8—11 кДж/мин (2,1—2,7 ккал/мин). Практически на протяжении полного рабочего дня больные могут выполнять лишь отдельные виды физического труда.

IV группа — не работоспособная. ФРС, или пороговая нагрузка, 15—50 Вт (100—300 кгм/мин). Потребление кислорода максимальное, или на пороговом уровне нагрузки,— 8—14 мл/мин/кг, энергетический предел — 10—21 кДж/мин (2,5—5 ккал/мин). Снижение физических возможностей, обусловленное патологическим процессом, на этом уровне уже полностью нивелирует функциональные различия, свойственные полу. Допустимые энергетические затраты в течение дня составляют 4—9 кДж/мин (1—2 ккал/мин). Физическое состояние больных практически лишает их возможности трудовой мышечной деятельности, однако пределы ее в основном достаточны для нефорсированной повседневной активности, передвижения, самообслуживания и т. д. Группа охватывает больных с различной тяжестью сердечно-сосудистой патологии, приведшей к глубоким функциональным нарушениям.

V группа — требующая ухода. Включает наиболее тяжелых больных, у которых глубокие патологические изменения привели к потере функциональных резервов сердца, ФРС, или пороговая нагрузка,— менее 15 Вт (100 кгм/мин), потребление кислорода максимальное, или на пороговом уровне нагрузки,— менее 8 мл/мин/кг, энергетические возможности этих больных — менее 4,2 кДж/мин (1 ккал/мин). Таким образом, энергетические возможности ограничивают двигательную активность, затрудняют самообслуживание в полном объеме. Если такое функциональное состояние сердечно-сосудистой системы обусловлено необратимыми изменениями, прогноз неблагоприятный.

Следует отметить, что у некоторых контингентов больных с сердечной патологией (пороки сердца, ИБС) повышаются затраты кислорода на единицу работы вследствие неэкономичности обменных процессов (Н. М. Амосов с соавт., 1978—1981; Я. А. Бендет с соавт., 1979—1981; И. К. Шхвацабая с соавт., 1978; Н. М. Верич, 1979). Если ориентироваться только на показатели потребления кислорода при нагрузочном тесте, данные об истинных физических

Таблица 16. Градации физического состояния больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и допустимый уровень нагрузки на протяжении полного рабочего дня для различных групп физического состояния

Группа физического состояния	Физическая работоспособность (субмаксимальная или пороговая нагрузка)		Потребление кислорода максимальное или на пороговом уровне нагрузки, мл/мин/кг	Допустимая нагрузка на протяжении полного рабочего дня	
	Вт	кгм/мин		кДж/мин	ккал/мин
I. Работоспособная	Более 150 (125)	Более 900 (750)	Более 30 (26)	Более 18,5 (16)	Более 4,4 (3,8)
II. Умеренно ограниченная	101—150 (86—125)	601—900 (501—750)	21,6—30 (18,6—26)	13,5—18,5 (12,8—16)	3,2—4,4 (2,8—3,8)
III. Значительно ограниченная	51—100 (51—85)	301—600 (301—500)	14,1—21,5 (14,1—18,5)	8,5—13,4 (8,5—12,7)	2,1—3,1 (2,1—2,7)
IV. Неработоспособная	15—50	100—300	8—14	4,2—8,4	1—2
V. Требующая ухода	Менее 15	Менее 100	Менее 8	Менее 4,2	Менее 1

Примечания. 1. Субмаксимальная нагрузка — ФРС₁₇₀ для лиц моложе 30 лет и ФРС₁₅₀ — для старших возрастных групп. 2. В группах I—III в скобках приведены показатели для женщин. В остальных группах показатели для мужчин — женщин одинаковые. 3. Допустимый уровень нагрузки на протяжении полного рабочего дня установлен в пределах 40 % энергетического предела — максимальной аэробной, или пороговой физической, способности.

возможностях больного могут оказаться завышенными. Поэтому при градациях физического состояния у больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями основным критерием следует считать физическую работоспособность, а данные о потреблении кислорода рассматривать в комплексе с этим показателем.

Сведения о градациях физического состояния больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и допустимом уровне нагрузки для больных, относящихся к различным группам физического состояния, приведены в табл. 16.

Примеры определения группы физического состояния

1. У больного 27 лет, массой 70 кг, с митральной недостаточностью II стадии во время теста на велоэргометре при нагрузке 600 кгм/мин частота сердечных сокращений была 135 в 1 мин. По номограмме Астранда — Риминг максимальное потребление кислорода составляет 2,8 л/мин, или 40 мл/мин/кг. По табл. 16 установлена I (работоспособная) группа физического состояния, энергетический предел — около 59 кДж/мин (14 ккал/мин), допустимые трудовые нагрузки на протяжении полного рабочего дня — до 23,4 кДж/мин (5,6 ккал/мин).

2. У больной 30 лет, массой 85 кг, с приобретенным пороком сердца во время теста на велоэргометре при нагрузке 150 кгм/мин частота сердечных сокращений была 108 в 1 мин, а при нагрузке 300 кгм/мин — 146 в 1 мин. По формуле В. Л. Карлмана с соавторами (с. 73) ФРС₁₇₀ составляет 390 кгм/мин, что по табл. 17 соответствует III (значительно ограниченной) группе физического состояния с трудовыми возможностями в пределах 8,8—11,3 кДж/мин (2,1—2,7 ккал/мин). Группа физического состояния в этом случае могла быть определена и по номограмме Астранда — Риминг.

3. У больного 46 лет, масса 80 кг, с хронической коронарной недостаточностью во время степ-теста при 10 подъемах в 1 мин на стандартную двойную ступеньку возник приступ стенокардии. Пороговая нагрузка, рассчитанная по формуле (с. 52), составляет 478 кгм/мин. По табл. 16 установлена III (значительно ограниченная) группа физического состояния.

4. У больного с хронической коронарной недостаточностью во время теста на велоэргометре при нагрузке 750 кгм/мин на электрокардиограмме появилась выраженная (более 0,2 мВ) ишемическая депрессия сегмента ST. В связи с достижением порогового уровня нагрузки тест прекращен. По табл. 16 установлена II (умеренно ограниченная) группа физического состояния.

5. У больного 35 лет с гипертонической болезнью II стадии при тесте на велоэргометре во время нагрузки 750 кгм/мин частота сердечных сокращений была 136 в 1 мин, однако артериальное давление возросло с 21,3/10,7 кПа (160/80 мм рт. ст.) в покое до 29,3/14,7 кПа (220/110 мм рт. ст.). Тест прекращен из-за значительного повышения артериального давления. Пороговая нагрузка — 750 кгм/мин, что по табл. 16 соответствует II (умеренно ограниченной) группе физического состояния с трудовыми возможностями в пределах 13,4—18,4 кДж/мин (3,2—4,4 ккал/мин).

6. У больной 28 лет с тяжелым сочетанным митрально-трикуспидальным пороком во время теста на велоэргометре при начальной нагрузке 75 кгм/мин возникла групповая желудочковая экстрасистолия. Тест прекращен. Пороговая нагрузка — 75 кгм/мин, что по табл. 16 соответствует наиболее тяжелой V (требующей ухода) группе физического состояния.

Указанные в табл. 16 энергетические пределы при определении физической работоспособности не идентичны предельным возможностям физической деятельности человека. Они лишь указывают на уровень нагрузок, которые при данном физическом состоянии могут выполняться в аэробных условиях без увеличения кислородного долга по сравнению с нормальными величинами. Больные каждой из функциональных групп могут кратковременно выполнять и нагрузки, требующие больших энергетических затрат, чем приведенные в таблицах. Однако в этом случае возрастает удельный вес неэкономичных анаэробных процессов в возмещении энергетических затрат. После такой запредельной нагрузки больной нуждается в дополнительном отдыхе для восполнения кислородного долга.

Мы понимаем всю условность приведенных градаций, однако такая классификация помогает врачу на основе результатов нагрузочных тестов определить уровень функционального состояния больного, изменения его физической способности под влиянием лечения и дать обоснованные количественными критериями рекомендации по режиму и труду.

Предложенные градации физического состояния в известной мере количественно отражают функциональные возможности больных различных классов в соответствии с классификацией Нью-Йоркской ассоциации кардиологов. Так, I, II и III группы ориентировочно соответствуют I, II и III классам, а IV и V группы суммарно — IV классу этой классификации.

Следует особо подчеркнуть, что выраженность и характер сердечно-сосудистого заболевания являются важными, но не единственными показателями физических возможностей пациента. Уровень физического состояния больного определяется тремя факторами: 1) *характером и тяжестью патологического процесса*, 2) *степенью тренированности*, 3) *физическим развитием* (рост, масса, телосложение, развитие мышечной системы и т. д.). Поэтому строго продуманные мероприятия по физической реабилитации создают возможности для улучшения функционального состояния зна-

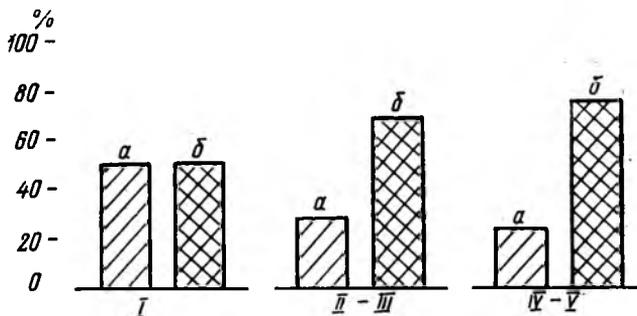


Рис. 29. Относительный объем сердца (V/S) у больных с недостаточностью клапанов сердца различных групп физического состояния (I; II—III; IV—V): а — менее $1000 \text{ см}^3/\text{м}^2$, б — более $1000 \text{ см}^3/\text{м}^2$

чительного большинства больных даже при выраженной сердечной патологии.

С целью выявления зависимости между физическим состоянием и выраженностью клинических показателей, отражающих тяжесть патологического процесса, у 136 больных с недостаточностью клапанов сердца, которым было показано протезирование клапанов, мы совместно с Н. М. Верич определили размеры сердца (V/S) в разных функциональных группах. Оказалось, что среди 24 больных I группы физического состояния относительный объем сердца составлял менее $1000 \text{ см}^3/\text{м}^2$ у 12 и превышал эту величину — также у 12, среди больных II—III групп аналогичные размеры сердца были у 10 и 22, а среди больных IV—V групп — соответственно у 22 и 58 (рис. 29).

Таким образом, у больных, находившихся в худшем физическом состоянии, чаще наблюдалось значительное увеличение размеров сердца. Однако мы не выявили строгой зависимости между выраженностью основных клинических показателей тяжести заболевания и уровнем физической работоспособности. Нередко у больных с пороком сердца, занимавшихся в прошлом физическим трудом, несмотря на более глубокие нарушения кровообращения (размеры сердца, изменения на ЭКГ, внутрисердечная гемодинамика и др.), переносимость физических нагрузок оставалась более высокой, чем у нетренированных лиц даже с менее выраженной патологией.

С учетом того, что результаты субмаксимальных нагрузочных тестов дают суммарную информацию о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы, этот показатель может быть использован для прогнозирования риска хирургического лечения пороков.

Мы проанализировали исходы операций протезирования клапанов сердца у 265 больных разных групп физического состояния (табл. 17).

Данные, приведенные в табл. 17, наглядно показывают возрастание риска протезирования клапанов сердца у больных, нахо-

Таблица 17. Результаты протезирования клапана сердца в зависимости от предоперационного физического состояния

Группа физического состояния	Протезирование митрального клапана		Протезирование аортального клапана		Многоклапанное протезирование		Всего больных	Умерли
	Всего больных	Умерли	Всего больных	Умерли	Всего больных	Умерли		
I. Работоспособная	5	—	14	1	2	—	21	1 (4,7 %)
II. Умеренно ограниченная	23	2	18	1	4	—	45	3 (6,6 %)
III. Значительно ограниченная	29	3	8	1	5	1	42	5 (11,9 %)
IV. Неработоспособная	49	6	11	2	7	3	67	11 (16,4 %)
V. Требующая ухода	73	11	9	2	8	3	90	16 (17,7 %)
Итого	179	22	60	7	26	7	265	36 (13,5 %)

дящихся в плохом физическом состоянии, с неудовлетворительными результатами нагрузочных тестов.

Таким образом, широкое применение нагрузочных тестов с учетом энергетических затрат позволяет врачу приблизиться к количественной оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы и состояния трудоспособности.

ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ СЕРДЦА

ЦИВИЛИЗАЦИЯ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Человечество столкнулось с проблемой борьбы с одной из наиболее опасных эпидемий за всю свою историю — ростом сердечно-сосудистых заболеваний. С каждым годом появлялись все новые и новые данные о неуклонном нарастании частоты и тяжести этих болезней. Статистические материалы¹ показывают, что в Советском Союзе смертность от сердечно-сосудистых заболеваний возросла с 247,3 в 1960 г. до 337,9 на 100 000 населения в 1967 г. (на 36 %), в том числе от атеросклеротического кардиосклероза — на 71,8 %, от атеросклероза коронарных сосудов, грудной жабы и инфаркта миокарда — на 34 %. Только при ревматических болезнях сердца отмечено некоторое снижение смертности (на 18,3 %).

В Киеве в 1966 г. частота инфаркта миокарда составила 11,39 на 10 000 населения и по сравнению с 1960 г. возросла почти в 2 раза (А. И. Грицюк, 1973).

Аналогичная динамика наблюдалась во многих странах мира. Смертность от атеросклеротических поражений сердца среди мужчин в возрасте 40—59 лет за 10 лет (1952—1962) возросла в Италии на 14 %, в Дании — на 33 %, в Нидерландах — на 62 % (И. А. Рывкин, 1971).

Смертность среди мужчин от сердечно-сосудистых заболеваний, в основном от ишемической болезни сердца, возросла в США с 1955 по 1964 г. у лиц в возрасте 35—44 лет на 60 % и более, в возрасте 45—65 лет — на 16,33 %, среди молодых людей до 31 года — на 5—15 % (В. И. Метелица, 1971).

В 1960 г. в США зарегистрировано 900 000 случаев смерти от сердечно-сосудистых заболеваний. Если исключить смертельные исходы, связанные с несчастными случаями, самоубийствами и родами, то это составит около 70 % смертности взрослого населения страны (А. Blumenfeld, 1966). У среднего, кажущегося здоровым американца риск развития коронарной болезни в возрасте до 60 лет составляет 20 % (J. Stamler с соавт., 1971).

Отмечалась четкая тенденция к росту заболеваемости и смертности в более молодом возрасте. По данным П. Е. Лукомского (1965), 6 % мужчин и 11,5 % женщин, больных инфарктом миокарда, оказались моложе 39 лет.

D. Sprain проанализировал результаты вскрытий за 20 лет и в 1960 г. сообщил о том, что в настоящее время среди людей 40-лет-

¹ «Вестник статистики», 1969, № 2, с. 81.

него возраста атеросклероз распространен более широко, чем среди людей в возрасте 50 лет прошлого поколения, причем во всех возрастных группах поражения коронарных артерий более тяжелые, чем у предыдущего поколения 10 годами старше. Н. Schanoff на основе обследования семей, в которых имеются лица, страдающие заболеваниями сердца, установил, что инфаркт миокарда поражал детей на 20 лет раньше, чем их родителей. При вскрытии 300 убитых американских солдат в среднем возрасте 22 лет у каждого десятого просвет коронарных артерий был сужен более чем на 50 %, а у каждого четвертого — на 20 %, хотя они к моменту гибели считались здоровыми (цит. по А. Blumenfeld, 1966).

Только в 1910 г. В. П. Образцов и Н. Д. Стражеско впервые дали классическое описание клинической картины инфаркта миокарда. Еще 50 лет тому назад это заболевание встречалось очень редко и описывалось как казуистика, а сегодня оно является наиболее тяжелым и распространенным в экономически развитых странах.

История медицины показывает, что возникновение тяжелых эпидемий обусловлено сочетанием многих неблагоприятных факторов. Несмотря на то что микобактерия туберкулеза существовала многие тысячелетия, только промышленная революция и развитие капиталистического общества с бурным ростом городов, перенаселением, антисанитарией, отсутствием медицинской помощи и изнурительной работой привели к тяжелой эпидемии туберкулеза в XIX веке. «В XX веке на смену туберкулезу пришла коронарная болезнь сердца как великая эпидемия нашей эры в индустриальных странах. Это заболевание зрелого, передового, индустриально развитого общества так же, как туберкулез, был эпидемической болезнью его детства и юности» (J. Stamler с соавт., 1971).

Быстрое распространение сердечно-сосудистых заболеваний в экономически развитых странах связано с определенными социально-культурными условиями. Среди них важнейшую роль играют неоправданное избыточное питание и снижение физической активности населения в современном цивилизованном обществе.

Биологическая эволюция человека в основном завершилась 50—100 тыс. лет назад во времена кроманьонца (Я. Я. Рогинский и М. Г. Левин, 1955; А. П. Быстров, 1957; Г. И. Косицкий, 1972). На смену ей пришли социальные взаимоотношения, которые и определяют все дальнейшее развитие человеческого общества. С тех пор биологические законы жизнедеятельности человека и строение его тела существенно не изменились.

Главную роль в происхождении человека сыграл труд, и организм человека приспособлен к тяжелому физическому труду, который обеспечивал нашим предкам возможность существования. Сегодня мышечная работа продолжает оставаться важнейшим фактором активизации резервов и поддержания высокого функционального состояния физиологических систем человеческого организма. Физическая работа всегда связана со значительным возрастанием энергетических затрат, а следовательно, и потребления

кислорода. Обеспечение этих повышенных требований приводит к стимулированию функции всех систем и в первую очередь сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и регулирующих — нервной и эндокринной.

Все поведение человека так же, как и любого животного, подчинено принципу экономичности. Первобытному человеку пищи почти всегда не хватало, а силы нужно было тратить на поиски еды, бегство от врага. Поэтому человек неохотно выполняет бесполезную для инстинктов работу, так как она связана с дополнительной тратой энергии. Животным и людям присущ могучий рефлекс лени. Исключения составляют дети, которые, казалось бы, бесполезно затрачивают на игру массу энергии. Но это не бесполезные траты. Они предназначены для жизненно необходимой тренировки резервов организма.

В современном индустриальном обществе принцип экономии энергии вступает в противоречие с необходимостью тренировки резервов. Сейчас почти исчезла необходимость в значительной физической работе. Понятие «в поте лица добывать свой хлеб» в наши дни стало анахронизмом.

Механизация трудоемких процессов, введение автоматки, рост удельного веса профессии умственного труда и уменьшение количества работающих физически — явления повсеместные. Например, введение автоматической поточной линии на одном из ленинградских заводов привело к сокращению обслуживания ее до двух человек, причем на производственные процессы, не связанные с физическим трудом (наблюдение за оборудованием и управление), стало расходоваться 94 % рабочего времени (Г. Ф. Комаров и В. Р. Полозов, 1965).

В обрабатывающей промышленности США с 1947 по 1960 г. выпуск продукции возрос на 44 %, при этом число рабочих сократилось на 4 %, а количество служащих увеличилось на 63 %. За 60 лет (1900—1960) количество канцелярских работников в США возросло в 11 раз (В. И. Терещенко, 1970).

Одной из главных причин гиподинамии явилось также развитие всех видов транспорта, особенно автомобильного. В нашей стране ежегодно только автобусами городских и междугородних линий перевозится 22 млрд. пассажиров. На каждого жителя города в среднем приходится 157 поездок в год, средняя продолжительность каждой поездки составляет 5,4 км, а в течение года городской житель в среднем проезжает на автомобиле 847 км (Г. И. Косицкий, 1971). Во многих зарубежных странах эти показатели еще выше, причем автомобильный транспорт у нас и за рубежом продолжает быстро развиваться. Как отмечает Р. White, «главная опасность автомобилей заключается не в том, что они могут служить причиной несчастных случаев, а в том, что они отучают людей передвигаться с помощью ног».

По ориентировочным подсчетам академика А. Берга, еще в середине XIX века на земном шаре 94 % всей энергии производилось мышечной работой, а теперь — лишь 1 %.

Урбанизация приводит и к увеличению числа многоэтажных домов, а следовательно, и лифтов. Долгие часы гиподинамии связаны с телевизором.

Все это, конечно, удобно. Но за удобства приходится платить. И человек платит. Гиподинамия приводит к детренированности — главной причине катастрофического роста сердечно-сосудистых заболеваний. В результате детренированности снижаются функции и резервы всех органов. Это не только ослабление и атрофия мышц, но и функциональная неполноценность сердца с выраженными атеросклеротическими изменениями коронарных сосудов. Такое неполноценное сердце физически неактивного человека в современном цивилизованном мире W. Raab (1966) называет «сердцем деятельного бездельника» и призывает лечить его физическими нагрузками.

Имеется большое количество фактов, свидетельствующих о роли гиподинамии в возникновении и течении сердечно-сосудистых заболеваний. J. Morris (1958) одним из первых пришел к выводу, что у лиц, занимающихся физическим трудом, реже приходится наблюдать развитие коронарной болезни в среднем возрасте; если же она у них все-таки есть, то протекает в более легкой форме и развивается позже, чем у людей, профессия которых не связана с выполнением физической работы. Физическая работа, таким образом, является защитой от коронарной болезни. P. Astrand и K. Rodahl (1970) указывают, что риск смерти от коронарной болезни у физически неактивных лиц в 2—3 раза больше, чем у активных. Аналогичную зависимость отмечают A. Menotti с соавторами (1969) и др.

А. Д. Валтнерис (1971), исследуя скорость распространения пульсовой волны, отметил, что склеротические изменения артериальной системы возникают у физически неактивных лиц на 10 лет раньше, чем у занимающихся физическим трудом и спортом.

Заболеваемость инфарктом миокарда во многих городах нашей страны среди служащих в 2¹/₂—3 раза выше, чем у рабочих (И. А. Рывкин, 1971). Летальность в течение первых 4 нед с момента возникновения инфаркта миокарда у лиц, занимающихся физическим трудом, составляла 17 %, а у физически неактивных — 49 % (Ch. Frank с соавт., 1966, 1968). Среди работников Уралмашзавода, перенесших инфаркт миокарда, за 3 года с начала развития заболевания повторные инфаркты миокарда развились у рабочих в 3,7 %, а у служащих — в 13,3 % случаев, умерли в эти же сроки 7,4 % рабочих и 16 % служащих (В. С. Волков, 1972).

Г. И. Косицкий (1971) отмечает зависимость между количеством легковых автомобилей на 1000 человек и смертностью мужчин в возрасте 55—64 лет от атеросклеротических поражений сердца в разных странах.

Второй ведущей причиной эпидемии сердечно-сосудистых заболеваний в экономически развитых странах является избыточное питание.

Как мы знаем, питание диких животных крайне нерегулярно.

Периоды достаточного количества пищи сменяются длительными голодовками. Поэтому эволюция отработала механизм создания энергетических запасов в виде жира, очень экономичного в смысле массы энергетического материала: 1 г его дает 39 кДж (9,3 ккал), в то время как 1 г углеводов и белков — всего лишь по 17 кДж (4,1 ккал). Механизм запасаания энергии выражается в жадности к пище, в повышенном аппетите. Животное получает большое удовольствие от еды, и это позволяет ему съесть пищи больше, чем нужно для восполнения текущих энергетических затрат. Избыток откладывается в виде жира — это резерв на случай голода. Для диких животных ожирение не опасно. Хорошо действует обратная связь: избыточная масса ведет к уменьшению подвижности животного, способность к добыванию пищи падает, излишки жира потребляются, и снова устанавливается его полезный уровень.

Аппетит является не только отражением недостатка или избытка питательных веществ в крови в данное время. Это в значительной мере психическая функция, которую можно подавлять, уменьшать или же, наоборот, тренировать.

В современном обществе в экономически развитых странах человек впервые получил практически неограниченную возможность потребления высококалорийной пищи животного происхождения. Такое питание с повышенной по сравнению с затратами калорийностью, высоким содержанием насыщенных животных жиров, холестерина, углеводов, сахара, соли способствует гиперлипидемии с последующим развитием атеросклероза, коронарной и гипертонической болезни.

Неоправданное обогащение диеты, не соответствующее энергетическим расходам организма, приводит к нарушению калорийного баланса и развитию ожирения, которое в наши дни стало широко распространенным даже в молодом возрасте. Так, в США ожирение наблюдается у 20 % лиц в возрасте 13—19 лет и у 50 % лиц среднего возраста (J. Stamler с соавт., 1971). Средний американец ежегодно прибавляет в массе 1—1,5 кг, и в 45 лет его масса на 25 кг больше, чем в 25 лет (A. Blumenfeld, 1966).

Связь между питанием, особенно избыточным потреблением насыщенных жиров животного происхождения и пищевых продуктов, богатых холестерином, и преждевременным возникновением атеросклероза установлена давно. Гиперхолестеринемия рассматривается как один из ведущих факторов риска в возникновении коронарной болезни. В Москве гиперхолестеринемия наблюдается у 22,3—26 % мужчин 50—54 лет (В. И. Метелица, 1971). В Уфе гиперхолестеринемия выявлена у 6,5 % рабочих и 13,8 % научных работников (Л. Н. Мингазетдинова, 1969).

В США 45 % суточного энергетического баланса, достигающего 13 800 кДж (3300 ккал), составляют животные жиры и гидрогенизированные растительные масла, в Чехословакии средняя энергетическая ценность пищи составляет 13 000 кДж (3100 ккал), из которых 32 % приходится на жиры, в Японии — 8800 кДж (2100 ккал), причем на жиры приходится только 15 % ее. Смерт-

ность от коронарной болезни на 100 000 жителей в этих странах в 1967 г. соответственно составила 211,8, 101,3 и 39,1 (L. Hlouscal и L. Dušek, 1971).

P. White отмечает, что в районе Неаполя среди населения, питавшегося малокалорийной пищей, содержащей преимущественно ненасыщенные жиры, обеспечивающие лишь 20 % ее калорийности, была отмечена чрезвычайно низкая заболеваемость коронарной болезнью — всего 3 %. При обследовании же пожилых мужчин, которые переехали из Неаполя в Бостон, где в течение длительного времени они придерживались характерного для США питания, богатого насыщенными жирами, частота инфаркта миокарда оказалась значительно выше. За период, когда количество потребляемых жиров увеличилось с 20 до 40 % суточной энергетической ценности пищи, частота инфарктов миокарда среди этой группы мужчин возросла с 3 до 18 % (цит. по A. Blumenfeld, 1966).

В литературе приводится большое количество данных о положительном влиянии гипохолестеринемической диеты на профилактику ишемической болезни сердца. Так, O. Turgerin с соавторами (1968) сообщает, что после 6 лет применения гипохолестеринемической диеты у 234 мужчин в возрасте 34—64 лет отмечено 14,4 % случаев ишемической болезни сердца, а в контрольной группе у 172 мужчин, не соблюдавших диеты, — 33 %. A. Keys (1968) отмечает, что среди лиц, регулярно соблюдавших гипохолестеринемическую диету, инфаркт миокарда возник в 4,3 %, у нерегулярно ее применявших — в 7,5 %, а в контрольной группе — в 10,3 % случаев.

Избыточное питание и гиподинамия как факторы риска возникновения коронарной болезни неразрывно связаны друг с другом. Каждый из них усугубляет другой. Чем менее физически активен человек, тем ниже его энергетические затраты, поэтому и обычный пищевой рацион становится для него избыточным. Напротив, при интенсивной мышечной работе окисляется до 400—500 г жиров в сутки.

Интенсивный физический труд, способствуя окислению жиров, снижает уровень холестерина в крови и уменьшает опасность атеросклероза. A. Blumenfeld (1966) приводит данные E. Golding о том, что в результате интенсивных физических упражнений на протяжении года уровень холестерина в крови снижается на 25 %. Он также отмечает, что финские лесорубы, которые в 3 раза больше потребляют той же самой пищи, что горожане, имеют одинаковый с ними уровень холестерина в крови.

Согласно данным D. Wysham с соавторами (1970), инфаркт миокарда чаще возникает у мужчин, выполняющих сидячую высокооплачиваемую работу, так как в этих случаях сочетаются неблагоприятные факторы гиподинамии и избыточного питания.

В табл. 18 представлена длительность различных физических упражнений, необходимая для расхода энергии, полученной с пищей. Таблица наглядно показывает, что физический труд сам по себе не может нивелировать явно избыточный пищевой рацион.

Таблица 18. Длительность физических упражнений (в мин), необходимая для расхода энергии, полученной с пищей

Пища	кДж (ккал)	Ходьба	Езда на велосипеде	Плавание	Бег	Отдых в шезлонге
Бекон, 2 ломтика	402 (96)	16	12	9	5	74
Бутерброд с котлетой	1465 (350)	67	43	31	18	269
Ветчина, 2 ломтика	699 (167)	32	20	15	9	128
Горошек зеленый, 1/2 чашки	234 (56)	11	7	5	3	43
Желатин с кремом, 1 порция	490 (117)	23	14	10	6	90
Картофель жареный, 1 порция	452 (103)	21	13	10	6	83
Коктейль молочный	2102 (502)	97	61	45	25	386
Майонез	247 (59)	11	7	5	3	45
Морковь свежая, 1 шт.	176 (42)	8	5	4	2	32
Молоко, 1 стакан	695 (166)	32	20	15	9	128
Мороженое, 1 порция	808 (193)	37	24	17	10	148
Макароны, 1 порция	1658 (396)	76	48	35	20	305
Оладьи с сиропом	519 (124)	24	15	11	6	95
Пиво, 1 стакан	477 (114)	22	14	10	6	88
Пирожок жареный	632 (151)	29	18	13	8	116
Пирог яблочный	1578 (377)	73	46	34	19	290
Свинья отбивная	1315 (314)	60	38	28	16	242
Сок апельсиновый, 1 стакан	502 (120)	23	15	11	6	95
Творог, 1 столовая ложка	113 (27)	5	3	2	1	21
Торт, 1 кусок	1491 (356)	68	43	32	18	274
Хлеб с маслом, 1 кусок	327 (78)	15	10	7	4	60
Цыпленок жареный, 1/2 грудинки	971 (232)	45	28	21	12	178
Яблоко большое	423 (101)	19	12	9	5	78
Яйцо жареное	461 (110)	21	13	10	6	85

Примечание. Указанные данные рассчитаны для человека с массой тела 70 кг, при следующих энергетических затратах: ходьба со скоростью 5 км/ч — 5,2 ккал/мин, езда на велосипеде — 8,2 ккал/мин, плавание — 11,2 ккал/мин, бег — 19,4 ккал/мин, отдых — 1,3 ккал/мин (по F. Konischl, 1965).

Для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и поддержания нормальной массы физическая активность должна сочетаться со строгой диетой, включающей все необходимые питательные вещества.

Стресс, напряжение и конфликт в современном цивилизованном обществе также вносят свою лепту в распространение сердечно-сосудистых заболеваний. Природа подарила человеку механизмы эмоционального напряжения, которые помогают максимально активизировать силы в угрожающих ситуациях. Эмоции страха и гнева придают силы. Это позволяет убежать от опасности или активно защищаться. В состоянии эмоционального напряжения человек может сделать работу, для него непосильную в обычных условиях.

В процессе биологического развития человека механизмы эмоций сыграли важную роль в сохранении вида. Они остались неизменными с первобытных времен и сегодня нередко входят в конфликт с укладом жизни цивилизованного общества.

Стресс мобилизует все органы и системы человека к чрезвычайной мышечной деятельности, однако ситуации, при которых возникает эмоциональное напряжение, как правило, требуют не физических, а мыслительных решений. Эмоциональное напряжение остается неразряженным, что приводит к глубоким физиологическим сдвигам. В частности, повышенное выделение катехоламинов при стрессе ухудшает условия коронарного кровообращения и приводит к увеличению кислородных потребностей миокарда. На фоне атеросклеротических изменений венечных сосудов это особенно опасно. Поэтому желательно, чтобы после эмоционального напряжения наступила физическая разрядка (быстрая ходьба, бег и т. д.), при которой нормализуется содержание в крови адреналина и других гормональных веществ и восстанавливается нормальный фон физиологических функций. Опасны не эмоции, а их подавление. Среди многих факторов риска коронарной болезни, которые выявляются при эпидемиологических исследованиях, наряду с перечисленными, считаются ведущими также курение и гипертоническая болезнь.

Многочисленные исследования указывают на связь роста частоты сердечно-сосудистых заболеваний с условиями жизни в современном экономически развитом обществе. Это сочетание гиподинамии и избыточного питания со стрессовыми ситуациями, курением и т. д. Если нет сочетания этих неблагоприятных факторов, опасность атеросклероза и коронарной болезни невелика. Примером тому может служить низкая частота атеросклеротических изменений и инфаркта миокарда во многих странах Азии, Африки и Латинской Америки, где физический труд тяжелый, диета низкокалорийная, удельный вес жиров в ней невелик (менее 15 %), причем используются в основном ненасыщенные жиры растительного происхождения.

Многочисленные исследования в Африке показали исключительную редкость атеросклеротических поражений и инфаркта миокарда у негритянских племен. Но если представители этих же племен длительно жили в США, работали и питались по американским стандартам, частота атеросклероза и коронарной болезни у них приближалась к частоте этих заболеваний у белого населения страны.

Широко известен факт резкого уменьшения частоты стенокардии и инфаркта миокарда в тяжелых условиях блокады Ленинграда. Как подчеркивает И. В. Давыдовский (1966), долгожители, как правило, люди, жившие в трудных условиях и выполнявшие в течение всей жизни нелегкую физическую работу. Многочисленные примеры этого — долгожители Азербайджана, Дагестана, Якутии.

Сердечно-сосудистые заболевания не зря называются «болезнями цивилизации». Условия современного индустриального общества приводят к противоречиям между биологическими особенностями человека и его укладом жизни. В результате катастрофически нарастает частота атеросклероза и его последствий — коронарной и гипертонической болезни.

Можно ли остановить прогрессирующее ухудшение здоровья людей или это фатально связано с развитием техники и благосостояния? Несомненно, можно. Для этого нужно привести образ жизни современного человека в соответствие с природой. Допустимо даже большее — перекрыть «запроектированные» природой сроки жизни. Современная наука и цивилизация в состоянии обеспечить человеку правильное питание, защитить его от вредных воздействий, идеально откорректировать режим, создать все условия для длительной здоровой жизни.

Сейчас еще полностью не разработаны оптимальные режимы, но контуры их достаточно хорошо намечены. Если бы люди следовали этим наметкам, уже сейчас многое было бы сделано. «Человек разумный» — Homo Sapiens — не зря же он так называется! Кажется, можно убедить человека в том, что он неправильно живет, показать, как жить правильно. К сожалению, убедить — это совсем не просто.

Люди живут по моде. Мода — это не только форма прически. Мода — это и поведение, приобретающее способность распространяться, которого придерживается значительная часть общества. Значит, можно говорить о моде на образ жизни, на режим питания, на фигуру, т. е. о вещах, которые непосредственно касаются болезней. Законы моды призвана изучать социология, но можно перечислить некоторые факторы, имеющие прямое отношение к здоровью.

Распространение моды основано на рефлексе подражания. Легче усваиваются те формы поведения, которые в какой-то степени связаны с биологическими потребностями организма, его рефлексам и инстинктами.

Мода сохраняется тем дольше и внедряется тем глубже, чем шире естественная биологическая база соответствующего акта поведения. Можно говорить о некоторых ее фазах. Первая — это интерес к новому явлению, вторая — адаптация, третья — спад. Мода начинает распространяться тогда, когда процент ее последователей достигает некоторого критического уровня. Есть мода «за», существует и мода «против», даже если она основана на предрассудках.

Возьмем, например, эстетические вкусы у нас в стране. Худых не одобряют. Видимо, для этого есть биологические корни — полные были более жизнеспособны. Почему-то господствует уважение к степенности и солидности, особенно приличествующей возрасту. Медицина тоже вносит свой вклад в эту моду — своими догмами недостаточно стимулирует физическую активность, ограничение в еде, невольно воспитывает расслабление. Но дело не безнадежно. Мода не вечна, она управляема, например, средствами массовой коммуникации, массовой культуры.

Сейчас нужно создать новую моду — моду на здоровье. Нужно убедить людей попробовать изменить свой образ жизни, чтобы ощущать удовольствие от здоровья. Но сначала нужно научить — и это первая задача медицины.

Таблица 19. *Рекомендуемая масса тела в килограммах*
(по А. А. Покровскому, 1966)

Рост, см	Грудная клетка			Рост, см	Грудная клетка		
	узкая	нормальная	широкая		узкая	нормальная	широкая
	Мужчины			Женщины			
156,0	49,3	56,0	62,2	152,5	47,8	54,0	59,0
157,5	51,7	58,0	64,0	155,0	49,2	55,2	61,6
160,0	53,5	60,0	66,0	157,5	50,8	57,0	63,1
162,5	55,3	61,7	68,0	160,0	52,1	58,5	64,8
165,0	57,1	63,5	69,5	162,5	53,8	60,1	66,3
167,5	59,3	65,8	71,8	165,0	55,3	61,8	67,8
170,0	60,5	67,8	73,8	167,5	56,6	63,0	69,0
172,5	63,3	69,7	76,8	170,0	57,8	64,0	70,0
175,0	65,3	71,7	77,8	172,5	59,0	65,2	71,2
177,5	67,3	73,8	79,8	175,0	60,3	66,5	72,5
180,0	68,9	75,2	81,2	177,5	61,5	67,7	73,7
182,5	70,9	77,2	83,6	180,0	62,7	68,9	74,9
185,0	72,8	79,2	85,2				

В последнее десятилетие впервые, наконец, наметились некоторые положительные сдвиги. В основе мероприятий по первичной профилактике ишемической болезни сердца лежит уменьшение отрицательной роли основных факторов риска: 1) изменение питания с целью профилактики или снижения гиперлипидемии, уменьшения избыточной массы тела, снижения артериальной гипертензии, контроля за сахарным диабетом; 2) борьба с курением; 3) улучшение профилактики и лечения артериальной гипертензии; 4) борьба с гиподинамией.

В 10 странах мира отмечено снижение смертности от сердечно-сосудистых заболеваний. Так, например, в США с 1968 по 1978 г. смертность от сердечно-сосудистых заболеваний среди мужского населения в возрасте 35—74 лет снизилась на 27,7 %. Аналогичные сдвиги достигнуты и у женщин. Если исходить из ожидаемого показателя смертности по данным 1968 г., то только в США за 10 лет было спасено 804 тыс. мужчин в возрасте 35—74 лет. Такое снижение смертности наступило на фоне коренного изменения режима питания со значительным уменьшением в рационе пищевых продуктов с большим содержанием холестерина и животных жиров, уменьшением числа курящих на 20 %, улучшения профилактики и лечения артериальной гипертензии, значительного повышения физической активности населения (Р. Г. Оганов, В. И. Метелица, 1982). Значительное количество исследований, подтверждающих благотворное влияние устранения приведенных факторов риска на снижение заболеваемости и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в различных странах и регионах, были представлены на Международной конференции по профилактической кардиологии в Москве (1985).

Режим здоровья — это определенный образ жизни человека, способствующий восстановлению, поддержанию и развитию резервов организма. Его важнейшими факторами являются правильное питание и физическая активность.

Суть правильного питания — ограничение энергетической ценности и удельного веса жиров животного происхождения, ограничение соли при полноценном наборе жизненно необходимых веществ. Это соответствует установкам А. А. Покровского (1966) о сбалансированной диете, т. е. о строгом соответствии количества потребляемой пищи энергетическим тратам организма. Важнейшим показателем сбалансированности диеты, ее соответствия режиму жизни и физическому развитию человека служит постоянство массы тела. В каждой семье должны быть весы, чтобы регулярно взвешиваться и по изменениям массы регулировать количество пищи.

Предложено много формул для расчета нормативов массы, но большинство из них были выведены для лиц физического труда с развитыми мышцами. С учетом снижения физической активности в современных условиях эти формулы, как правило, в большей или меньшей степени завышают нормы массы. Ориентировочно нормы массы для лиц разного пола и телосложения можно определить по табл. 19.

Дополнительными критериями соответствия массы норме является развитие подкожных жировых отложений. Кожная складка на животе должна быть толщиной 1—1,5 см, у женщин — несколько больше в связи с особенностями распределения у них жировых отложений. Можно ориентироваться и на кожную складку под лопаткой — она должна быть такой же толщины.

Ограничения в питании обязательно должны сочетаться с полноценным составом пищи. Необходимы в достаточном количестве белки животного происхождения, витамины и микроэлементы. Жиры и углеводы тоже нужны организму, но они представляют собой энергетический материал и их количество должно соответствовать энергетическим затратам.

Уже говорилось о необходимости ограничения соли и животных жиров в любом возрасте, но особенно в пожилом. А. А. Покровский рекомендует ограничивать потребление сахара до 20—25 г. Для тучных людей с избыточной массой в 10—20 кг ограничения особенно строгие. На период похудения нужно исключить всякие жиры, в том числе и растительные, так как и они дают 39 кДж (9,3 кал) на 1 г. Такого ограничения опасаться не следует, так как необходимый минимум жиров организм получит с молочными и мясными продуктами. Нужно отказаться от хлеба и мучных продуктов, ограничить потребление картофеля, сладких фруктов.

Все перечисленные ограничения должны быть восполнены большим количеством сырых овощей, вареного нежирного мяса, обезжиренными супами и молочными продуктами.

Людям с нормальной массой строго соблюдать диету не нужно. Но и им следует ограничивать потребление животных жиров,

соли и сахара, уменьшая энергетическую ценность рациона, когда масса возрастает, и расширяя его, когда масса снижается.

Наши рекомендации по питанию при избыточной массе следующие.

Предусматривается ограничение пищевого рациона с целью постепенного уменьшения массы до величины, приближающейся к ростовым нормам, в срок 16—20 нед. Еженедельная потеря массы должна быть не менее 0,5—1 кг. Взвешиваться необходимо не реже 2—3 раз в нед. В рационе ограничены продукты, способствующие прогрессированию атеросклероза.

1. Значительное ограничение животных жиров. Допускается употребление сливочного масла до 15 г, сметаны — до 1 столовой ложки в день; сливки исключаются. Остальные молочные продукты можно употреблять без ограничений.

2. Дневная норма растительных жиров — не более 2 десертных ложек.

3. Употребление только обезжиренных супов (снимается отстоявшийся жир).

4. Ограничение соли (употребление недосоленной пищи, исключение острых и соленых блюд).

5. Исключение из рациона продуктов, богатых холестерином: субпродуктов (печень, почки, мозги, сердце), жирных сортов мяса и рыбы (жирная свинина, утка, гусь, рыбные консервы в масле и др.).

6. Ограничение яиц до 3—4 в неделю. Омлеты из белков можно употреблять без ограничений.

7. Отварное мясо и рыбу можно употреблять без ограничений.

8. Овощи и фрукты (кроме картофеля, винограда, абрикосов) употребляются без ограничений, *но не менее 0,75 кг в день*, в разнообразном ассортименте. Не менее половины количества овощей должно быть в сыром виде.

9. Ограничение сахара до 4 кусков в день и исключение сладких блюд (пирожные, конфеты, торты).

10. Хлеб, картофель и крупяные блюда резко ограничивают, всего не более 200 г в сутки. Если масса превышает норму на 20 кг, картофель и крупяные блюда исключают, а количество хлеба уменьшают до 100 г.

11. Употребление жидкости при отсутствии сердечной недостаточности не ограничивается и может достигать 1,5—2 л в сутки, включая фрукты, супы и т. д.

12. Принимать пищу не реже 4 раз в сутки.

По восстановлению нормальной массы можно перейти на более расширенный рацион.

Применение этих рекомендаций в нашей клинике у больных с хронической коронарной недостаточностью с избыточной массой способствовало значительному улучшению состояния и уменьшению массы в среднем на 9 кг, причем некоторые тучные больные в течение 6—12 мес теряли 15—20 кг. Мы широко применяли эти рекомендации и при подготовке к операции больных с пороками сердца с избыточной массой и смогли убедиться в их высокой эффективности.

Когда мы говорим о рациональном режиме питания, то прежде всего имеем в виду ограничения. Ограничения в еде поначалу переносятся с трудом, и без ощущения голода не обойтись. Аппетит — психическая функция, и чтобы «детренировать» его, требуется примерно 3 мес. После этого срока ощущение голода притупляется, и человек чувствует себя сытым, употребляя небольшое количество пищи. Главное — не бояться чувства голода. Оно не является сигналом опасности для организма, если у человека нормальная масса и он получает полноценную по составу пищу.

Люди должны съедать гораздо меньше пищи, чем съедают сейчас. Необходимо помнить, что едой не столько покрываются

потребности организма, сколько удовлетворяется аппетит. Нужно внушить населению, что не надо опасаться худобы. Худые всегда здоровее толстых.

Данные американских страховых обществ показывают, что если принять число смертных случаев в США среди лиц с нормальной массой за 100, то среди тучных оно составило в возрасте 20—29 лет у женщин — 180, у мужчин — 134, 30—39 лет — соответственно 169 и 152, 40—49 лет — 152 и 150, 50—64 лет — 134 и 138. В целом (возраст 20—64 года) при умеренной тучности показатель смертности у женщин был 142, у мужчин — 142, а при значительной — соответственно 179 и 161 (А. А. Покровский, 1966).

При хорошем здоровье худоба только полезна, так как уменьшается риск развития атеросклеротических и многих других хронических заболеваний, а запасы жира в случае голода в современных условиях не нужны. Однако призывы к ограничению в еде не должны доводить до фанатизма. Человек, который только и думает о своем здоровье, взвешивает каждую морковку и измеряет каждый шаг, не только становится рабом своего здоровья, но и неприятен для окружающих. Все хорошо в меру.

Второй важнейший фактор режима здоровья — физические нагрузки, значение которых в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний и активизации резервов организма невозможно переоценить. Еще в XVIII веке французский врач Тиссо говорил, что «движение как таковое может по своему действию заменить любое средство, но все лечебные средства мира не могут заменить действие движения». В XX веке — веке гиподинамии и эпидемии сердечно-сосудистых заболеваний — эти слова звучат еще убедительнее.

Различным аспектам борьбы с гиподинамией посвящены остальные разделы этой главы. Здесь лишь мы хотим сказать, что режим физических нагрузок — это не кампания, не курс лечения, это — постоянный жизненный стандарт. Люди, интенсивно занимавшиеся спортом и прекратившие упражнения, подвержены не меньшему риску сердечно-сосудистых заболеваний, чем ранее не тренировавшиеся (Е. Jokl, 1964; А. Blumenfeld, 1966).

Физическая активность необходима в любом возрасте, но чем человек старше, тем она для него важнее. С возрастом утрачивается значительное количество резервов и оставшиеся нужно максимально активизировать (Д. Ф. Чеботарев и В. В. Фролькис, 1967). Творческое долголетие неразрывно связано с физической активностью. Замечательные примеры этому дает жизнь И. П. Павлова, Г. Н. Сперанского и многих других. И. П. Павлов говорил, что занятия гимнастикой приносят особое чувство «мышечной радости».

В нашей стране развитию физкультуры и спорта уделяется огромное внимание, однако, несмотря на широкую пропаганду, лишь 4 % лиц старше 40 лет занимаются физической культурой. В Болгарии, например, 79,9 % рабочих, 75,8 % служащих, 83,1 %

домохозяек вообще не занимаются физической культурой (Г. И. Косяцкий, 1971).

Все это говорит о том, что мода на физическую активность, на режим здоровья пока еще не пришла. Население еще не осознало всей опасности гиподинамии. Перед медициной стоит задача коренного изменения такого положения.

Хорошие привычки должны вырабатываться с первых лет жизни. Основы физического воспитания, заложенные в школьные годы, во многом определяют отношение к физкультуре и спорту на всю жизнь. Поэтому особое внимание должно быть уделено физическому воспитанию с раннего детства. Тогда физическая активность и тренирующий режим станут жизненной потребностью каждого человека. Конечно, это вовсе не значит, что в среднем и даже пожилом возрасте начинать поздно.

Полчаса в день, потраченные на тренировку, послужат надежной профилактикой сердечно-сосудистых и многих других хронических болезней, повысят эффективность их лечения, отдалят старость и дадут возможность долгие годы наслаждаться здоровьем и неограниченной работоспособностью.

Режим здоровья — режим ограничений и нагрузок — должен занять ведущее место в арсенале профилактических и лечебных средств, и недалеко то время, когда он будет дозироваться и прописываться каждым врачом так же, как сегодня назначаются медикаменты или другое лечение.

НЕКОТОРЫЕ ОБЩЕБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТРЕНИРОВОК

Начать придется с приложения общих представлений теории регулирования к биологическим системам.

Мы относим клетку и организм к сложным системам типа «живых», которые отличаются от простых не только количеством и разнообразием своих элементов и связей между ними, но и тем, что в них осуществляется переработка информации, кроме взаимодействия вещества и материи. Это означает, что в структурах системы имеются «рабочие» элементы, обеспечивающие энергетику и материальный обмен, и «управляющие», в которых взаимодействует информация.

В органах управления заложены модели «программ» деятельности, выражающие собой основную особенность живого: способность понижать энтропию в ограниченном пространстве путем синтеза сложных структур из простых. Внешне это выражается в обмене веществ, росте и размножении, в движениях и выделении экскретов, воздействующих на внешнюю среду в зависимости от присутствующих в ней раздражителей. Для животных программы деятельности представляют собой основные инстинкты — самосохранения, продления рода и совершенствования вида. У человека на них наслаиваются программы социального поведения, в которых отражается специфика высшей системы — общества.

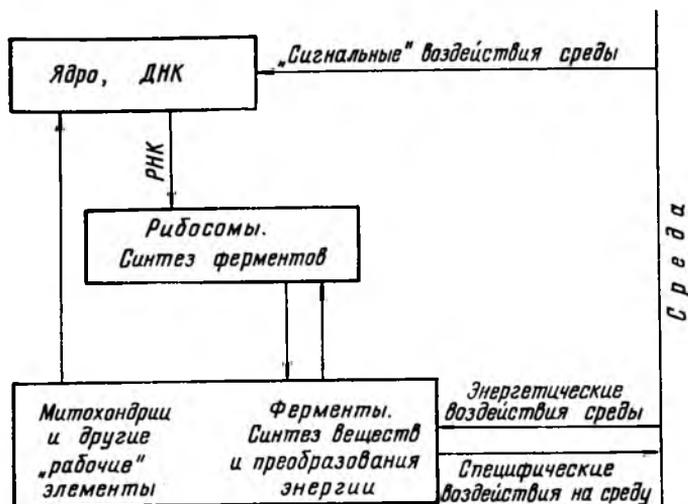


Рис. 30. Функциональная схема клетки

Первичной системой — носителем жизни — является клетка. Согласно общей схеме в ней можно выделить такие «рабочие» подсистемы, как оболочку и «скелет», лизосомы, сократительные элементы и энергетическую субстанцию — митохондрии. Управляющие подсистемы представлены ядром, содержащим ДНК, и рибосомами, в которых синтезируются ферменты. Функциональная схема клетки приведена на рис. 30.

Все химические процессы клетки имеют ферментативный характер. Ферменты синтезируются в рибосомах с матриц РНК, которые сами, в свою очередь, образуются в ядре путем дублирования части молекулы ДНК, соответствующей определенным генам. Отдельные программы жизнедеятельности, как, например, процесс размножения, включаются сигнальными веществами извне, но процесс начинается только при наличии «внутренних условий», сигнализиремых специальными веществами-регуляторами из «рабочих» структур клетки. «Внешняя» деятельность клетки выражается некоторой специфической энергией, отдаваемой во внешнюю среду в ответ на получаемые из нее воздействия — как энергетические, так и сигнальные. Это и энергия сокращения мышечного волокна, и энергия нервных импульсов разной частоты, и энергия, идущая на синтез молекул секрета железистой клетки. Зависимость количества отдаваемой энергии от величины сигнала извне определяется кривой, которую называют статической характеристикой (рис. 31).

Количество отдаваемой энергии зависит от «мощности» рабочих элементов клетки, например митохондрий, т. е. объема ее белковых структур. Этот объем определяется соотношением скоростей двух противоположных процессов: синтеза новых белковых молекул в рибосомах и распада старых в результате химических про-

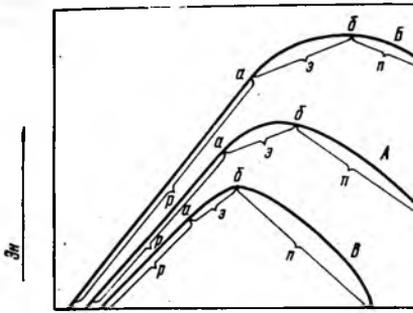
цессов. Первый определяется сигналами, идущими от рабочих элементов в рибосомы и, возможно, в ДНК, в виде концентрации молекул специфических активаторов (или уменьшения количества ингибиторов), второй — активностью процессов распада, возможно, зависящих от интенсивности функции, а возможно, и не зависящих — постоянных, как период полураспада радия. Сигналы на синтез зависят от соотношения уровня раздражителя (c) и «мощности» рабочих элементов.

Если нагрузка меньше оптимальной, то синтез отстает от распада и начинается процесс уменьшения мощности, т. е. атрофии; если она больше — синтез новых структур преобладает и рабочий элемент гипертрофируется до тех пор, пока не будет достигнуто равновесия, т. е. новый оптимум.

Однако, когда внешний сигнал значительно превышает оптимальный, возникает патологическая ситуация «перегрузки». Она чревата не только уменьшением «энергии выхода», но и развитием качественных нарушений биохимии и появлением «патологических сигналов», способных нарушить все регулирование клетки. Так и получается, что для тренировки, для повышения «мощности» нужно некоторое превышение оптимума нагрузок, однако его значительное повышение опасно. Процессы оптимизации «мощности» структур в соответствии с нагрузками требуют времени, так как синтез белков — процесс медленный. Отсюда правила тренировки: превышение оптимума нагрузок в строгом соотношении с уже достигнутой мощностью, с учетом времени. Спешка может привести к патологии.

Каждая клетка представляет собой гармоничную систему из многих функций, обеспечиваемых многими рабочими структурами и управляемых по моделям в ДНК. Чрезмерная гипертрофия одних структур обязательно сопровождается ущербом для других, так же, впрочем, как и атрофия. Последняя даже опаснее, так как статическая характеристика ее более круто падает после оптимума и небольшие перегрузки могут вызвать патологический режим. Равномерность нагрузок скорее вредна, чем полезна. Она детренирует регуляторы — системы прямых и обратных связей между рабочими и управляющими подсистемами клетки. Учитывая медленность процессов тренировки и ослабления, выгодно периодически давать умеренные перегрузки, чтобы стимулировать «резервные мощности», так как они обеспечивают качественно нормальный устойчивый режим деятельности в большом диапазоне изменений среды (см. пологий характер статической характеристики при гипертрофии на рис. 31).

Специфическая функция дифференцированной клетки сложного организма возможна только при поддержании ее гомеостаза, т. е. постоянства внутренней среды (pH , электролиты, онкотическое давление и др.), достигаемого специальными рабочими подсистемами, например, оболочкой. Они функционируют и регулируются по тем же принципам, что и «главные» функции. Здесь тоже имеют место явления тренировки, «резервных мощностей», атрофии.



В. Сз.

Рис. 31. Гипотетические статические характеристики клетки при разных уровнях ее тренированности:

А — средняя, Б — высокая (гипертрофия), В — низкая (атрофия). Зависимость «энергии выхода» (Эн) от величины входного сигнала (В. Сз). Разные режимы работы: р — рабочий, э — экстремальный, п — патологический

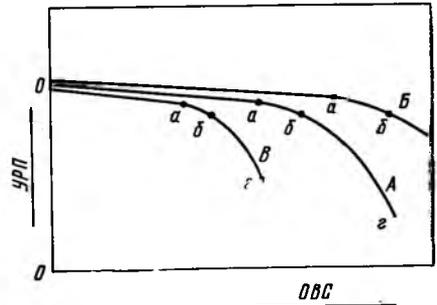


Рис. 32. Гипотетическая статическая характеристика регулятора гомеостаза в зависимости от уровня тренированности клетки:

А — норма, Б — повышенная тренированность, В — пониженная, ОВС — степень отклонения внешней среды от среднего уровня (или величина «энергии выхода»). УРП — уровень регулируемого параметра. Режимы работы: от 0 до а — рабочий, от а до б — экстремальный, от б до з — патологический, точка з — гибель

Статические характеристики этих показателей имеют другой характер. Они показаны на рис. 32.

Существуют резервные механизмы гомеостаза, которые включаются на короткое время при сильных внешних воздействиях, требующих максимальной энергии «выхода». Эти условия в кибернетике называются экстремальными. На характеристиках (рис. 31, 32) они соответствуют участкам а кривых «выходов» и кривых поддержания констант среды.

Мы не будем описывать биохимию таких резервных механизмов, поскольку для разных типов клеток и их различных функций они, видимо, не одинаковы. Для энергетических процессов они представляются анаэробным гликолизом, способным обеспечить дополнительное количество энергии при перегрузке, когда не хватает кислорода для полного окисления.

Такие процессы являются пограничными между нормой и патологией. Они неэкономичны, расходуют больше энергетических материалов, обеспечив на короткое время значительное усиление функции, ведут к истощению, нарушению гомеостаза и требуют периода покоя для восстановления резервов.

Как показывают рис. 31 и 32, границы экстремальных условий в большей степени зависят от «резервных мощностей» клетки. Для детренированной, атрофичной функции порог экстремальных условий близок и приращение энергии выхода за счет резервных механизмов невелико. Наоборот, тренированная, гипертрофированная функция в больших пределах нагрузок сохраняет нормальные механизмы и, следовательно, способность к продолжительным нагрузкам.

К экстремальным раздражителям относятся и чрезмерные регулирующие воздействия, испытываемые дифференцированными клетками сложного организма. При этом возможна значительная дисгармония между отдельными функциями клетки.

Болезни клеток можно рассматривать как режим деятельности во времени при качественных отклонениях одной или нескольких рабочих функций, сопровождающихся нарушением гомеостазиса. Причиной болезни является или количественное несоответствие «резервных мощностей» и силы внешних воздействий (включая и регулирующие воздействия со стороны других клеток организма), или действие качественно новых факторов, чаще токсинов. Патология развивается по определенной программе, в которой взаимодействуют во времени скорости процессов нарушения гомеостазиса и восстановления его за счет гипертрофии оставшихся непораженных структур и замены погибших.

Очень велико значение уровня резервов, особенно энергетических (митохондрии), в момент действия патогенного агента.

Тренированная клетка гораздо устойчивее, чем атрофичная, поскольку способна поддерживать гомеостазис при большом диапазоне внешних воздействий и имеет энергию (АТФ) для восстановительных процессов. Дозирование нагрузок в течение болезни имеет большое значение: покой в процессе восстановления почти так же опасен, как перегрузки в период нарастания патологических сдвигов.

Клетки в сложном организме находятся в тесной зависимости друг от друга. Для большинства из них «внешней средой» являются регулирующие системы целостного организма — кровь с ее химией и гормонами, нервная система¹. При высокой дифференцировке клеток организма каждый орган обеспечивает специфическую функцию всех других клеток, действуя через кровь, поэтому существует много положительных и обратных связей, способствующих генерализации патологических процессов по типу «лаavin» и «порочных кругов» (термины, принятые в патологии). Отсюда вытекает важность тренировки всех жизненно важных органов, чтобы придать устойчивость целому организму.

Принципиальная схема организма высших животных отличается от одноклеточного только тем, что на «входе», кроме энергетического материала и физических условий, действует еще информация — то есть сведения, передаваемые сигналами с очень низкой физической энергией. Соответственно на «выходе» подается как энергия движения, так и информация. Схематически это показано на рис. 33. У человека информационные взаимодействия со средой очень важны, поскольку социальная система во много раз сложнее, чем физическая среда.

Программы деятельности человека очень сложны. Хотя все они представлены движениями мышц, но пространственное разнообра-

¹ Подробнее см.: Амосов Н. М. Регулирование жизненных функций и кибернетика.— Киев: Наукова думка, 1964.— 116 с.

ние движений и их протяженность во времени весьма велики и, следовательно, модели таких движений требуют системы управления соответствующей сложности. Такую сложность и обеспечивает кора большого мозга, представляющая собой огромную моделирующую установку, предназначенную для оптимизации действий по реализации основных программ поведения — инстинктов, измененных социальными условиями.

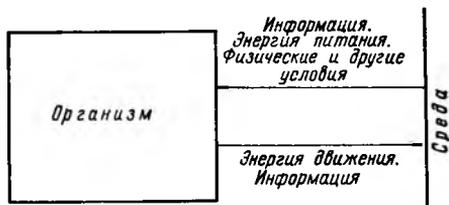


Рис. 33. Связи организма с внешней средой

Более сложная схема организма показана на рис. 34. Рабочие органы представлены мышцами, которые являются средством воздействия на внешний мир, и внутренними органами, выполняющими функции обеспечения организма энергией и защиты от микробов. Управляющие подсистемы можно грубо разделить на две части: а) анимальная нервная система, обеспечивающая «внешнее поведение» человека — переработку информации, получаемой извне и из тела через рецепторы, и управление движениями (мышцами) с целью силового и информационного воздействия на внешнюю среду; б) вегетативная нервная и эндокринная системы, призванные регулировать функцию внутренних органов, обеспечивающих внешнюю деятельность.

Стимулы поведения — чувства — как производные инстинктов имеют корни в эндокринной и нервно-вегетативной системах с вторичным представительством в коре, а модели социального поведения первично закладываются в коре через обучение.

Кора действует по принципу управления (включая отдельные, дискретные функциональные акты), а подкорка выполняет функции регулирования путем непрерывного поддержания управляемого гомеостазиса — уровня физических и химических констант, запрограммированного применительно к степени мышечной и психической активности. При напряженной деятельности, как правило, поддерживаются более высокие уровни многих функциональных показателей, например артериального давления, температуры и др.

Все функции организма осуществляются через дифференцированные клетки, организованные в органы. Деятельность органов описывается количественными характеристиками, подобными характеристикам специфической деятельности их основных клеток (рис. 31). Энергия «выхода» органа — будь то механическая энергия сокращения мышцы или сердца или химическая энергия в секретах или инкретах железы, изменяется, прежде всего, в зависимости от специфического «входа», регулирующего воздействия со стороны регулирующих систем — частоты нервных импульсов или концентрации гормона. Неспецифические воздействия в виде, например, констант крови, уровня кислорода или глюкозы должны поддерживаться на постоянном уровне механизмами гомеостазиса

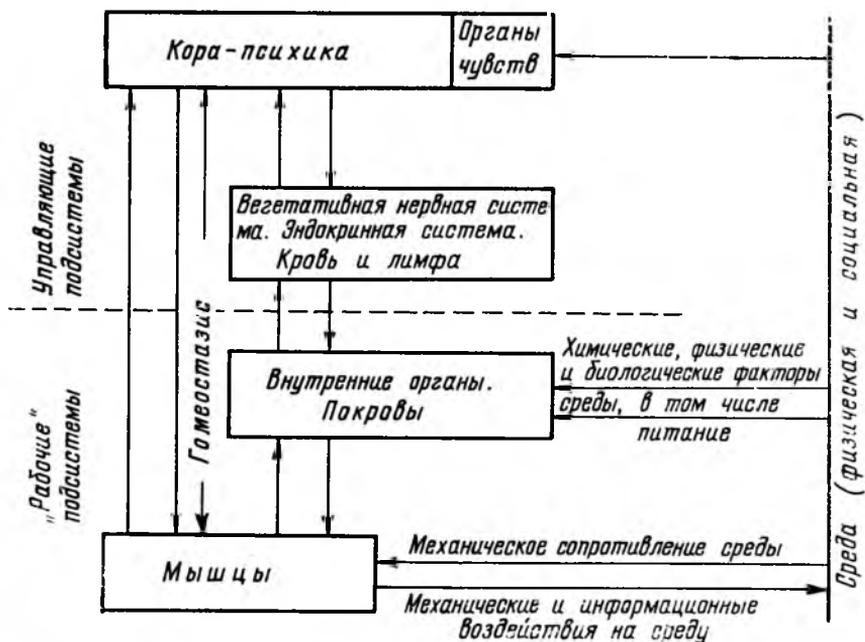


Рис. 34. Функциональная схема организма

и не должны поэтому влиять на «выходы». Однако в случае патологического отклонения этих показателей от заданного уровня выходные характеристики органов существенно смещаются вниз или вверх. Чем меньше уровень «резервов мощности» (ниже тренированность), тем значительнее и быстрее проявляется влияние на клетку (орган) нарушения гомеостаза.

Каждый орган тренируется интенсивностью своей специфической функции: мышца — силой и длительностью сокращений, железа — секретией, нервный узел — частотой импульсов его нейронов. Но все органы тренируются через внешнюю деятельность целого организма, а точнее — через его мышечную деятельность. Работа мышц требует больше всего энергии и этим нагружает все обеспечивающие внутренние органы, а через них и регулирующие системы.

Законы тренировки организма те же, что и клетки, потому что организм тренируется через тренировку клеток. При этом тренируют только те нагрузки, которые доводят организм до предела физиологической нормы.

Гомеостазис сложного организма выражается в поддержании постоянства основных показателей внутренней среды — крови (рН, P_{CO_2} и P_{O_2} артериальной крови, щелочной резерв, уровень глюкозы, содержание белков и пр.). Работа мышц, изменение физических констант внешней среды, временные ограничения пищи и воды, повреждения и кровотечения вызывают нарушение гомео-

стазиса, а деятельность регулирующих систем и внутренних органов направлена на выравнивание этих нарушений.

Резервы гомеостазиса измеряются диапазоном изменений внешней среды и физических нагрузок во времени, при которых константы крови еще поддерживаются в пределах физиологической нормы. Они определяются уровнем тренированности или «резервными мощностями» «рабочих» органов и регулирующих систем, достигнутых в результате тренировки. Если бы этот показатель — резерв гомеостазиса — можно было легко определить, то он служил бы самым точным количественным выражением *уровня здоровья* как показатель устойчивости организма в отношении агентов, вызывающих патологию (степень отклонения констант от нормы уже давно является количественным выражением тяжести состояния больного).

Резервные механизмы гомеостазиса для сложного организма выражаются в специальных программах регулирования, которые включаются в условиях чрезмерных внешних раздражителей, сигнализирующих об угрозе или прекращении ее для особи. Они особенно развиты у высших млекопитающих и у человека. В аспекте психологии это выражается эмоциональными состояниями — гневом, страхом, радостью, горем. Физиология эмоций — это изменение активности избранных высших вегетативных центров в подкорке, в свою очередь стимулирующих функции эндокринных желез. При этом имеет место и обратная связь: гормоны поддерживают активность нервной системы, усиливая эмоции. Изменение активности «регуляторов обеспечения» включается от коры мозга, но само находит отражение в коре в субьективных чувствах, эмоциях. На «рабочих органах» — мышцах, сердце, сосудах, бронхах, печени и др. — эмоциональное состояние отражается в виде резкого изменения их функций — повышения одних и торможения других. При этом в зависимости от уровня резервов в клетках этих органов экстремальное регулирование (эмоции) могут оставлять функции в пределах нормальных режимов или переводить в экстремальные (см. участок *э* на кривых рис. 31) или даже в патологические (участок *п* на том же рисунке).

Внешние сигналы — угрозы, воспринимаемые рецепторами и распознаваемые корой, — могут включить экстремальную регуляцию рабочих органов, но непосредственная энергетика их определяется интенсивностью актов поведения (борьбы, бегства, пляски, радости) и «сопротивления» среды этим актам. Возникает обратная связь: эмоции оказывают влияние на психику и на регулирующие системы обеспечения — вегетативную, нервную и эндокринную. У диких животных сила эмоций обычно соответствует энергии двигательных актов, поэтому продукты экстремального регулирования, особенно адреналин, быстро разрушаются, и организм снова возвращается в условия нормальной регуляции. Эмоции у животных нестойки еще потому, что у них короткая память. Высокая тренированность рабочих органов тоже способствует сохранению гомеостазиса при эмоциях.

Другое дело — современный человек. Обладая высоким интеллектом, он заранее предвидит настоящие и мнимые опасности и ощущает состояние тревоги. Эмоции активизируют эндокринную систему и включают программы экстремального регулирования, но отсутствие физической нагрузки (борьбы или бегства) не обеспечивает их гармонического развертывания. При низкой тренированности клетки рабочих органов легко впадают в патологический режим. Так развиваются «болезни регуляции», которые связывают со стрессорными условиями, в которых будто бы живет человек в индустриальном обществе.

Можно ли стресс приравнять к понятию экстремального регулирования, или это патологические последствия несоответствия регулирования в условиях угрозы и резервов гомеостаза? Нам кажется, что правильнее последнее. «Образованность» переоценила угрожаемость среды, а физическая детренированность «рабочих органов» в условиях механизации труда превратила нормальную реакцию на эмоции в патологическую.

Основными «рабочими» функциями сложного организма являются движение, питание, защита от физических, химических и бактериальных воздействий внешней среды. Программы формирования новых структур — рост, регенерация, размножение — относятся скорее к управляющим функциям. Наибольшего напряжения механизмов гомеостаза требует движение, поскольку мощность как количество энергии в единицу времени изменяется у человека от 6300 до 25 100 кДж (1500 до 6000 ккал) в сутки, а если взять пиковые нагрузки, исчисляемые несколькими минутами, то диапазон изменений может возрасти в 20—30 раз. Однако все другие функции осуществляются по тем же принципам, что и функция движения. Это означает, что характеристики «вход — выход» и постоянства параметров внутриклеточной среды такие же, как показано на рис. 31.

Следовательно, для соединительнотканых, нервных, железистых клеток действуют те же законы нормальных, экстремальных и патологических режимов, что и для мышечных, осуществляющих движения. Все эти клетки тренируемы по тем же законам. Для них тоже можно определить резервы гомеостаза как отношение максимального значения специфической функции к ее состоянию покоя.

Любая тренировка осуществляется через напряжение и неравномерность функции. Можно тренировать органы пищеварения разнообразием количества и качества пищи, терморегуляцию — и холодом и жарой, неспецифический иммунитет — порциями микробов, нервно-вегетативную и эндокринную системы — стрессовыми ситуациями. Однако главным условием здоровья являются большие резервы энергетических мощностей, достигаемых тренировкой к физическим нагрузкам — как пиковым, так и продолжительным. Они тренируют почти все рабочие системы обеспечения — сердце, сосуды, легкие, печень, почки и одновременно — регулирующие системы, поскольку любая пиковая мышечная нагрузка является

«физиологическим» стрессом. Она отличается от «патологического» стресса, вызываемого часто психическими раздражителями, за которыми не следует работа. Физическая тренировка позволяет также ослабить отрицательный эффект избыточного питания, курения, чрезмерной стерильности окружения и пищи. Впрочем — ослабить, но не полностью компенсировать.

После высказанных выше «кибернетических» взглядов на механизм здоровья нетрудно объяснить возрастание болезней цивилизации и смертности от них. Физическая детренированность, связанная с механизацией, избыточное питание и тепличные условия жизни — вот причины уменьшения «количества здоровья», или резервов гомеостазиса. К сожалению, наша теоретическая медицина еще не занялась вплотную конкретным количественным изучением механизмов регулирования функций, значения резервов мощностей и влияния на все это тренировки. Кибернетика и теория автоматического регулирования дают достаточные исходные идеи для проведения таких работ.

Едва ли стоит врачам ожидать теоретиков. Нужно уже сейчас практически изучать влияние уровня тренированности людей на динамику заболеваемости и смертности от «болезней цивилизации» — сердечно-сосудистых, нервных, обменных, которые угрожают свести на нет преимущества легкой работы и безбедного существования, о котором люди мечтали столько веков.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК И ГИПОДИНАМИИ НА ГЕМОДИНАМИКУ

Многочисленные физиологические исследования показывают, что под влиянием физических тренировок существенно улучшаются функции основных органов и систем человека, и это приводит к выраженным положительным сдвигам гемодинамики.

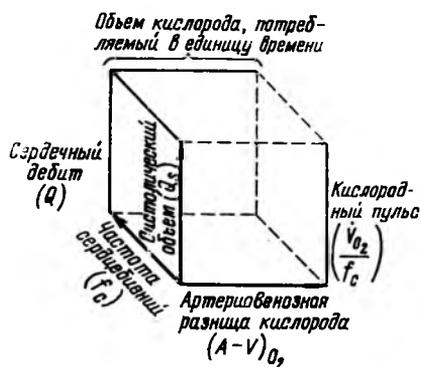


Рис. 35. Факторы, определяющие величину потребления кислорода (по Н. Monod и М. Pottier, 1973)

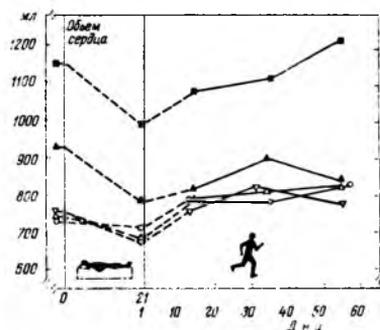


Рис. 36. Изменение объема сердца в результате постельного режима и последующих тренировок (по В. Sallin и соавт., 1968)

Аэробная способность организма, а следовательно, и переносимость физических нагрузок, зависят от состояния системы транспорта кислорода (рис. 35). Она определяется частотой сердечных сокращений, величиной сердечного выброса, способностью рационального перераспределения регионарного кровотока при физических нагрузках и количеством восстановленного гемоглобина в крови, возвращающейся к легким. Физические тренировки приводят к увеличению функциональной способности каждого из этих звеньев.

Частота сердечных сокращений в покое у тренированных лиц ниже, чем у нетренированных. Так, например, у 260 спортсменов, участвовавших в Амстердамских Олимпийских играх 1928 г., частота сердечных сокращений в среднем была 50 в 1 мин, причем самая низкая — 30 в 1 мин (S. Hoogerwerf, 1929).

Предполагается, что относительное замедление частоты сердечных сокращений, наблюдающееся по мере роста тренированности, обусловлено увеличением тонуса блуждающего нерва (И. А. Аршавский, 1962; R. Marshall и J. Shepherd, 1972), однако механизм такого замедления частоты сокращений нельзя считать окончательно установленным.

Регулярные тренировки позволяют повысить производительность сердца в покое и во время физических нагрузок при меньшей частоте сердечных сокращений за счет увеличения ударного объема сердца. Это повышает экономичность сократительной функции миокарда, так как относительно уменьшаются потребности в кислороде (E. Berglund с соавт., 1958; W. Raab, 1966).

Как показали сравнительные исследования G. Wang с соавторами (1961), у тренированных и нетренированных лиц в покое лежа частота сердечных сокращений соответственно составила 58 и 67 в 1 мин, сердечный индекс — 3,8 и 3,5 л/м²/мин, ударный индекс — 65 и 52 мл/м².

У лиц, занимающихся спортом, физиологическая гипертрофия миокарда, объем крови по отношению к массе тела больше, чем у нетренированных (С. П. Летунов, 1957; Ю. А. Борисова, 1967; T. Sjöstrand, 1955; A. Holmgren, 1956, и др.). Увеличение сердца при этом во многом обусловлено большей величиной резервного объема крови (В. Л. Карпман, 1968), который и является функциональным резервом для увеличения ударного объема при нагрузке.

В. Saltin с соавторами (1968) на основе обследования пяти человек выявили уменьшение объема сердца в результате 20-дневного пребывания в постели с последующим увеличением его под влиянием тренировок на протяжении 50 дней (рис. 36). Динамика была особенно выражена у трех человек, которые до эксперимента вели сидячий образ жизни. У них к началу эксперимента объем сердца составил 740 мл, после постельного режима — 690 мл и к концу тренировок увеличился до 810 мл (на 17 %). При этом ударный объем сердца увеличился на 69 %.

У спортсменов по сравнению с практически здоровыми людьми, не занимающимися спортом, отмечается положительная динамика

средней длительности основных фаз цикла сокращения левого желудочка. Так, сердечный цикл соответственно у спортсменов и не занимающихся спортом составляет 1,00 и 0,0864 с, фаза асинхронного сокращения — 0,065 и 0,051 с, фаза изометрического сокращения — 0,049 и 0,031 с, фаза напряжения — 0,114 и 0,082 с, фаза изгнания — 0,261 и 0,265 с, механическая систола — 0,309 и 0,297 с, общая систола — 0,374 и 0,348 с, внутрисистолический показатель (ВСП) — 84,5 и 89,2 %, индекс напряжения миокарда (ИНМ) — 30,4 и 23,5 %, скорость повышения внутривентрикулярного давления — 162—267 кПа/с (1220 и 2005 мм рт. ст./с), время изгнания минутного объема (ВИМО) — 15,6 и 18,3 с (В. Л. Карпман, 1968).

Таким образом, положительное влияние тренировок на функцию сердца проявляется повышением сократительной способности миокарда, благоприятным влиянием на соотношение симпатического и парасимпатического воздействия, ферментные системы и электролитный баланс сердечной мышцы. В результате требования к коронарному кровотоку и обеспечению кислородом миокарда при одной и той же производительности сердца у тренированных лиц ниже. Кроме того, имеются указания на ускорение коронарного кровотока в тренированном сердце.

С повышением тренированности жизненная емкость легких, циркулирующий объем воздуха, максимальная вентиляция увеличиваются, частота дыхания уменьшается. Однако легочная вентиляция на 1 л потребления кислорода в покое в результате тренировок почти не изменяется (P. Astrand и K. Rodahl, 1970).

У тренированных лиц утилизация тканями кислорода в покое находится на более высоком уровне и количество восстановленного гемоглобина увеличивается.

В покое возможности адаптации организма к физическим нагрузкам у тренированных лиц выше, так как основные физиологические показатели в состоянии покоя находятся у них на более «экономном» уровне, а предельные возможности при мышечной работе более высоки, чем у нетренированных.

У лиц, занимающихся спортом, переносимость физических нагрузок, максимальное потребление кислорода, максимальный кислородный пульс, предельный минутный объем кровообращения значительно возрастают (Н. Д. Граевская, 1968; В. Л. Карпман, 1968; P. Astrand, 1952; E. Asmussen и M. Nielsen, 1955, и др.), увеличивается артериовенозная разница по кислороду (G. Andren с соавт., 1966). Однако характер реакции сердечно-сосудистой и дыхательной систем на физическую нагрузку у тренированных и нетренированных существенно не отличается (A. Vock с соавт., 1928; Y. Wang с соавт., 1961).

В результате физических тренировок максимальное потребление кислорода возрастает на 16—33 % (B. Ekblom с соавт., 1968; B. Saltin с соавт., 1968, и др.). На рис. 37 приведены частота сердечных сокращений и величина потребления кислорода при мак-

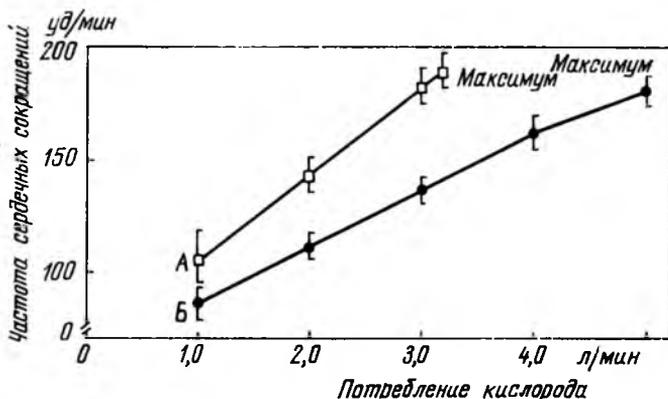


Рис. 37. Частота сердечных сокращений и величина потребления кислорода при максимальных и субмаксимальных нагрузках у тренированных и нетренированных мужчин в возрасте 20—30 лет:

А — нетренированные, Б — тренированные лица (по L. Hermansen и K. Andersen, 1965)

симальных и субмаксимальных нагрузках у тренированных и нетренированных лиц. При одинаковом субмаксимальном уровне потребления кислорода содержание молочной кислоты у тренированных лиц ниже, чем у нетренированных.

По данным С. Williams с соавторами (1967), одинаковое содержание молочной кислоты в крови наблюдалось у нетренированных лиц при выполнении мышечной работы, соответствующей 50 %, а у тренированных — 60—65 % максимального потребления кислорода.

Тренированность расширяет переносимость длительных физических нагрузок. Хорошо тренированные лица в течение 8 ч могут переносить нагрузку в пределах 50 %, а нетренированные — лишь 25 % максимальной аэробной способности (см. рис. 38).

Улучшение переносимости нагрузок в результате тренировок связано с многими факторами, среди которых определенную роль играет более эффективное снабжение кислородом работающих мышц в результате увеличения сосудистого ложа, а также повышения содержания калия и гликогена в мышцах.

В. Saltin с соавторами (1968) изучали изменения гемодинамики под влиянием 20-дневного пребывания в постели и последующего курса интенсивных тренировок на протяжении 50 дней у пяти мужчин в возрасте от 19 до 21 года. Трое из них в прошлом вели сидячий образ жизни, а двое были физически активны.

За время пребывания в постели максимальное потребление кислорода снизилось в среднем на 27 % — с 3,3 до 2,4 л/мин (рис. 39). При стандартной нагрузке 600 кгм/мин лежа на спине на велоэргометре за период гиподинамии ударный объем сердца уменьшился с 116 до 88 мл (на 25 %). частота сердечных сокращений увеличилась со 129 до 154 в 1 мин, МОС снизился с 14,4 до

12,4 л/мин и несколько возросла артериовенозная разница по кислороду. Во время теста на тредмилле на максимальном уровне максимальный МОС снизился с 20 до 14,8 л/мин (на 26 %).

Курс физических тренировок привел к увеличению максимального потребления кислорода по сравнению с исходными данными у лиц, ранее ведущих сидячий образ жизни, на 33 % — с 2,52 до 3,41 л/мин, а у ранее физически активных — с 4,48 до 4,65 л/мин (на 4 %).

Наиболее выражено увеличилось максимальное потребление кислорода у трех человек, которые до эксперимента вели сидячий образ жизни. При сравнении данных после периода пребывания в постели и по завершении тренировок максимальное потребление кислорода у них возросло на 100 % — с 1,74 до 3,41 л/мин.

У ранее физически активных лиц возрастание максимального потребления кислорода за этот же период составило 34 % — с 3,48 до 4,65 л/мин. При этом у трех обследуемых, ведущих сидячий образ жизни, превышение исходных данных максимального потребления кислорода наступило в пределах 10-го дня после начала тренировок, а двум прежде физически активным лицам потребовалось для этого от 30 до 40 дней интенсивных тренировок (рис. 39).

Максимальный минутный объем сердца у лиц, ведущих сидячий образ жизни, уменьшился с 19,2 до 12,3 л/мин во время пребывания в постели, а после курса тренировок возрос до 20,2 л/мин. Ударный объем сердца соответственно составил 90, 62 и 102 мл, а артериовенозная разница по кислороду — 14,7, 14,9 и 17 мл на 100 мл крови. Все эти данные убедительно показывают важность и особую эффективность физических упражнений у детренированных лиц.

Следует особо подчеркнуть необходимость регулярных тренировок, так как детренированность уже проявляется через 2 нед после прекращения упражнений (P. Astrand и K. Rodahl, 1970).

Под влиянием физических тренировок в эксперименте отмечено повышение липолитической активности крови и стенки артерий (Б. Л. Лемперт и Ю. С. Литовченко, 1970). Физическая деятельность способствует повышению фибринолитической активности крови (J. Cash, 1966), снижению содержания триглицеридов и холестерина в крови (J. Doležel, 1969). Так, J. Holloszy (1964) указывает на снижение уровня триглицеридов в крови в среднем с 208 до 125 мг % в результате 6-месячных тренировок.

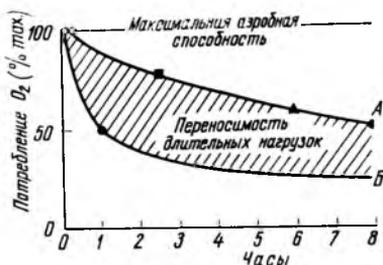


Рис. 38. Переносимость длительных физических нагрузок в процентах к максимальному потреблению кислорода тренированными (А) и нетренированными (Б) лицами (по P. Astrand и K. Rodahl, 1970)

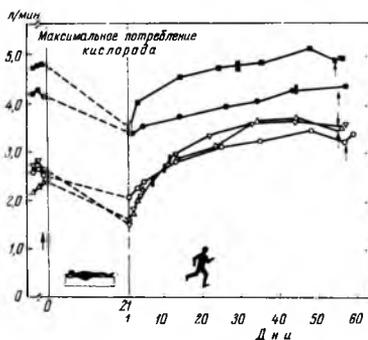


Рис. 39. Изменение величины максимального потребления кислорода в результате постельного режима и последующих тренировок. Каждая кривая отражает динамику одного обследуемого. Вертикальной чертой на каждой кривой отмечен момент восстановления исходного уровня максимального потребления кислорода в процессе тренировок (по В. Saltin и соавт., 1968)

ний в покое, более экономично работает сердце. Продолжительность жизни пропорциональна степени двигательной активности, причем этот признак закрепился и стал видовой особенностью организма.

Приведенные в табл. 20 различия наблюдаются не только у животных разных видов, но возникают и в пределах одного вида при неодинаковой степени физической тренировки. И. А. Аршавский (1966) проводил физические тренировки кроликов с месячного возраста. В результате 4—5-месячных тренировок у них по сравнению с нетренированными на 30 % снизились энергетические затраты в покое, в 2 раза реже стала частота дыхания. Частота сердечных сокращений у тренированных была 150—180, а в контрольной группе — 260—270 в 1 мин.

Более редкий ритм сердца у видов животных с большой двигательной активностью и урежение частоты сердечных сокращений у тренированных особей И. А. Аршавский (1962, 1966) связывает с повышением тонууса вагусной иннервации. Основные показатели кровообращения и дыхания у тренированных кроликов значительно отличались от обычных видовых и приближались к величинам, характерным для зайцев. Тренированные кролики также приобретали внешние черты, присущие зайцам. Аналогичные изменения функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем были выявлены при тренировке крыс.

W. Hollmann (1965) показал, что тренировки могут задерживать возрастное уменьшение максимальной аэробной способности. С 1949 по 1952 г. максимальное потребление кислорода было определено автором у 56 лиц. Тесты были повторены в 1964 г. Из обследованных в последние 12—15 лет 39 вели сидячий образ жизни.

Физические тренировки приводят к снижению массы тела, уменьшению толщины кожной складки. Психологически тренированность способствует стабилизации и улучшению настроения, работа кажется легче, улучшается переносимость нагрузок.

Физические тренировки отодвигают возрастные границы старения, продлевают жизнь. И. А. Аршавский сгруппировал попарно различных животных (табл. 20). Для каждой пары подбирались животные с примерно одинаковыми массой и размерами тела. Первое животное в каждой паре отличалось малой двигательной активностью, а второе — большой. Из таблицы видно, что у физически активных животных реже частота сердечных сокращений

Таблица 20. *Физическая активность и продолжительность жизни животных различных видов*
(по И. А. Аршавскому)

Животные	Частота сердечных сокращений в 1 мин	Масса сердца по отношению к массе тела, %	Продолжительность жизни, лет
Кролик	250	0,3	5
Заяц	140	0,9	15
Мышь	—	0,7	2
Летучая мышь	—	1,9	20—30
Крыса	450	0,3	2,5
Белка	150	0,8	15
Корова	75	0,5	20—25
Лошадь	35—40	0,7	40—50

ни, а 17 тренировались в среднем 2 раза в неделю. В физически неактивной группе (средний возраст 59 лет) максимальное потребление кислорода уменьшилось в среднем на 31 % (с 3,05 до 2,11 л/мин). Среди тренировавшихся (средний возраст 56 лет) выявлено уменьшение максимального потребления кислорода лишь на 10 % (с 3,4 до 2,9 л/мин). Масса тела была в среднем 75,9 кг в активной и 81,5 кг — в неактивной группе.

В наблюдениях G. Grinby с соавторами (1966) при выполнении максимальных и субмаксимальных нагрузок спортсменами в возрасте 45—55 лет величины минутного объема сердца, частоты сердечных сокращений, ударного объема и артериального давления не отличались от этих показателей у молодых спортсменов.

При сравнении заболеваемости спортсменов и лиц, не занимающихся спортом, отмечено, что общая заболеваемость на 100 работающих в 1956 г. составила у спортсменов 53,7, в контрольной группе — 79,1, число дней нетрудоспособности на 100 работающих — соответственно 318 и 731, средняя длительность заболевания — 5,9 и 9,2 дня (К. Г. Махнутина, 1957).

По данным М. Ф. Гриненко и Г. Г. Санояна (1974), полученным на двух крупных промышленных предприятиях, рабочие, занимающиеся регулярно физкультурой и спортом, пропустили за год из-за простудных заболеваний 134,7 рабочего дня (на 100 работающих), а не занимающиеся — 561; из-за непростудных заболеваний — соответственно 83,2 и 331.

Сравнительные исследования эффекта тренировок в разном возрасте (16—18, 20—40 и 50—60 лет) показали, что в результате 4-недельных занятий во всех возрастных группах значительно улучшились показатели гемодинамики и физической работоспособности (Н. Roskamt с соавт., 1966).

Согласно R. Rosenman (1970), тренировки в течение 4,5 года способствовали уменьшению частоты возникновения коронарной болезни с 10,1 до 7,4 на 1000 человек в возрасте 35—39 лет.

Таким образом, динамическая мышечная работа не только не приводит к повышенной изнашиваемости организма, а напротив,

является важнейшим фактором увеличения физических возможностей и продления жизни человека.

Наряду с большим количеством данных о роли физической активности и тренировок в улучшении функционального состояния организма, имеются многочисленные экспериментальные и клинические наблюдения, свидетельствующие о выраженном отрицательном влиянии длительной адинамии и гиподинамии (Н. Е. Панферова и В. А. Тишлер, 1968; А. В. Коробков, 1969; В. В. Парин с соавт., 1969; Л. И. Какурин с соавт., 1971; E. Lamb и R. Stevens, 1964; Sihrender, 1968, и др.).

Д. Ф. Чеботарев и В. В. Фролькис (1967) отмечают, что содержание взрослых крыс в условиях гиподинамии приводило к глубоким изменениям сердечно-сосудистой системы, свойственным старости. Длительную гиподинамию они рассматривают как один из путей экспериментального моделирования преждевременного старения.

Длительное пребывание здорового человека в постели приводит к снижению максимального потребления кислорода; по данным Н. Taylor с соавторами (1949), — на 17 %, а, по данным В. Saltin с соавторами (1968), — на 33 %. P. Astrand и K. Rodahl (1970) указывают, что 6-недельный постельный режим вдвое уменьшает переносимость физических нагрузок здорового человека.

Длительное пребывание в постели, кроме того, приводит к атрофии мышц, отрицательному азотному балансу, деминерализации костей и увеличению выделения кальция с мочой, увеличению выделения фосфора, камнеобразованию в почках, инфекциям мочевого пузыря, запорам, снижению основного обмена, уменьшению обмена крови, ухудшению реакций на изменения положения тела и целому ряду других глубоких физиологических нарушений (J. Deitrick с соавт., 1948; Н. Taylor с соавт., 1949; K. Rodahl с соавт., 1967, и др.).

Таким образом, многочисленные исследования со всей определенностью показывают огромную роль физической активности в улучшении состояния гемодинамики и деятельности всех органов и систем человека, повышении физической работоспособности, уменьшении заболеваемости, отдалении старости и продлении жизни. С другой стороны, наглядно выступают все отрицательные стороны и опасность гиподинамии.

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК

Основной целью физических тренировок является улучшение состояния сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной, а также других систем организма путем максимальной активизации их функциональных резервов. Методика тренировок строится в зависимости от превалирования тех или иных конкретных задач. Обсуждению подлежат характер, интенсивность и длительность мышечной работы, допустимые пределы нагрузок и критерии их

переносимости, оптимальная продолжительность каждого занятия, их частота, врачебный контроль и целый ряд других вопросов. При этом, естественно, мы не касаемся специальных проблем физических тренировок спортсменов.

Изометрические (статические) мышечные сокращения предъявляют в основном повышенные требования к работающей мышце, но не тренируют систему транспорта кислорода. Как отмечают Р. Astrand и К. Rodahl (1970), больные, ограниченные постельным режимом или неподвижностью отдельных частей тела, могут избежать атрофии бездействующих мышц путем 5—10 статических их сокращений в течение нескольких секунд интенсивностью около $\frac{1}{3}$ максимальной силы хотя бы раз в день.

Физические упражнения на анаэробном уровне при интенсивности нагрузок, превышающей максимальное потребление кислорода, являются истощающими и поэтому в практике обычных тренировок не используются.

Важнейший методологический вопрос — это сравнение переносимости длительных нагрузок с кратковременными, чередующимися с периодами отдыха. Р. Astrand с соавторами (1960) провели эксперимент, в котором обследуемому нужно было произвести работу в 64 800 кгм в течение 1 ч. Это можно было выполнить непрерывной нагрузкой средней интенсивности в 1080 кгм/мин или же прерывистой работой большей интенсивности, чередующейся с периодами отдыха. Для этого был выбран удвоенный уровень нагрузки в 2160 кгм/мин, при котором работа в 64 800 кгм могла быть выполнена за 30 мин.

Оказалось, что при непрерывной нагрузке среднего уровня 1080 кгм/мин в течение 1 ч потребление кислорода составило 2,4 л/мин, частота сердечных сокращений — 134 в 1 мин, содержание молочной кислоты в крови — 1,3 ммоль/л (12 мг%). Эти показатели свидетельствуют об удовлетворительной переносимости нагрузки.

При непрерывной работе мощностью 2160 кгм/мин на 9-й минуте наступило истощение. Потребление кислорода при этом составило 4,6 л/мин, частота сердечных сокращений — 190 в 1 мин, содержание молочной кислоты в крови — 16,6 ммоль/л (150 мг%).

При той же нагрузке периодами по 30 с с интервалами такой же продолжительности напряжение было умеренным (потребление кислорода — 2,9 л/мин, частота сердечных сокращений — 150 в 1 мин, содержание молочной кислоты в крови — 2,2 ммоль/л, или 20 мг%). По мере увеличения периодов работы с равным увеличением периодов отдыха одна и та же нагрузка в 2160 кгм/мин становилась все более истощающей. При 3-минутных периодах упражнений, чередующихся с 3-минутными периодами отдыха, она уже стала максимальной (потребление кислорода — 4,6 л/мин, частота сердечных сокращений — 188 в 1 мин, содержание молочной кислоты в крови — 13,3 ммоль/л или 120 мг%). Аналогичные данные были получены Е. Christensen с соавторами (1960) и др.

Приведенные наблюдения показывают, что длительные нагрузки высокой интенсивности являются истощающими. Поэтому тренировка системы транспорта кислорода и мышечной системы должна базироваться на кратковременных упражнениях высокой интенсивности, чередующихся с периодами отдыха.

Уровень нагрузок должен быть субмаксимальным в пределах 60—75 % максимальной аэробной способности. Более высокие нагрузки существенно не увеличивают тренирующего эффекта и создают опасность перенапряжения. Лицам старше 50 лет в связи со снижением резервных возможностей тренировки нужно проводить на более низком уровне — с энергетическими затратами в пределах 50 % максимального потребления кислорода.

Тренировка аэробной способности требует вовлечения в упражнения больших мышечных групп на периоды 3—5 мин с перерывами равной протяженности для отдыха или легкой нагрузки. Наблюдения Е. Newton с соавторами (1937), D. Gisolfi с соавторами (1966) и других свидетельствуют о том, что небольшие нагрузки в перерывах между интенсивными упражнениями более благоприятны, чем полный отдых, для восстановления нормального содержания молочной кислоты в крови.

В зависимости от основных задач P. Astrand и K. Rodahl (1970) выделяют четыре варианта тренировочных программ:

1) *развитие мышечной силы*, укрепление связок и сухожилий может быть обеспечено периодами интенсивной работы на протяжении нескольких секунд;

2) *анаэробная способность* развивается под влиянием крайней интенсивности нагрузок, длящихся около 1 мин, чередующихся с 4-минутными периодами отдыха или легких упражнений;

3) *максимальная аэробная способность* развивается в результате деятельности больших мышечных групп в течение 3—5 мин на субмаксимальном уровне, чередующейся с периодами отдыха или легких упражнений;

4) *выносливость* — использование большего процента максимальной аэробной способности — развивается с помощью субмаксимальных нагрузок длительностью 30 мин и более.

Многочисленные физиологические исследования со всей очевидностью показывают, что упражнения, на которых базируется тренировка сердечно-сосудистой и дыхательной систем, должны быть: 1) *изотоническими (динамическими)*, а не изометрическими (статическими); 2) *аэробными*, а не анаэробными; 3) *прерывистыми*, а не непрерывными; 4) *субмаксимальными*, а не максимальными.

В процессе тренировок наступает адаптация системы транспорта кислорода к определенной нагрузке, поэтому для продолжения тренирующего эффекта интенсивность нагрузок должна постепенно увеличиваться. Следует учитывать предельные возможности улучшения физического состояния каждого человека в результате тренировок и доводить их интенсивность до оптимального уровня.

Линейной зависимости между интенсивностью и длительностью упражнений, частотой занятий и тренирующим эффектом нет. На-

пример, если в результате тренировок продолжительностью 3 ч в неделю максимальное потребление кислорода возросло на 0,5 л/мин, то при продлении занятий до 6 ч в неделю максимальное потребление кислорода увеличится лишь на 0,6—0,7 л/мин. К решению вопроса об объеме физических тренировок для человека, не занимающегося спортом, следует подходить реалистически и остановиться на уровне, который обеспечит достаточно высокий эффект без чрезмерной затраты усилий. Дальнейшие многочисленные интенсивные тренировки ради несущественного дополнительного увеличения аэробной способности вряд ли целесообразны.

Продолжительность тренирующихся занятий должна быть не менее 30 мин, желательно ежедневно, но уж во всяком случае не реже 5 раз в неделю. Огромное значение имеет регулярность занятий. Мы уже приводили данные о том, что через 2 нед после прекращения упражнений появляется детренированность, а для достижения определенного уровня физического состояния требуется гораздо больше усилий, чем для его поддержания.

При правильном проведении тренировочных занятий через 1—2 мес уже достигается основной эффект воздействия на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, и в дальнейшем увеличение максимального потребления кислорода незначительно, однако выносливость к физическим нагрузкам в процессе многомесячных тренировок продолжает возрастать. На рис. 40 показано, что увеличение максимальной аэробной способности достигнуто в основном после 1—1½ мес физических тренировок, а процент максимальной аэробной способности, переносимой при длительной нагрузке (выносливость), постепенно возрастает в течение 6 мес тренировочных занятий.

Физические тренировки должны строго индивидуализироваться в зависимости от возраста, пола, состояния здоровья и физической подготовленности человека. Их объем и методика определяются с учетом особенностей трудовой деятельности и связанных с ней энергетических затрат. Такой подход позволяет нивелировать функциональные нарушения, связанные с трудовым процессом: перегрузку одних мышечных групп при недогрузке других, нарушение осанки и другие отклонения, вызванные однообразной работой.

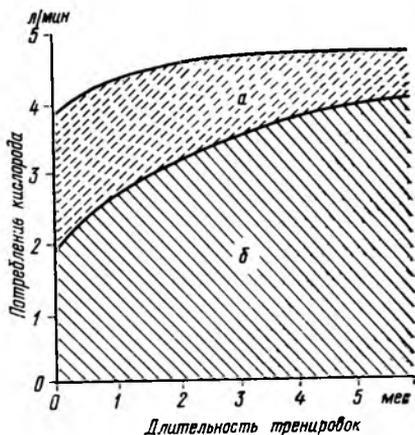


Рис. 40. Влияние физических тренировок на величину максимального потребления кислорода и процент ее, который может быть использован при длительных нагрузках:

а — максимальная аэробная способность; *б* — процент максимальной аэробной способности, который может использоваться при длительной работе (по Р. Astrand и К. Rodahl, 1970)

Суточные энергетические затраты на мышечную работу должны быть в пределах 5000—20 000 кДж (1200—4800 ккал), оптимально — 6300—12 500 кДж (1500—3000 ккал). Величина энергетических затрат на физическую работу 5000 кДж (1200 ккал) в сутки минимальна для обеспечения нормального функционирования организма. Труд, требующий расхода энергии более 21 000 кДж (5000 ккал) в сутки, является очень тяжелым.

Физические тренировки у лиц разных профессий должны строиться так, чтобы энергетические затраты, связанные с физической культурой и спортом, находились в соответствии с трудовыми затратами энергии. Суммарный расход энергии на трудовые процессы, физкультуру и активный отдых должен быть в оптимальных пределах 8400—12 500 кДж (2000—3000 ккал) в сутки. Естественно, у лиц, занятых тяжелым физическим трудом с энергетическими затратами в пределах 21 000 кДж (5000 ккал) в сутки, физическая культура и активный отдых не должны сопровождаться большими дополнительными затратами энергии. В этом случае их основная задача — устранение неравномерности развития мышечной системы человека, обусловленной спецификой труда. В то же время представителям различных видов умственного или легкого физического труда с энергетическими затратами 3350—3800 кДж (800—900 ккал) в сутки для достижения и поддержания хорошего физического состояния необходимы интенсивные физические тренировки с высокими энергетическими затратами.

В главе IV были приведены классификации различных видов труда, причем в табл. 11 (с. 80) указаны энергетические затраты на различные виды деятельности человека, включая и занятия спортом. С помощью этих данных можно ориентировочно определить индивидуальный оптимальный объем энергетических затрат при физических тренировках. Судить об уровне энергетических затрат во время физических тренировок можно по частоте пульса, используя данные Л. Вроуха (1960) о затратах энергии при различной частоте сердечных сокращений (с. 79).

Для того чтобы достигнуть улучшения физического состояния, нагрузки во время тренировок должны быть достаточно интенсивными и длительными. Наиболее простым и весьма точным показателем уровня нагрузок является частота сердечных сокращений. Тренирующее влияние на сердечно-сосудистую и дыхательную системы оказывают нагрузки, приводящие к частоте сердечных сокращений 130 в 1 мин и выше.

Начальный уровень нагрузок у нетренированных лиц не должен приводить к увеличению частоты сердечных сокращений более чем 30 в 1 мин по сравнению с частотой пульса в покое. В дальнейшем интенсивность нагрузок может быть постепенно увеличена, но так, чтобы частота пульса была в пределах 60 % разницы между уровнем в покое и максимальной частотой сердечных сокращений, которая для лиц разного возраста и пола приведена в табл. 7 (с. 49). Предельно допустимая частота сердечных сокращений во время физических упражнений у лиц разного возраста указана в табл. 21.

Важнейшими факторами высокой эффективности и безопасности физических тренировок являются постепенность нарастания нагрузок и строгий врачебный контроль. Многочисленные исследования показывают, что даже средней интенсивности нагрузки у нетренированных лиц могут привести к тяжелым последствиям. В физиологических экспериментах зайчата, выросшие в тесных клетках, после нескольких прыжков на поляне погибали от сердечной недостаточности.

Таблица 21. Максимально допустимая частота сердечных сокращений при физических упражнениях

Возраст. лет	Частота сердечных сокращений в 1 мин
Моложе 30	165
30—39	160
40—49	150
50—59	140
60 и старше	130

В литературе по спортивной медицине имеются многочисленные сообщения об острой сердечной и сосудистой недостаточности, инфарктах миокарда, внезапной смерти в результате физического перенапряжения не только у нетренированных лиц, но и у спортсменов (С. П. Летунов и Р. Е. Мотылянская, 1951; В. Л. Добровольский, 1960; Г. П. Шульцев, 1962; М. И. Теодори и К. Ф. Власов, 1963; А. Г. Дембо, 1968, 1970, и др.). В большинстве случаев это обусловлено участием в спортивных тренировках с нераспознанными заболеваниями или чрезмерной спортивной перегрузкой.

Нередко лица, не занимающиеся физическим трудом и ведущие неактивный образ жизни, стараются восполнить гиподинамию чрезмерными физическими нагрузками в дни отдыха. Такой «воскресный атлетизм» особенно опасен, так как нарушение принципа постепенности тренировок, силовые нагрузки у нетренированных лиц бывают причиной самых тяжелых последствий.

Рациональный тренирующий режим является залогом здоровья и долголетия. Форсированная же тренировка без учета индивидуальных особенностей может привести к преждевременному износу органов и систем организма человека, развитию тяжелых заболеваний, инвалидности и преждевременной смерти. Это иллюстрируется, с одной стороны, многочисленными примерами спортивного долголетия, а с другой — преждевременным износом организма у азиатских рикш, умирающих часто в возрасте до 30 лет.

Все сказанное говорит о необходимости самого серьезного отношения к врачебному контролю. Перед началом активных физических тренировок необходимо медицинское обследование. При выявлении патологических изменений особенно тщательно нужно регламентировать интенсивность и характер нагрузок. В процессе тренировок по мере возрастания нагрузок также необходим врачебный контроль. Все это особенно важно для нетренированных лиц и лиц старше 40 лет, приступающих к физическим тренировкам.

ПРОГРАММЫ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК

Развитию массовой физической культуры и спорта в нашей стране придается огромное значение. В августе 1966 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О мерах по дальнейшему развитию физической культуры и спорта», в котором особо подчеркнуто, что «советское физкультурное движение должно носить подлинно общенародный характер, базироваться на научно обоснованной системе физического воспитания, последовательно охватывающей все группы населения, начиная с детского возраста».

В 1972 г. был введен новый Всесоюзный физкультурный комплекс «Готов к труду и обороне СССР» (ГТО), в котором предусмотрены все возможности всестороннего физического развития, сохранения здоровья и творческой активности советского человека. Повсеместно сейчас ведется огромная работа по максимальному привлечению населения страны к подготовке и сдаче нормативов комплекса ГТО.

Система комплекса ГТО включает в себя оздоровительные, спортивные, воспитательные и образовательные задачи. Программы комплекса предусматривают пять возрастных ступеней, охватывающих население в возрасте от 10 до 60 лет. Мы не останавливаемся на изложении программ, так как они подробно описаны для I ступени В. А. Уваровым (1972), для II ступени — И. А. Тарабриным и А. Н. Чумаковым (1972), для III ступени — Н. П. Павловой и О. Н. Логофетом (1972), для IV ступени — В. Г. Кудрявцевым (1972), для V ступени — С. А. Пальмовой (1972).

Рекомендации различных комплексов физкультурных упражнений с учетом особенностей профессий и связанных с ней энергетических затрат приведены М. Ф. Гриненко и Г. Г. Санояном (1974), с учетом возрастных особенностей — И. В. Муравовым (1973) и др.

Наряду со специальными программами расширение повседневной физической активности (ограничение пользования городским транспортом, лифтами и т. д.) представляет большие возможности для дополнительных физических тренировок. Так, ходьба на расстояние 4 км в день сопровождается расходом энергии в 837 кДж (200 ккал). За 5 лет эти затраты составят 1 526 000 кДж (365 000 ккал). Если бы энергия не была израсходована, то она могла бы привести к отложению 50—60 кг жира. Этот расчет достаточно наглядно показывает эффективность для поддержания энергетического равновесия ходьбы на работу и с работы пешком.

Специальные программы физических тренировок предназначены в первую очередь для активизации резервов сердечно-сосудистой системы, т. е. для развития аэробной способности человека. Предложено и применяется много самых разнообразных программ. Например, широкое распространение получили тренирующие про-



Рис. 41. Схема физической тренировки. Пояснения в тексте (по Р. Astrand и К. Rodahl, 1970)

граммы бега трусцой (W. Bowerman и W. Harris, 1967; G. Gilmore, 1969, и др.) и целый ряд других.

Такая простая тренировка, как упражнения со скакалкой по 5 мин в течение 4 нед, способствовала снижению средней частоты сердечных сокращений со 159 до 141 в 1 мин при стандартной нагрузке 450 кгм/мин в группе женщин 19—42 лет, ведущих сидячий образ жизни (D. Jones с соавт., 1962).

Р. Astrand и К. Rodahl (1970) рекомендуют эффективные физические тренировки, не требующие специальных навыков и дорогостоящих сооружений (рис. 41).

1. Тренировка начинается с 5-минутной разминки — ходьба и бег трусцой.
 2. Затем взбегание на горку с максимальной или допустимой по состоянию здоровья скоростью (дистанция 25 шагов). Спуск вниз и повторное взбегание наверх. Повторяется 5 раз. Общая продолжительность этапа — 5 мин. Он способствует развитию мышц и брюшного пресса.
 3. Бег по ровной местности со скоростью около 80 % максимальной в течение 3—4 мин с последующим 3-минутным отдыхом. Повторяется 3—4 раза. Данный этап способствует тренировке сердечно-сосудистой и дыхательной систем.
 4. После остывания — водные процедуры.
- Вся тренирующая программа занимает 30—40 мин и должна проводиться 3—5 раз в неделю. Нетренированные люди пожилого возраста вместо бега начинают программу с быстрой ходьбы.

Программа физических тренировок, ранее предложенная нами (Н. М. Амосов, 1972), состоит из комплекса интенсивных гимнастических упражнений и бега. Комплекс приведен на рис. 42 и включает следующие упражнения.

1. И. п.—стоя. Наклоны туловища вперед, пальцами касаться пола — 100 раз.
 2. И. п.—стоя. Наклоны туловища поочередно влево и вправо, руки скользят вдоль туловища — по 50 раз.
 3. И. п.—стоя, руки на поясе. Повороты туловища влево и вправо — по 50 раз.
 4. И. п.—стоя, руки перед грудью, локти в стороны. Отведение локтей рывком назад — 100 раз.
 5. И. п.—стоя. Подъем рук в стороны и вверх — 100 раз.
 6. И. п.—стоя, придерживаясь рукой за спинку стула. Приседания — 100 раз.
 7. И. п.—лежа на спине, руки вдоль туловища. Поднимание обеих выпрямленных ног — 50 раз.
 8. И. п.—упор лежа. Отжимание от пола (для тех, кто может) — по 50 раз.
 9. И. п.—сидя на стуле, с упором для ног. Перегибание туловища через стул — 100 раз.
 10. Бег на месте в темпе 70—90 подскоков в 1 мин с подъемом ступней от пола на 20 см (отсчет подскоков производится по левой ноге, когда она касается пола) — 10 мин.
- Бег на месте может быть заменен дистанционным бегом продолжительностью 10—20 мин.

Упражнения должны проводиться в быстром темпе. Общая продолжительность занятия, включая бег на месте, — 40 мин.

Приведенный тренирующий комплекс представляет собой значительную нагрузку. Всего на выполнение этого комплекса расходуется 1260—1470 кДж (300—350 ккал), причем энергетические затраты в среднем составляют 31—38 кДж/мин (7,5—9 ккал/мин). Минимальная необходимая нагрузка равна половине приведенной.

Занятия должны проводиться не реже 5 раз в неделю. Осваивать комплекс нужно постепенно. Гимнастические упражнения следует начинать в зависимости от исходного физического состояния с $\frac{1}{5}$ или $\frac{1}{10}$ доли приведенных нагрузок, прибавляя через день по одному движению. Срок тренировки до достижения полного числа упражнений для здоровых лиц моложе 30 лет — 10 нед, от 30 до 50 лет — 15 нед, старше 50 лет — 20 нед. Для лиц, имеющих 10 кг и более избыточной массы, сроки удлиняются на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$. Об адекватности нагрузок можно судить по частоте пульса, который может учащаться в допустимых пределах (табл. 21, с. 133) и не должен возрастать более чем в 2 раза по сравнению с покоем.

Тренирующие программы К. Соорег¹. На протяжении последних 3 лет в своей практике мы широко пользуемся различными вариантами тренирующих программ К. Соорег. Они хорошо физиологически аргументированы, весьма разнообразны, дают большие возможности для дифференциального подхода с учетом физического состояния и возраста, самоконтроля и количественной оценки уровня тренированности.

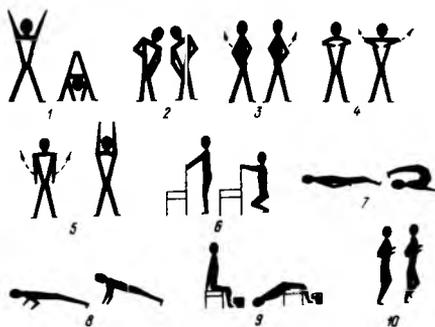


Рис. 42. Программа физической тренировки. Пояснения в тексте

Целью этих программ является увеличение максимального потребления кислорода в результате улучшения функции и активизации резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Используются различные виды упражнений (*ходьба, бег, бег на месте, езда на велосипеде, плавание, спортивные игры*), выполнение которых требует значительного увеличения потребления кислорода. Для достижения повышенной аэробной способности предусмотрены достаточные длительность и интенсивность различных упражнений.

В основе программ лежит система постепенного возрастания количества мышечной работы и ее мощности, причем учету мощности нагрузок придается первостепенное значение.

Само по себе количество выполненной работы без учета ее интенсивности не отражает функционального состояния организма. К примеру, если два человека пробегают 3 км, но один из них это может сделать за 14 мин, а второй — за 25 мин, то физические возможности их различны.

На основе затрат кислорода на физические упражнения различной интенсивности К. Соорег разработал систему очков. *Аэробное очко* — условная единица траты энергии. Очко учитывает не только количество выполненной работы, но и ее мощность. Поэтому одно и то же расстояние, преодоленное за разное время, оценивается разным количеством очков. Чем меньше времени затрачено на выполнение одной и той же физической работы, тем выше ее тренирующий эффект и, следовательно, тем больше будет очков. Система очков дает ориентировочные количественные критерии для оценки динамики тренирующего эффекта и позволяет каждому человеку самостоятельно определить уровень своей тренированности. Для этого нужно иметь часы с секундной стрелкой.

В результате обследования больших континентов лиц, занимающихся по аэробическим программам, К. Соорег установил, что *нагрузки в 30 очков в неделю обеспечивают минимальный уровень*

¹ Cooper K. The New Acrobatics.— M. Evans and C^o. Inc., New York, 1970

Система очков при различных упражнениях, время (мин : с)

Ходьба

1,5 км	Очки	6 км	Очки
19 : 59 — 14 : 30	1	76 : 00 и более	1 ^{1/2}
14 : 29 — 12 : 00	2	79 : 59 — 55 : 06	3 ^{3/4}
2 км	Очки	55 : 06 — 45 : 36	7 ^{3/4}
25 : 59 — 18 : 51	1 ^{1/2}	7 км	Очки
18 : 50 — 15 : 36	2 ^{3/4}	88 : 00 и более	2
2,5 км	Очки	87 : 59 — 63 : 48	4 ^{1/2}
29 : 59 — 21 : 45	1 ^{1/2}	63 : 47 — 52 : 48	8 ^{3/4}
21 : 44 — 18 : 00	3	8 км	Очки
3 км	Очки	100 : 00 и более	2 ^{1/2}
37 : 59 — 27 : 33	2	99 : 59 — 72 : 30	5
27 : 32 — 22 : 48	3 ^{3/4}	72 : 29 — 60 : 00	10
22 : 47 — 19 : 00	5 ^{2/3}	9 км	Очки
4 км	Очки	110 : 00 и более	2 ^{1/2}
50 : 00 и более	1	109 : 59 — 79 : 45	5 ^{1/2}
49 : 59 — 36 : 15	2 ^{1/2}	79 : 44 — 66 : 00	11
36 : 14 — 30 : 00	5	10 км	Очки
5 км	Очки	120 : 00 и более	3
62 : 00 и более	1 ^{1/2}	119 : 59 — 87 : 00	6
61 : 59 — 44 : 57	3	86 : 59 — 72 : 00	12
44 : 56 — 37 : 12	6 ^{1/4}		

Бег

1,5 км	Очки	30 : 59 — 24 : 48	12 ^{1/2}
14 : 29 — 12 : 00	2	24 : 47 — 20 : 10	15 ^{1/2}
11 : 59 — 10 : 00	3	менее 20 : 10	18 ^{1/2}
9 : 59 — 8 : 00	4	6 км	Очки
7 : 59 — 6 : 30	5	55 : 05 — 45 : 36	7 ^{3/4}
менее 6 : 30	6	45 : 35 — 38 : 00	11 ^{1/4}
2 км	Очки	37 : 59 — 30 : 24	15 ^{1/2}
18 : 50 — 15 : 36	2 ^{3/4}	30 : 23 — 24 : 42	19
15 : 35 — 13 : 00	4	менее 24 : 42	23 ^{1/2}
12 : 59 — 10 : 24	5 ^{1/2}	7 км	Очки
10 : 23 — 8 : 27	6 ^{1/2}	63 : 47 — 52 : 48	8 ^{3/4}
менее 8 : 27	8	52 : 47 — 44 : 00	13 ^{1/3}
2,5 км	Очки	43 : 59 — 35 : 12	17 ^{1/2}
21 : 44 — 18 : 00	3	35 : 11 — 28 : 36	22
17 : 59 — 15 : 00	4 ^{1/2}	менее 28 : 36	26
14 : 59 — 12 : 00	6	8 км	Очки
11 : 59 — 9 : 45	7 ^{1/2}	72 : 29 — 60 : 00	10
менее 9 : 45	9	59 : 59 — 50 : 00	15
3 км	Очки	49 : 59 — 40 : 00	20
22 : 47 — 19 : 00	5 ^{2/3}	39 : 59 — 32 : 30	25
18 : 59 — 15 : 12	7 ^{1/2}	менее 32 : 30	30
15 : 11 — 12 : 21	9 ^{1/2}	9 км	Очки
12 : 20 — 11 : 00	11 ^{1/2}	79 : 44 — 66 : 00	11
менее 11 : 00	13 ^{1/2}	65 : 59 — 55 : 00	16 ^{1/2}
4 км	Очки	54 : 59 — 44 : 00	22
36 : 14 — 30 : 00	5	43 : 59 — 35 : 45	27 ^{1/2}
29 : 59 — 25 : 00	7 ^{1/2}	менее 35 : 45	33
24 : 59 — 20 : 00	10	10 км	Очки
19 : 59 — 16 : 15	12 ^{1/2}	86 : 59 — 72 : 00	12
менее 16 : 15	15	71 : 59 — 60 : 00	18
5 км	Очки	59 : 59 — 48 : 00	24
44 : 56 — 37 : 12	6 ^{1/4}	47 : 59 — 39 : 00	30
37 : 11 — 31 : 00	9 ^{1/3}	менее 39 : 00	36

Велоспорт

3 км	Очки	12,5 км	Очки
12:00 и более	0	48:00 и более	1 $\frac{1}{2}$
11:59 — 8:00	1	47:59 — 32:00	4
7:59 — 6:00	2	31:59 — 24:00	8
менее 6:00	3	менее 24:00	12
5 км	Очки	15 км	Очки
18:00 и более	0	54:00 и более	2
17:59 — 12:00	1 $\frac{1}{2}$	59:59 — 36:00	5
11:59 — 9:00	3	35:59 — 27:00	9
менее 9:00	4 $\frac{1}{2}$	менее 27:00	13 $\frac{1}{2}$
6,5 км	Очки	20 км	Очки
24:00 и более	0	78:00 и более	3
23:59 — 16:00	2	77:59 — 52:00	6 $\frac{1}{2}$
15:59 — 12:00	4	51:59 — 39:00	13
менее 12:00	6	менее 39:00	19 $\frac{1}{2}$
8 км	Очки	25 км	Очки
30:00 и более	1	96:00 и более	3 $\frac{1}{2}$
29:59 — 20:00	2 $\frac{1}{2}$	95:59 — 64:00	8
19:59 — 15:00	5	63:59 — 48:00	16
менее 15:00	7 $\frac{1}{2}$	менее 48:00	24
10 км	Очки	30 км	Очки
36:00 и более	1	114:00 и более	4 $\frac{1}{2}$
35:59 — 24:00	3	113:59 — 76:00	9 $\frac{1}{2}$
23:59 — 18:00	6	75:59 — 57:00	19
менее 18:00	9	менее 57:00	28 $\frac{1}{2}$

Плавание

200 м	Очки	700 м	Очки
:20 и более	0	26:40 и более	1 $\frac{1}{2}$
8:19 — 6:15	1 $\frac{1}{4}$	26:39 — 20:00	5
6:14 — 4:10	2	19:59 — 13:20	6 $\frac{1}{2}$
менее 4:10	3	менее 13:20	10
300 м	Очки	800 м	Очки
11:40 и более	1	30:00 и более	2
11:39 — 8:45	2	29:59 — 22:30	5 $\frac{1}{2}$
8:44 — 5:50	3	22:29 — 15:00	7 $\frac{1}{2}$
менее 5:50	4 $\frac{1}{2}$	менее 15:00	11 $\frac{1}{4}$
400 м	Очки	900 м	Очки
15:00 и более	1	33:20 и более	2
14:59 — 11:15	3	33:19 — 25:00	6 $\frac{1}{4}$
11:14 — 7:30	4	24:59 — 16:40	8 $\frac{1}{2}$
менее 7:30	5 $\frac{1}{2}$	менее 16:40	12 $\frac{1}{2}$
500 м	Очки	1000 м	Очки
18:20 и более	1	36:40 и более	2
18:19 — 13:45	3 $\frac{1}{2}$	36:39 — 27:30	7
13:44 — 9:10	4 $\frac{1}{2}$	27:29 — 18:20	9
менее 9:10	7	менее 18:20	13 $\frac{3}{4}$
600 м	Очки	1500 м	Очки
21:40 и более	1 $\frac{1}{2}$	56:40 и более	3
21:39 — 16:15	4	56:39 — 42:30	10 $\frac{1}{2}$
16:14 — 10:50	5 $\frac{1}{2}$	42:29 — 28:20	14
менее 10:50	8	менее 28:20	21 $\frac{1}{4}$

Примечание. Очки рассчитаны для плавания стилем кроль 38 кДж/мин, или 9 ккал/мин. При плавании стилем брасс энергетические затраты — 29 кДж/мин (7 ккал/мин), на спине — 33 кДж/мин (8 ккал/мин), стилем баттерфляй — 46 кДж/мин (12 ккал/мин).

Таблица 22. Бег на месте

Время (мин : с)	60—70 подскоков в 1 мин		70—80 подскоков в 1 мин		80—90 подскоков в 1 мин	
	Всего подскоков	Очки	Всего подскоков	Очки	Всего подскоков	Очки
2 : 30			175—200	$\frac{3}{4}$	220—225	1
5 : 00	300—350	$1\frac{1}{4}$	350—400	$1\frac{1}{2}$	400—450	2
7 : 30			525—600	$2\frac{1}{4}$	600—675	3
10 : 00	600—700	$2\frac{1}{2}$	700—800	3	800—900	4
12 : 30			875—1000	$3\frac{3}{4}$	1000—1125	5
15 : 00	900—1050	$3\frac{3}{4}$	1000—1200	$4\frac{1}{2}$	1200—1350	6
17 : 30			1225—1400	$5\frac{1}{4}$	1400—1575	7
20 : 00	1200—1400	5	1400—1600	6	1600—1800	8

Примечание. Ступни поднимать на 20 см от пола. Подскоки отсчитываются по левой ноге, когда она касается пола.

физического состояния, соответствующий возрастным нормам. Поэтому в основе аэробических тренирующих программ лежит постепенное возрастание физических нагрузок до 30 очков в неделю. Затем, если физическое состояние позволяет, возможно дальнейшее увеличение нагрузок с учетом приведенных данных о количестве очков при различных упражнениях (табл. 22, 23, 24).

В зависимости от возраста и физического состояния разработаны варианты программ. Выделены четыре возрастные группы: моложе 30 лет, 30—39 лет, 40—49 лет, 50 лет и старше. Такой подход позволяет индивидуализировать программы в возрастном аспекте.

Норма для всех возрастных групп — 30 очков в неделю, но достижение ее в старшем возрасте требует иного подхода и более постепенных темпов тренировок.

Наряду с градациями по возрасту аэробические тренирующие программы индивидуализируются с учетом физического состояния.

Таблица 23. Подъем на одинарную ступеньку высотой 18—20 см

Количество подъемов на ступеньку в 1 мин	Время (мин : с)	Очки
30	6 : 30	$1\frac{1}{2}$
	9 : 45	$2\frac{1}{4}$
	13 : 00	3
35	6 : 00	2
	9 : 00	3
	12 : 00	4
40	5 : 00	$2\frac{1}{2}$
	7 : 30	$3\frac{3}{4}$
	10 : 00	5

По величине максимального потребления кислорода, определенной во время нагрузочного теста, К. Соорег выделяет пять возрастных групп физического состояния. Эти данные приведены в табл. 14 (с. 89).

Приступая к тренирующим занятиям, можно без предварительного тестирования выбрать вариант программы, предназначенной для I группы физического состояния («очень плохое» — максимальное потребление кислорода менее 25 мл/мин/кг), и в течение 16 нед постепенно достичь 30 очков нагрузки в неделю. Если же

Таблица 24. Подъем на лестничный пролет без груза и с грузом
(10 ступенек высотой 15—18 см, уклон 25—30°)

Количество циклов (подъем и спуск) в 1 мин	Длительность (мин : с)	Очки при подъемах без груза	Очки при подъемах с грузом 4,5 кг
6	6 : 30	1 ^{1/2}	2
	9 : 45	2 ^{1/4}	3
	13 : 00	3 ^{1/4}	4
7	6 : 00	2	2 ^{1/2}
	9 : 00	3	3 ^{3/4}
	12 : 00	4	5
8	5 : 30	2 ^{1/2}	3
	8 : 15	3 ^{3/4}	4 ^{1/2}
	11 : 00	5	6
9	4 : 30	2 ^{3/4}	3 ^{1/4}
	6 : 45	4 ^{1/4}	4 ^{1/2}
	9 : 00	5 ^{3/4}	6 ^{3/4}
10	4 : 00	3 ^{1/4}	3 ^{3/4}
	6 : 00	4 ^{3/4}	5 ^{1/2}
	8 : 00	6 ^{1/2}	7 ^{1/2}

возникает необходимость или желание интенсифицировать и ускорить темп тренировки, то нужно провести тестирование для определения группы физического состояния. Для лиц II группы физического состояния предусмотрена 13-недельная, III группы — 10-недельная программа тренировок. При установлении IV или V группы физического состояния («хорошее» или «отличное») можно сразу приступить к интенсивным упражнениям в пределах 30 очков в неделю.

К. Соорег предлагает методы определения группы физического состояния с помощью 12-минутного и 2,5-километрового тестов, которые каждый может провести самостоятельно.

Следует особо подчеркнуть, что эти тесты требуют значительных усилий, поэтому им должен предшествовать медицинский осмотр. Лицам старше 30 лет проводить тестирование можно лишь после завершения начальной 6-недельной программы тренирующих занятий. При возникновении признаков перегрузки (резкая одышка, головокружение, боль в области сердца) тест нужно прекратить. Соблюдение этих условий обеспечивает полную его безопасность. По данным К. Соорег, при проведении 12-минутного или 2,5-километрового теста у 30 000 человек лишь у одного мужчины 51 года, который не проходил предварительного медицинского обследования, через 30 мин после теста наступил инфаркт миокарда.

12-минутный тест предусматривает преодоление любым доступным по физическому состоянию путем (бег или ходьба) максимально возможного расстояния за 12 мин (на ровной местности без подъемов и спусков). Результаты теста в высокой степени соответствуют величине максимального потребления кислорода, определенной на тредмилле (табл. 25).

Таблица 25. *Корреляция между результатами 12-минутного теста и величиной максимального потребления кислорода* (по К. Соорег, 1970)

Расстояние, преодоленное за 12 мин, км	Максимальное потребление кислорода, мл/мин/кг
Менее 1,6	Менее 25,0
1,6—2,0	25,0—33,7
2,01—2,4	33,8—42,5
2,41—2,8	42,6—51,5
Более 2,8	51,6 и более

Градации физического состояния, установленные по результатам 12-минутного теста, приведены в табл. 26.

2,5-километровый тест является упрощенным вариантом 12-минутного. Он заключается в преодолении бегом в максимально короткое время расстояния 2,5 км. На основе данных 12-минутного теста разработаны градации физического состояния по времени преодоления 2,5 км (табл. 27).

Следует еще раз подчеркнуть, что тестирование при самостоятельных занятиях не обязательно. Можно выбрать один из вариантов 16-недельного курса тренировок и достичь удовлетворительного состояния, постепенно набирая 30 очков нагрузки.

Подробное описание различных схем аэробических тренирующих программ, ходьбы, бега, бега на месте для лиц разного возраста и физического состояния приведено в приложениях (с. 193).

Цель аэробических тренирующих программ — поддержание или достижение хорошего физического состояния. В том и в другом случае следует провести начальный 6-недельный курс тренировок с учетом возраста. В дальнейшем лица, находящиеся в хорошем физическом состоянии, проводят тестирование. При установлении IV или V группы физического состояния они могут сразу приступить к любому варианту программы для этой категории без учета возраста (см. приложение, с. 208) и набирать 30 очков нагрузки в неделю или же, используя системы очков (с. 138), создать для

Таблица 26. *Градации физического состояния по результатам 12-минутного теста*

Группа физического состояния	Возраст, лет			
	моложе 30	30—39	40—49	50 и старше
I. Очень плохое	Менее 1,6 (1,5)	Менее 1,5 (1,4)	Менее 1,4 (1,2)	Менее 1,3 (1,0)
II. Плохое	1,6—2,0 (1,5—1,8)	1,5—1,8 (1,4—1,7)	1,4—1,7 (1,2—1,5)	1,3—1,6 (1,0—1,3)
III. Удовлетворительное	2,01—2,4 (1,81—2,1)	1,81—2,2 (1,71—2,0)	1,71—2,1 (1,51—1,8)	1,61—2,0 (1,31—1,7)
IV. Хорошее	2,41—2,8 (2,11—2,6)	2,21—2,6 (2,01—2,5)	2,11—2,5 (1,81—2,3)	2,01—2,4 (1,71—2,2)
V. Отличное	Более 2,8 (2,6)	Более 2,6 (2,5)	Более 2,5 (2,3)	Более 2,4 (2,2)

Примечание. Указано расстояние в километрах, преодоленное за 12 мин; в скобках — для женщин (по К. Соорег, 1970).

Таблица 27. Градации физического состояния мужчин по результатам 2,5-километрового теста

Группа физического состояния	Возраст, лет			
	моложе 30	30—39	40—49	50 и старше
I. Очень плохое	16 : 30 и более	17 : 30 и более	18 : 30 и более	19 : 00 и более
II. Плохое	16 : 30—14 : 31	17 : 30—15 : 31	18 : 30—16 : 31	19 : 00—17 : 01
III. Удовлетворительное	14 : 30—12 : 01	15 : 30—13 : 01	16 : 30—14 : 01	17 : 00—14 : 31
IV. Хорошее	12 : 00—10 : 16	13 : 00—11 : 01	14 : 00—11 : 39	14 : 30—12 : 01
V. Отличное	10 : 15 и менее	11 : 00 и менее	11 : 38 и менее	12 : 00 и менее

Примечание. Указано время (мин : с) преодоления 2,5 км (по К. Коопер, 1973).

себя индивидуальную программу из 30 очков, а затем ее увеличивать.

Все остальные лица (не прошедшие тестирования или I—III групп физического состояния) продолжают заниматься по своим возрастным программам.

Залогом успешного выполнения тренирующих программ является постепенность. Основное правило — не опережать рекомендованную скорость набора очков. Напротив, если стандартный темп возрастания нагрузок переносится тяжело, каждый этап можно индивидуально продлевать до достижения состояния, при котором следующий этап нагрузки станет посильным.

Достичь времени, которое указано в программах для каждой недели, нужно не рывком, а постепенно. Например, если бег на месте в определенном темпе на 1-й неделе должен продолжаться 2½ мин, то в первый день нужно начинать с 30 с, затем перейти к 1 мин и постепенно только к концу недели — к 2½ мин, указанным в программе.

Вторым неперменным правилом, гарантирующим успех, является регулярность занятий. Если нельзя обеспечить регулярные занятия, то лучше вообще к ним не приступать. Время тренировок существенного значения не имеет: можно тренироваться до и после работы, но не менее чем через 2 ч после еды. Желательно проводить занятия в одно и то же время, так как это имеет положительное дисциплинирующее значение. Проведение занятий в группах создает стимул к соревнованию и способствует регулярности занятий.

Если в результате каких-либо причин (командировка, болезнь и т. д.) тренировки прерываются, то при возобновлении их нужно начать с меньших очков и вновь достичь исходного уровня лишь постепенно.

Человек, который длительное время вел неактивный образ жизни и не занимался физическими тренировками, аэробические программы упражнений не должен начинать с бега. В этих случа-

ях, особенно в старших возрастных группах, можно начинать с программ ходьбы и только по достижении хорошего физического состояния переходить к более интенсивным нагрузкам.

Не следует также в процессе занятий заменять один вид упражнений другим. Начатую программу определенных упражнений нужно довести до 30 очков в неделю, а затем уже можно по желанию подобрать себе любые комбинации нагрузок необходимой интенсивности.

Перед началом занятий, сопровождающихся большим напряжением, необходима разминка. К. Соорег рекомендует следующую 5-минутную разминку:

1-я минута — гимнастические упражнения для рук, ног и спины;

2-я минута — приседания;

3-я минута — быстрая ходьба по кругу;

4-я минута — чередование ходьбы (15 с) и бега трусцой (15 с);

5-я минута — бег трусцой с малой скоростью.

Обязательный этап занятий — остывание, так как внезапное расслабление после интенсивной нагрузки может привести к ортостатическому коллапсу, обмороку. Поэтому после интенсивных нагрузок нужно ходить или бегать трусцой не менее 5 мин. До прекращения потоотделения нельзя принимать горячий душ.

Аэробические тренирующие программы специально предназначены для улучшения функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Для гармонического развития мышечной системы желательно дополнять их гимнастическими упражнениями.

Тренирующие программы, особенно на завершающих этапах, базируются на физических усилиях значительной интенсивности. Поэтому особое значение приобретает медицинский контроль, обеспечивающий безопасность упражнений. К. Соорег предлагает следующий объем предварительного медицинского обследования с учетом возраста:

моложе 30 лет — можно начинать тренирующие занятия, если за последний год проводилось медицинское обследование и патологии не выявлено;

30—39 лет — можно приступать к занятиям, если не более чем за 3 мес до этого была консультация с врачом и произведена запись ЭКГ в покое;

40—59 лет — те же требования, что и к предыдущей возрастной группе, но ЭКГ фиксируется в покое и при физической нагрузке;

60 лет и старше — то же, что и в предыдущей возрастной группе, но обследование должно быть проведено непосредственно перед началом занятий.

Если во время нагрузочных тестов выявлены признаки коронарной недостаточности или другие нарушения, то упражнения должны ограничиваться безопасным уровнем, не вызывающим патологических изменений. Необходим тщательный медицинский контроль. Практически в таких случаях до улучшения функционального состояния следует ограничиться программами ходьбы.

Программы ходьбы могут выполняться практически всеми. Бо-

лее интенсивные упражнения и особенно различные виды бега противопоказаны при следующих заболеваниях:

1) хроническая коронарная недостаточность с приступами стенокардии;

2) инфаркт миокарда, перенесенный менее 3 мес назад;

3) тяжелые ревматические и врожденные пороки сердца;

4) значительное увеличение размеров сердца, обусловленное заболеваниями сердца;

5) гипертоническая болезнь, не поддающаяся лечению (артериальное давление на фоне лечения выше 24/14,7 кПа, или 180/110 мм рт. ст.);

6) тяжелые формы сахарного диабета;

7) острые инфекционные заболевания.

В программах предусмотрены определенные возрастные ограничения. Здоровые лица моложе 30 лет могут начинать занятия с любых упражнений. В 30—49 лет можно выбрать любой вид упражнений, но требующие значительного напряжения (бег) допустимы только с разрешения врача. В 50—59 лет рекомендуется начинать занятия с ходьбы, а при переходе на другие виды упражнений нужна санкция врача. Наконец, в возрасте 60 лет и старше рекомендуется начинать только с ходьбы. Если же лица этого возраста длительно занимались другими упражнениями или видами спорта, то могут их продолжать.

Обеспечение безопасности тренирующих программ требует, чтобы при упражнениях частота сердечных сокращений не превышала допустимых возрастных пределов (см. табл. 21, с. 133).

Существует множество различных тренирующих программ как общего характера, так и специальных, предназначенных для развития определенных мышечных групп, ликвидации неблагоприятных последствий специфических условий труда и т. д. Мы остановились лишь на некоторых, направленных в основном на активизацию резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а следовательно, — на развитие аэробной способности.

Следует еще раз подчеркнуть, что достижение этих задач возможно лишь при тренировках высокой интенсивности, сопровождающихся значительными энергетическими затратами. Поэтому фактору мощности тренирующих нагрузок нужно уделять первостепенное внимание. Упражнения малой интенсивности бесполезны. Естественно, в этих условиях возрастает риск передозировок. Для обеспечения безопасности занятий необходимы тщательный врачебный контроль и соблюдение строгих правил самоконтроля адекватности нагрузок.

ФИЗИЧЕСКАЯ И ТРУДОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ БОЛЬНЫХ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Заболевания сердечно-сосудистой системы являются самыми распространенными в мире. Связанные с ними экономические потери очень велики.

В 1959 г. сердечно-сосудистые заболевания явились причиной инвалидности в Чехословакии — в 25,6 %, в Венгрии — в 24,4 %, в Болгарии — в 18,8 % всех случаев инвалидности (Н. А. Рачинская 1965).

Среди впервые признанных инвалидами больные с заболеваниями сердечно-сосудистой системы в 1967 г. по СССР составили 22,2 %, причем 62,2 % из них были признаны неспособными к профессиональному труду — инвалидами I и II групп (Л. И. Фогельсон, 1972).

По данным исследований, проводившихся по программе ВОЗ (1974), инфаркт миокарда возникает у мужчин старше 40 лет ежегодно в Москве у 3 на 1000, в Каунасе — у 2,3, в Лондоне — у 4,9, в Хельсинки — у 5,9 на 1000. От инфаркта миокарда ежегодно умирают в США более 650 000 человек (Е. Corday, Н. Swan, 1973). Ежедневно инфаркт миокарда регистрируется в США у 5000—10 000 человек (А. Blumenfeld, 1966). При этом не более 22 % больных могут возвратиться к труду через 3 мес после инфаркта миокарда, а если работа не возобновлена через 10 мес, то вероятность возвращения к труду невелика (Е. Weinblatt с соавт., 1966).

Тяжесть и распространенность сердечно-сосудистой патологии заставляют настойчиво искать пути к повышению эффективности лечения и сделать все возможное для скорейшего возвращения больных к активной жизни и труду. Это привело к созданию нового направления в кардиологии — реабилитации, которая выходит далеко за рамки чисто медицинских проблем и имеет большое социально-экономическое значение.

ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ РЕАБИЛИТАЦИИ

Реабилитация возникла как медицинская специальность, призванная обеспечить восстановительное лечение и возвращение к труду больных с хроническими ортопедическими и неврологическими заболеваниями. Были созданы специальные реабилитационные центры, и в этом направлении достигнуты значительные успехи.

У кардиологического больного нет явных патологических изменений, ограничивающих двигательную функцию, однако состояние его сердечно-сосудистой системы в значительно большей мере ограничивает трудоспособность. Поэтому больные с сердечно-сосудистой патологией особенно нуждаются в восстановительном лечении.

В понятие реабилитации вкладывается разный смысл. К ней нередко относят обычное лечение, снятие ошибочно поставленного диагноза заболевания сердца и т. д. В широком смысле слова любое лечение можно рассматривать как реабилитацию больного. Однако такая трактовка неминуемо приведет к ослаблению внимания к восстановительной роли этого лечения. Под реабилитацией мы понимаем лечение, при котором, наряду с применением обычных терапевтических и хирургических методов, проводятся специальные мероприятия, направленные на улучшение физического состояния и восстановление трудоспособности больного.

Без преувеличения можно сказать, что любое консервативное или хирургическое лечение больного с сердечно-сосудистым заболеванием в настоящее время нельзя считать полноценным без включения элементов реабилитации на завершающих этапах. Лечение каждого больного должно завершаться возвращением к труду в пределах физиологических возможностей. Как справедливо подчеркивает Р. White (1956), «лишать инвалида важной терапевтической помощи в виде работы является не только плохим образом поведения, но и несправедливой дискриминацией».

Реабилитация призвана вернуть больного к исходному состоянию, выявить и активизировать его функциональные резервы и обеспечить их использование на оптимальном уровне. Кроме того, методы реабилитации способствуют активизации защитно-приспособительных (саногенетических) механизмов, необходимых организму для борьбы с болезнью, что также играет важную роль в быстрейшем восстановлении трудоспособности (В. Н. Дзяк с соавт., 1971).

Комитет экспертов по медицинской реабилитации ВОЗ дал общее определение реабилитации как «помощи больному в достижении максимальной физической, психической, профессиональной, социальной и экономической полноценности, на которую он будет способен в рамках существующего заболевания». Отсюда «реабилитация сердечного больного — это наука и искусство восстановления человека до уровня физической и умственной деятельности, совместимого с функциональным состоянием его сердца» (С. de la Chapelle, 1957).

Реабилитация является комплексной проблемой, имеющей много направлений. Она включает в себя физическую, психическую, трудовую, социальную реабилитацию. Каждый из этих аспектов имеет свои специфические задачи, требует специальной подготовки медицинского персонала.

Несмотря на значительные успехи, достигнутые в консервативном и хирургическом лечении сердечно-сосудистых заболеваний, реабилитация этих больных находится пока еще на невысоком

уровне. По данным нашей клиники, до митральной комиссуротомии работали 64,3 % больных, а в отдаленные сроки после операции — 60,6 % (Г. А. Лычева, 1981), до протезирования митрального клапана — 48,3 %, а после 40,6 % (Н. Г. Черкашина, 1981), до аортального протезирования — 57,4 %, а после — 52 % больных (В. М. Хондога, 1981).

Для улучшения системы реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями необходимо создать специальные реабилитационные центры, оснащенные всем необходимым для проведения реабилитационных мероприятий и объективной оценки физического состояния больных с помощью субмаксимальных нагрузочных тестов. К работе должны привлекаться врачи, психологи, средний медицинский персонал и инструкторы по физической и профессиональной подготовке, владеющие методикой реабилитационного лечения. Опыт работы реабилитационных центров в ГДР, ПНР, США, Англии, Франции, Канаде и других странах полностью себя оправдал.

В нашей стране уже много сделано для создания системы реабилитации больных, перенесших инфаркт миокарда (Р. М. Ахрем-Ахремович с соавт., 1971; И. К. Следзевская с соавт., 1971, 1978; Е. И. Чазов, 1971; Д. М. Аронов, 1974; Г. И. Ганелина с соавт., 1977; И. К. Шхвацабая с соавт., 1978, и др.). Однако для больных с другими сердечно-сосудистыми заболеваниями, включая оперированных по поводу болезней сердца, в этом направлении сделано пока еще немного (Н. М. Амосов с соавт., 1971, 1975, 1978—1986; В. И. Бураковский с соавт., 1971; Я. А. Бендет, 1975, 1978—1986; Г. И. Кассирский и М. А. Гладкова, 1976).

В нашей клинике произведено свыше 46 000 операций по поводу врожденных и приобретенных пороков сердца, в том числе более 6000 протезирований клапанов сердца; проводится хирургическое лечение коронарной недостаточности. Под многолетним диспансерным наблюдением клиники находится свыше 35 000 оперированных больных. В 1975 г. в клинике создано отделение реабилитации, которое, наряду с изучением отдаленных результатов операций, специально занимается углубленной оценкой физического состояния больных перед операцией и на различных этапах послеоперационного лечения.

В 1970 г. на базе республиканского клинического санатория «Ирпень» было открыто специализированное отделение на 80, а затем на 125 коек для больных, оперированных по поводу болезней сердца в Киевском НИИ сердечно-сосудистой хирургии. Методическое руководство работой санаторного отделения обеспечивается отделением реабилитации института. До 01.01.88 в нем прошли санаторный этап реабилитации более чем 17 000 оперированных больных, в том числе более чем 5000 после протезирования клапанов сердца. Для улучшения физического состояния оперированных широко применяются интенсивные тренирующие программы.

Накопленный опыт показывает, что до последнего времени кардиохирургические клиники не использовали всех возможностей для

полного восстановления трудоспособности больных после операций. Органы ВТЭК также нередко недостаточно объективно оценивают трудовые возможности оперированных больных и завышают инвалидность без учета объективных функциональных возможностей лишь на основе самого факта перенесенной операции. Все это наносит большой экономический ущерб обществу и моральный — пациентам.

Плановая реабилитация больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, тесная связь кардиологических и кардиохирургических клиник с органами врачебно-трудовой экспертизы и объективная оценка функционального состояния организма с помощью нагрузочных тестов должны коренным образом изменить существующее положение.

Реабилитации подлежит каждый больной с сердечно-сосудистым заболеванием. Особое значение она приобретает для больных после инфаркта миокарда, с хронической коронарной недостаточностью, гипертонической болезнью, врожденными и приобретенными пороками сердца. С учетом задач и методов физической и трудовой реабилитации всех таких больных можно условно разделить на две группы:

1. *Терапевтическая группа*, в которую входят больные инфарктом миокарда, с хронической коронарной недостаточностью, гипертонической болезнью.

2. *Хирургическая группа*, объединяющая больных, оперированных по поводу врожденных и приобретенных пороков сердца, а также по поводу коронарной недостаточности.

Лечение больного с сердечно-сосудистым заболеванием начинается с ликвидации или уменьшения активности патологического процесса, которое обеспечивается комплексной этиотропной и патогенетической терапией. Сюда же относится и хирургическое лечение. Речь идет об инфаркте миокарда, активном ревматическом процессе, операциях по поводу порока сердца и т. д. На этом этапе начинается и восстановительное лечение в виде дозированной лечебной физкультуры, мероприятий по психологической реабилитации. Проводится оно в условиях стационара.

После ликвидации острых явлений, стабилизации и улучшения состояния больной подвергается всестороннему обследованию для выявления характера и степени функциональных нарушений, вызванных основным заболеванием, и определения резервов сердечно-сосудистой системы. Для выявления резервных возможностей сердечно-сосудистой системы необходимо поставить больного в условия, предъявляющие повышенные требования к сердечной деятельности, т. е. должны быть проведены нагрузочные тесты и учтены переносимость и особенности реакции на физическую нагрузку.

На основе результатов такого обследования окончательно решается вопрос о глубине, тяжести и обратимости остаточных функциональных нарушений, устанавливаются задачи и пределы реабилитации и вырабатывается ее индивидуальная программа, рассчитанная на длительный период. В программе должны быть

предусмотрены конкретные рекомендации тренирующего режима с учетом скорости, степени и предела нарастания физических нагрузок, а также другие реабилитационные мероприятия.

Указанные вопросы должны решаться по окончании стационарного лечения или при поступлении больного в реабилитационное отделение. Дальнейшее выполнение этого этапа реабилитационной программы в зависимости от характера, тяжести заболевания, особенностей его течения и конкретных условий проводится в реабилитационном отделении, специализированном санатории или амбулаторно.

По завершении намеченной программы второго этапа реабилитации больной должен пройти повторное всестороннее обследование, включающее и нагрузочные тесты, после чего выносятся окончательное заключение о его функциональном состоянии и трудовых возможностях. Желательно, чтобы заключение было сделано совместно с органами врачебно-трудовой экспертизы. На основе этого заключения проводится третий этап реабилитации — трудоустройство больного, соответствующее его функциональным возможностям.

После завершения третьего этапа реабилитации больной остается под диспансерным наблюдением; в зависимости от течения заболевания ему даются конкретные рекомендации, направленные на улучшение физического состояния и трудоспособности.

Таким образом, в реабилитации каждого больного с сердечно-сосудистым заболеванием мы выделяем четыре этапа.

1. Ликвидация или максимальное снижение активности патологического процесса.

2. Объективная оценка функционального состояния организма и резервов сердечно-сосудистой системы, проведение комплекса мероприятий по улучшению физического состояния и восстановлению трудоспособности.

3. Оценка результатов восстановительной терапии, трудоустройство в соответствии с функциональными возможностями.

4. Диспансерное наблюдение с мероприятиями по поддержанию и улучшению физического состояния и трудоспособности.

Исходя из специфики задач на различных этапах реабилитации, должны быть четко очерчены цели и обеспечена преемственность стационарного, санаторного и амбулаторного лечения.

Стационарное лечение охватывает период консервативной терапии в острой стадии заболевания или хирургического лечения. Основное внимание уделяется этиотропной и патогенетической терапии, лечебной физкультуре с постепенным возрастанием нагрузок, психологической реабилитации. Перед выпиской больного или при переводе в реабилитационное отделение проводится углубленное исследование функционального состояния, включающее нагрузочные тесты, и намечается программа дальнейших реабилитационных мероприятий.

Санаторное лечение. Особое внимание уделяется повышению физической активности больных с помощью лечебной физкультуры

Таблица 28. Задачи и методы различных этапов реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями

Этапы	Основные задачи	Методы	Место проведения
I	Ликвидация или максимальное снижение активности патологического процесса	Этиотропная и патогенетическая терапия, включая хирургическое лечение, ЛФК, психологическая реабилитация	Стационар
II	Оценка функционального состояния организма и резервов сердечно-сосудистой системы. Проведение комплекса мероприятий по улучшению физического состояния и восстановлению трудоспособности	Всестороннее клиническое обследование, включающее нагрузочные тесты. Комплексное лечение. Индивидуальная длительная программа ЛФК и тренирующего режима, трудотерапия, культурно-массовые мероприятия	Реабилитационный центр, санаторий, затем амбулаторно
III	Оценка результатов восстановительной терапии, трудоустройство в соответствии с функциональными возможностями	Всестороннее клиническое обследование, включающее нагрузочные тесты. Определение профессиональной пригодности, трудовые рекомендации	Амбулаторно с участием кардиологических клиник и ВТЭК
IV	Диспансерное наблюдение	Мероприятия по поддержанию и улучшению физического состояния и трудоспособности	Амбулаторно

и тренирующего режима, спортивных игр, трудовой терапии, проводится комплексная терапия заболевания. Вовлечение больных в культурно-массовые мероприятия также имеет большое значение в психологической реабилитации.

Наши 17-летние наблюдения и опыт специализированного санаторного лечения более 17 000 оперированных свидетельствуют о важнейшей роли санаторного звена в повышении эффективности реабилитации больных после операций по поводу пороков сердца и коронарной недостаточности (Н. М. Амосов с соавт., 1971—1973, 1978—1981; Я. А. Бендет с соавт., 1972, 1974, 1978—1981). Р. М. Ахрем-Ахремович с соавторами (1971) в известной мере связывают с санаторным лечением возвращение к труду в относительно ранние сроки 82% больных, перенесших инфаркт миокарда.

Амбулаторное лечение завершает психологическую и физическую реабилитацию. По окончании основной программы реабилитации с участием ВТЭК окончательно оценивается функциональное состояние больного и осуществляется его трудоустройство в пределах функциональных возможностей. В дальнейшем больной остается под диспансерным наблюдением.

Основные задачи, цели и методы различных этапов реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями приведены в табл. 28.

Рациональное использование всех возможностей на каждом этапе реабилитации должно способствовать коренному улучшению функциональных исходов лечения больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями и широкому привлечению их к труду.

ФИЗИЧЕСКАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ

До недавнего времени незыблемым правилом терапии считалось создание для кардиологического больного максимально щадящего режима с ограничением физических нагрузок. Только в последние годы эти взгляды подверглись коренному пересмотру, и теперь уже накоплено много данных о благотворном влиянии тренирующего режима на физическое состояние, исход заболевания и трудоспособность больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями (Н. М. Амосов и Я. А. Бендет, 1969, 1975; Н. М. Амосов с соавт., 1971—1973, 1978—1981; В. И. Бураковский с соавт., 1971; Я. А. Бендет, 1974, 1980—1981; Г. И. Кассирский и М. А. Гладкова, 1976; Н. Hellerstein и A. Ford, 1957; E. Varnauscas с соавт., 1966; E. Heller, 1967; J. Kellerman с соавт., 1967; L. Zohman с соавт., 1967, и др.).

В настоящее время в кардиологических и кардиохирургических клиниках физические нагрузки являются таким же обязательным лечебным средством, как и лекарственная терапия. Физические нагрузки стали важнейшим фактором реабилитации.

Наибольшее количество данных касается влияния физических нагрузок на состояние больных с хронической коронарной недостаточностью, включая и перенесших инфаркт миокарда. Так, V. Gottheiner (1968) указывает, что среди больных, перенесших инфаркт миокарда и прошедших курс интенсивных физических тренировок, летальность от повторного инфаркта миокарда и других причин, связанных с сердечными заболеваниями, составила 3,6 %, среди нетренированных больных — 12 %.

Н. Hellerstein (1968) отметил субъективное улучшение у 90 % больных, перенесших инфаркт миокарда, которые тренировались по программам реабилитации. При этом летальность в группе тренирующихся была 5 % по сравнению с 35 % у нетренирующихся. По данным того же автора (1970), при длительном наблюдении за 254 больными ишемической болезнью сердца, которые проходили интенсивные тренировки, у 63 % больных наступило значительное улучшение состояния, возросла переносимость физических нагрузок (ФРС_{150}), возросло максимальное потребление кислорода с 23,2 до 28,9 мл/мин/кг, улучшились показатели ЭКГ.

D. Brunner (1968) сообщил о двух летальных исходах и четырех повторных инфарктах миокарда в течение года после перенесенного инфаркта миокарда среди 64 больных, занимающихся по программам физической реабилитации. Среди такого же количества больных, не участвующих в тренирующих программах, в этот же период было семь летальных исходов, девять повторных инфарктов миокарда.

Р. М. Ахрем-Ахремович с соавторами (1972) констатировали у больных, перенесших инфаркт миокарда, значительное улучшение состояния и возрастание переносимости физических нагрузок на 52—145 % по сравнению с исходными показателями после длительного курса интенсивных тренирующих программ. Положительные сдвиги были особенно выражены у больных с низкой исходной толерантностью к физическим нагрузкам. Аналогичные данные приводят И. К. Шхвацабая с соавторами (1978), Е. И. Чазов (1982) и др.

R. McAlpin и A. Kattus (1966), E. Varnauscas с соавторами (1966) отметили положительные результаты применения интенсивных физических тренировок при лечении грудной жабы.

Исследования, проведенные в нашей клинике (В. М. Хондога, 1974), показали, что тренирующие программы ходьбы в сочетании с диетическим режимом способствовали значительному улучшению состояния, снижению β -липопротеидов в крови, положительной динамике функциональных проб у больных с хронической коронарной недостаточностью.

Значительное улучшение общего состояния, урежение или исчезновение приступов стенокардии, положительную динамику электрокардиографических и поликардиографических изменений под влиянием тренирующих программ у больных коронарной недостаточностью наблюдали также В. С. Волков (1971), А. Е. Зайцев (1972), В. Б. Касимова (1973), M. Halhuber (1970), D. Redwood (1970) и др.

Положительное влияние интенсивных тренирующих нагрузок на течение ишемической болезни сердца несомненно, однако не все механизмы этого влияния окончательно уточнены. Имеются экспериментальные и клинические данные об улучшении коллатерального коронарного кровообращения под влиянием тренировок. Так, R. Eckstein (1957), систематически тренируя собак на тредмилле, обнаружил через неделю после экспериментального инфаркта миокарда (перевязки венечной артерии) выраженное развитие коллатеральной сети коронарных сосудов.

У животных контрольной группы, которые не подвергались нагрузкам, развития такого коллатерального кровообращения не обнаружено.

R. McAlpin и A. Kattus (1966), H. Hellerstein (1968) и Ch. Enselberger (1970) при коронарографических исследованиях, проведенных до и после курса физических тренировок у больных, перенесших инфаркт миокарда, выявили усиление коллатерального кровообращения.

Однако пока еще остается нерешенным вопрос, ограничивается развитие коллатерального коронарного кровообращения при физических тренировках зоной ишемии миокарда или же оно может возникать и в здоровом сердце.

M. Frick (1958), W. Raab (1966) и другие указывают на выраженные изменения в метаболизме миокарда и, в частности, на уменьшение потребления кислорода после курса тренировок.

Наряду с приведенными имеются данные и о благоприятном влиянии тренирующего режима на течение гипертонической болезни (F. Kasch, 1966; J. Kral с соавт., 1966, и др.).

При пороках сердца возможности значительного увеличения минутного объема кровообращения, необходимого для выполнения тяжелых физических нагрузок, ограничены сужением отверстий при стенозах, регургитацией при недостаточности клапанов и другими гемодинамическими нарушениями. Но и у этой категории больных при умеренных стадиях порока правильно дозированный тренирующий режим способствует улучшению физического состояния и функции миокарда. Так, под влиянием тренирующих программ у больных с митральным стенозом при нагрузке одной и той же интенсивности отмечали снижение частоты сердечных сокращений и потребления кислорода, меньшее содержание молочной кислоты в крови и меньший кислородный долг, а также более быстрое восстановление этих показателей (A. Anderson и L. Zohman, 1967).

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММАМ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Тренирующие реабилитационные программы должны отвечать ряду требований. В частности, требуется определить оптимальные интенсивность, характер, длительность, периодичность упражнений, обеспечить эффективный контроль за их безопасностью.

В предыдущей главе уже говорилось о том, что для получения тренирующего эффекта и улучшения функционального состояния сердечно-сосудистой системы необходимы упражнения динамического, а не статического характера.

Естественно, интенсивность нагрузки допускается в аэробических пределах. При этом она не должна достигать предела аэробной способности и истощать физические возможности больного. В то же время нагрузка недостаточно высокого уровня не будет оказывать тренирующего влияния на сердечно-сосудистую систему. Поэтому оптимальный уровень тренирующей нагрузки устанавливается в пределах 60—75 % максимальной аэробной способности (J. Mazarella и J. Jordan, 1965; L. Zohman и J. Tobis, 1970, и др.). Такой уровень тренирующей нагрузки с достаточной точностью можно определять с помощью субмаксимального нагрузочного теста с расчетом величины максимального потребления кислорода по номограмме Астранда — Риминг. В клинической практике субмаксимальный уровень нагрузки может быть определен отношением частоты сердечных сокращений при физических упражнениях к максимальной частоте сердечных сокращений для лица данного возраста и пола (см. табл. 7, с. 49).

При реабилитации больных коронарной недостаточностью о достижении максимального уровня нагрузки можно судить по возникновению признаков ее неадекватности для больного (болевого

приступ, отрицательная динамика ЭКГ и т. д.). После этого физические упражнения назначаются на допороговом уровне.

Для тренирующего эффекта нужно, чтобы нагрузка вызывала утомление, иначе не будет увеличиваться максимальная аэробная способность. I. Astrand с соавторами (1960) эмпирически считают, что частота сердечных сокращений должна достигать 130 в 1 мин. L. Holoszy (1966) отмечает, что тренирующего эффекта можно достичь и при нагрузках, приводящих к частоте сердечных сокращений 110 в 1 мин. В. М. Ахрем-Ахремович с соавторами (1972) у лиц, перенесших инфаркт миокарда, доводили интенсивность тренировочных нагрузок до частоты сердечных сокращений 150 в 1 мин.

Больным в возрасте до 50 лет мы назначали нагрузки, которые вызывают увеличение частоты сердечных сокращений до 130 в 1 мин, а лицам старше 50 лет — до 120 в 1 мин.

Исследования I. Astrand с соавторами (1960), подробно описанные в предыдущей главе, наглядно показывают лучшую переносимость и преимущества кратковременных нагрузок, чередующихся с периодами отдыха. Большинство клиницистов (V. Smolaka, 1966; J. Nanghton, 1969; H. Hellerstein, 1970; Д. М. Аронов, 1972; Е. И. Янкелевич и В. Е. Шевелева, 1972, И. В. Лисовская, 1973, и др.) при физической реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями считают целесообразным чередовать кратковременные периоды упражнения порядка 1—1½ мин с интервалами отдыха равной или большей продолжительности для восполнения кислородного долга. Такая методика облегчает возможность адаптации сердца к повышенным энергетическим требованиям во время физической нагрузки.

Запасы кислорода в миоглобине обеспечивают половину его потребности в течение первых 10 с мышечной работы (I. Astrand с соавт., 1960), причем наличие миоглобина ускоряет диффузию кислорода в сокращающиеся мышечные волокна (R. Forster, 1967). Источником дополнительной энергии без увеличения содержания молочной кислоты в крови являются также АТФ и креатинфосфат.

Однако остается открытым вопрос, обусловлено ли положительное влияние столь кратковременных физических упражнений тренирующим воздействием на функцию сердца или же оно связано только с тренирующим эффектом на систему транспорта кислорода непосредственно в мышечной ткани. Правда, и второй вариант в итоге отвечает задачам тренирующего режима, так как улучшение использования кислорода в мышцах облегчает функцию сердца в условиях физических нагрузок.

Таким образом, видимо, в начальные периоды реабилитации физические нагрузки оказывают тренирующее действие преимущественно на мышечную, а затем уже и на сердечно-сосудистую систему.

Следовательно, физическая реабилитация больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями должна обеспечиваться тренирующими нагрузками динамического характера на субмаксимальном

(60—75 % аэробной способности) уровне, кратковременными периодами с постепенным увеличением продолжительности, чередующимися с периодами отдыха.

Занятие начинается с вводного периода (разминки), во время которого сердечно-сосудистая система адаптируется к возрастающим требованиям. Затем следует стимулирующий (собственно тренирующий) этап и разрешающий период с постепенным уменьшением нагрузок. Интенсивность упражнений от занятия к занятию возрастает.

Интенсивность нагрузки оценивается по величине энергетических затрат (в кДж/мин, ккал/мин) на каждый этап упражнений. Эти данные сопоставляются с энергетическими возможностями больного.

Интенсивность нагрузок, частота и длительность занятий должны определяться индивидуально. Желательно проводить тренирующие занятия 5 раз в неделю (Н. М. Амосов с соавт., 1972, 1973; К. Соорег, 1970) и уж во всяком случае не реже 3 раз в неделю (Р. М. Ахрем-Ахремович с соавт., 1972; J. Tobis и L. Zohman, 1968; H. Hellerstein, 1970).

В каждом конкретном случае составляется индивидуальная длительная (многomesячная) программа физической реабилитации, которую нужно периодически пересматривать с учетом достигнутого эффекта. Эффективность первично оценивается не ранее чем через 2—3 нед после начала занятий, а затем каждые 2—3 мес. На основе таких обследований устанавливается, обеспечивает ли уровень нагрузок тренирующий эффект, и вносятся необходимые коррективы в программу занятий.

Упражнения должны доставлять удовольствие больному, не требовать сложных навыков, дорогостоящего оборудования, специальных помещений. Нужно создать возможности для круглогодичного их выполнения.

Наши наблюдения и многочисленные данные литературы свидетельствуют о безопасности интенсивных тренирующих занятий при реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Есть лишь единичные сообщения о возникновении инфаркта миокарда в результате физических нагрузок (E. Lepeschkin, 1960; R. Bruce с соавт., 1968).

Возможность появления осложнений обусловлена тем, что для достижения тренирующего влияния на сердечно-сосудистую систему и развитие коллатерального коронарного кровообращения уровень нагрузки должен быть субмаксимальным в физиологическом и близким к предельной коронарной способности в клиническом смысле. В этих условиях, естественно, не исключена опасность передозировки нагрузок, поэтому особое значение приобретает медицинский контроль.

Для обеспечения безопасности тренирующих занятий требуется тщательное обследование больного с детальным уточнением его функциональных возможностей перед началом реабилитации. На основе этих данных и составляется строго индивидуальный план

занятий на доступном энергетическом уровне. Первые тренировочные занятия необходимо проводить под постоянным врачебным контролем с использованием клинических методов (учет жалоб, частоты пульса, артериального давления и др.) и электрокардиограммы. По возможности желательно, особенно у больных с коронарной недостаточностью, на этом этапе применение радиотелеметрического наблюдения за ЭКГ.

Больной должен быть проинструктирован о симптомах передозировки нагрузок и периодически самостоятельно контролировать частоту пульса; его необходимо также ознакомить с элементарными лечебными мероприятиями (прием лекарств и т. д.), которые он может провести при ухудшении состояния до прихода врача.

Руководствуясь состоянием больного и переносимостью нагрузок, врач решает вопрос о возможности дальнейшего продолжения занятий по программе в домашних условиях.

Наш опыт говорит о том, что не все больные с достаточной серьезностью относятся к выполнению комплекса тренирующих упражнений в домашних условиях, нередко выполняют их нерегулярно, не в полном объеме. Кроме того, при самостоятельных занятиях нет возможностей для медицинского контроля. Поэтому назрела необходимость создания при врачебно-физкультурных диспансерах и кардиологических кабинетах поликлиник центров физической реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В таких центрах должны быть организованы группы, которые под руководством методиста по лечебной физкультуре и под контролем врача в нерабочее время смогут проходить физическую реабилитацию с использованием интенсивных тренирующих программ. Занятия в этих группах для определенных категорий больных, выздоравливающих после инфаркта миокарда, оперированных по поводу пороков сердца и др., должны стать обязательными. ВТЭК, вынося заключение об инвалидности, должна решать вопрос и об обязательном прохождении курса физической реабилитации определенных категорий больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Затраты на такие группы физической реабилитации окупятся восстановлением трудоспособности большого количества больных.

ПРОГРАММЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ

Предложено большое количество программ физической реабилитации в различные периоды заболевания.

Мы не останавливаемся на программах реабилитации больных в течение первых 6 мес после инфаркта миокарда, так как этой проблеме посвящена обширная литература.

Программы физических тренировок для больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями могут быть условно разделены на три группы: 1) дозированные нагрузки на велоэргометре; 2) дозированный бег и ходьба, включая упражнения на тредмилле; 3) комп-

лексные программы, включающие гимнастические, спортивные упражнения и игры.

Преимущество тренировок на *велозергометре* заключается в возможности строгого дозирования интенсивности нагрузок и обеспечения врачебного контроля, к недостаткам их относятся монотонность упражнений и отсутствие эмоциональной окраски.

L. Zohman и J. Tobis (1967) проводили тренировки больных с коронарной недостаточностью на велозергометре с возрастающей скоростью педалирования в положении лежа при интенсивности нагрузок, не вызывающих болевого приступа. После первичной оценки переносимости нагрузки упражнения выполнялись при небольших нагрузках по 5 мин 3 раза в неделю в течение 6—12 нед под ЭКГ-контролем с учетом энергетических затрат. Затем применялся нагрузочный тест с постепенным увеличением нагрузки до возникновения болевого приступа, и таким образом определялась физическая работоспособность. В дальнейшем назначались упражнения с нагрузками в пределах 60—80 % установленной физической работоспособности, которая приводит к болевому приступу. Если и этот уровень оказывался непереносимым из-за возникновения экстрасистол, неприятных ощущений и т. д., нагрузки устанавливались на уровне ниже 60—80 % рассчитанного. Такие тренирующие занятия во всех случаях приводили к субъективному улучшению, хотя положительная динамика ЭКГ наблюдалась лишь у $\frac{1}{3}$ больных.

A. Varгу с соавторами (1966) перед началом упражнений определяли максимальную физическую работоспособность и в зависимости от функциональных возможностей больного проводили курс тренировок на велозергометре. Первичная нагрузка была 150—300 кгм/мин в течение 5 мин, а затем после 5-минутного отдыха выполнялись 3-минутные упражнения с возрастанием нагрузки по 150 кгм/мин и интервалами отдыха до 3 мин. Максимальная нагрузка — 750 кгм/мин. Критериями адекватности являлись отсутствие болевого приступа и изменений на ЭКГ, частота сердечных сокращений в пределах 130 в 1 мин.

Различные тренирующие программы с применением велозергометра описаны также V. Smodlaka (1966), E. Varnauscas с соавторами (1969) и др.

Дозированный бег и быстрая ходьба составляют основу многих тренирующих программ. К этой же группе относятся ходьба и бег в заданном темпе на тредмилле.

Программы упражнений на тредмилле имеют все преимущества велозергометрических программ, но они более физиологичны, частично лишены их недостатков и широко применяются J. Mazarella и J. Jordan (1966) и др.

R. McAlpin и A. Kattus (1966) тренировали больных с коронарной недостаточностью ходьбой на тредмилле в темпе 1,5—5 км в 1 ч. Скорость ходьбы постепенно увеличивалась до возникновения болевого приступа или появления ишемических изменений на ЭКГ. Такие тренировки приводили к значительному улучшению

Таблица 29. Программа ходьбы № 1
(16-недельный курс)

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю	Время прохождения 100 м, с
1	1,5	17 : 30	5	5	70
2	1,5	15 : 30	5	5	61
3	1,5	14 : 15	5	5	56
4	2,5	25 : 45	5	7,5	61
5	2,5	24 : 00	5	7,5	57
6	2,5	23 : 30	5	7,5	56
7	3,0	30 : 00	5	10	60
8	3,0	29 : 00	5	10	58
9	4,0	38 : 30	5	12,5	58
10	3,0	27 : 00	2	12,5	55
	4,0	37 : 30	3		56
11	3,0	26 : 45	3	17	54
	4,0	37 : 00	2		55
12	4,0	36 : 00	3	21	54
	5,0	46 : 30	2		56
13	3,0	26 : 15	2	26	53
	5,0	45 : 15	3		54
14	4,0	35 : 00	3	27	53
	5,0	45 : 00	2		54
15	5,0	45 : 00	5	30	54
16	6,5	58 : 00	4	32	53

состояния больных. Авторам удавалось даже нагрузкой купировать приступы стенокардии.

Программа ходьбы J. Smith и Q. Kidera (1967) начинается с 1,5 км за 20 мин. Затем постепенно время преодоления этого расстояния сокращается до 9 мин, причем 100 шагов ходьбы перемежаются со 100 шагами бега трусцой. Авторы доложили об отличных результатах тренирующих программ у 15 из 20 больных с выраженной коронарной недостаточностью.

J. Faulkner (1968) отмечает, что после ходьбы на 20 км в день с одной и той же скоростью при частоте сердечных сокращений 120—130 в 1 мин уже через 10 дней выявлялся тренирующий эффект по сравнению с контрольной группой.

О различных тренирующих программах и системе очков К. Соорег уже подробно говорилось в предыдущей главе (см. с. 137). Здесь следует остановиться на специальных программах ходьбы, предназначенных для реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. В отличие от программ для здоровых лиц, они значительно более постепенны. Кроме того, К. Соорег рекомендует различные варианты программ ходьбы для поддержания физического состояния после завершения основного курса тренирующих занятий.

Мы несколько видоизменили эти программы и используем три варианта в зависимости от функционального состояния больных. Программа № 1 (табл. 29) является наиболее интенсивной и рассчитана на 16 нед. Программа № 2 (табл. 30) более постепен-

Таблица 30. Программа ходьбы № 2
(32-недельный курс)

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю	Время прохождения 100 м, с
1—2	1,5	18 : 45	5	—	75
3—4	1,5	16 : 30	5	5	65
5—6	1,5	14 : 00	5	5	56
7—8	2,5	24 : 00	5	7,5	57
9—10	2,5	23 : 30	5	7,5	56
11—12	3,0	29 : 00	5	10	58
13—14	3,0	28 : 00	5	10	56
15—16	2,5	22 : 30	5	15	54
17—18	2,5	22 : 00	5	15	53
19—20	3,0	27 : 00	3	22	54
	4,0	36 : 00	2		54
21—22	3,0	26 : 30	3	22	53
	4,0	35 : 45	2		54
23—24	4,0	35 : 30	4	26	53
	5,0	45 : 00	1		54
25—26	4,0	35 : 15	3	27	53
	5,0	45 : 00	2		54
27—28	4,0	35 : 00	3	27	53
	5,0	44 : 15	2		53
29—30	5,0	43 : 45	5	30	53
31—32	6,5	56 : 00	4	32	52

на, рассчитана на 32 нед. Программа № 3 (табл. 31) наименее интенсивна и также рассчитана на 32 нед. Кроме того, в табл. 32 приведены варианты дозированной ходьбы для поддержания физического состояния, достигнутого по завершении одной из трех основных программ.

Каждый больной перед началом занятий проходит тщательный инструктаж по методике ходьбы в соответствии с общими положениями, изложенными в предыдущей главе, методам оценки адекватности нагрузок. При самостоятельных занятиях без непосредственного медицинского контроля мы допускаем максимальную частоту пульса во время ходьбы для лиц моложе 50 лет — 130 в 1 мин, старше 50 лет — 120 в 1 мин. Если больной не может увеличивать нагрузки в указанном темпе, то каждый этап ходьбы продлевается. Предел нагрузок мы также индивидуализируем с учетом состояния больного.

Кроме приведенных, предложены программы реабилитации с использованием дозированной ходьбы (Р. Rechnitzeg с соавт., 1965), бега трусцой (W. Bowerman и W. Harris, 1967), скакалок, велосипеда (К. Rodahl с соавт., 1966) и ряд других. Многие программы этой группы широко используются в амбулаторной практике, причем больные обучаются методам самооценки адекватности нагрузок (частота пульса, самочувствие и т. д.).

Комплексные реабилитационные программы *гимнастики с элементами спортивных упражнений* позволяют значительно разнообразить занятия, строго дозировать их с учетом энергетических

Таблица 31. Программа ходьбы № 3
(32-недельный облегченный курс)

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю	Время прохождения 100 м, с
1—2	1,5	22 : 30	5	—	90
3—4	1,5	18 : 45	5	—	75
5—6	1,5	17 : 00	5	5	67
7—8	1,5	15 : 00	5	5	60
9—10	2,5	26 : 00	5	7,5	62
11—12	2,5	25 : 00	5	7,5	60
13—14	3,0	31 : 00	5	10	62
15—16	3,0	30 : 00	5	10	60
17—18	2,5	24 : 00	2	10,5	57
	4,0	40 : 00	3		60
19—20	2,5	23 : 00	2	12	56
	5,0	49 : 00	3		60
21—22	4,0	38 : 00	3	15,5	57
	5,5	53 : 00	2		58
23—24	4,0	36 : 00	3	21	54
	5,0	46 : 00	2		55
25—26	5,0	45 : 00	3	26	54
	6,5	62 : 00	2		57
27—28	5,0	45 : 00	3	26	54
	6,5	61 : 00	2		57
29—30	5,0	45 : 00	5	30	54
31—32	6,5	59 : 00	4	30	56

Таблица 32. Варианты минимальных требований для поддержания физического состояния после завершения программы ходьбы

Расстояние	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю	Время прохождения 100 м, с
2,5 км 2 раза в день	17 : 15—21 : 00	5	30	45—54
3 км	22 : 30—27 : 00	8	32	45—56
5 км	37 : 30—45 : 15	5	30	45—54
6,5 км	48 : 45—59 : 00	4	32	45—54
8 км	60 : 00—72 : 30	3	30	45—54
8 км	72 : 30—100 : 00	5	30	45—75

затрат, оказывают хорошее тренирующее действие на сердце и скелетные мышцы, придают тренировкам положительную эмоциональную окраску. Определенные трудности возникают при необходимости ЭКГ-контроля, и в этих случаях желательно радиотелеметрическое наблюдение за ЭКГ.

Программа L. Zohman и J. Tobis (1970) включает в себя гимнастические упражнения, сочетающиеся с ходьбой и бегом. Она предназначена для реабилитации больных с коронарной недостаточностью не ранее чем через 6 мес после инфаркта миокарда. Занятия проводятся 3 раза в неделю после работы в специальных

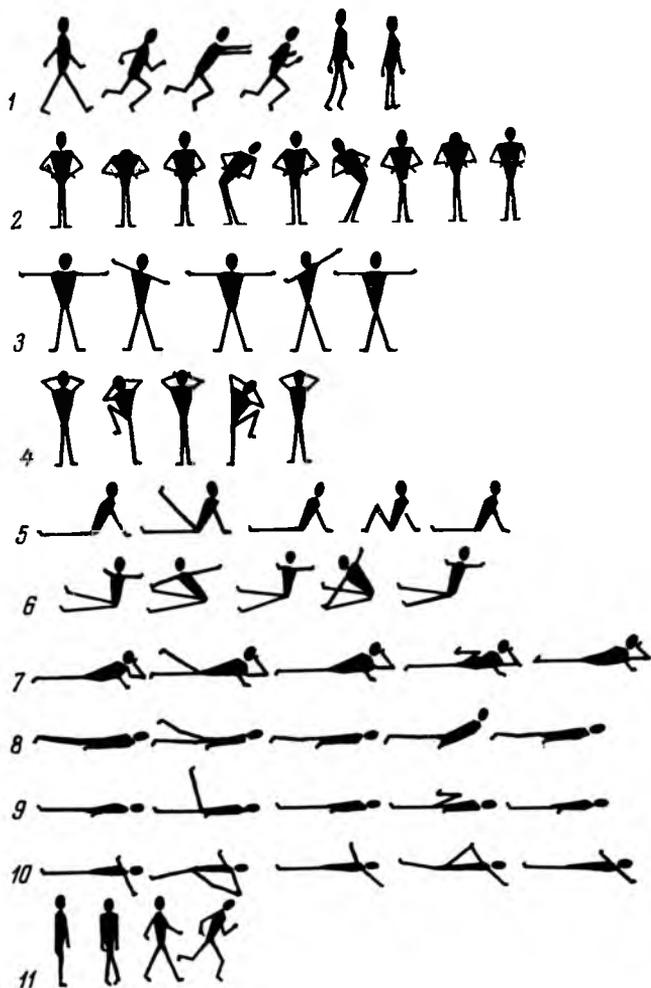


Рис. 43. Гимнастические упражнения реабилитационной программы L. Zohman и J. Tobis. Пояснения в тексте

группах под врачебным контролем и, по возможности, ЭКГ-наблюдением.

Программа состоит из ходьбы, бега трусцой и 11 физических упражнений. Предусматриваются четыре этапа интенсивности и длительности программы. Длительность каждого этапа — 4 мес. Начальная продолжительность занятия — 15 мин, затем они продлеваются поэтапно на 5 мин. Программа включает следующие гимнастические упражнения (рис. 43):

Упражнение № 1. Разминка, быстрая ходьба, бег трусцой с выбрасыванием рук вперед, ходьба на носках и пятках. Общая продолжительность — 2—3 мин.

Упражнение № 2. И. п.— стоя. Наклоны туловища вперед и назад 16 раз, влево и вправо 16 раз.

Упражнение № 3. И. п.— стоя. Повороты туловища влево и вправо 16 раз.

Упражнение № 4. И. п.— стоя. Резкий подъем ноги, согнутой в коленном суставе (поочередно левой и правой),— 24 раза. Доставание коленом локтя (кисти рук положены на затылок) поочередно слева и справа — 20 раз.

Упражнение № 5. И. п.— сидя. Подъем выпрямленной ноги (поочередно левой и правой) — 24 раза. подтягивание колен к груди — 30 раз.

Упражнение № 6. И. п.— сидя при выпрямленных ногах. Прикосновение к носку левой ноги кистью правой руки и наоборот — 8 раз.

Упражнение № 7. И. п.— лежа на левом боку. Подъем вверх правой ноги — 16 раз, подтягивание правой ноги к груди — 16 раз. Затем те же упражнения левой ноги в положении на правом боку.

Упражнение № 8. И. п.— лежа на животе, руки вытянуты вдоль туловища ладонями вниз. Подъем левой ноги — 8 раз, правой ноги — 8 раз, затем прогибание туловища — 8 раз.

Упражнение № 9. И. п.— лежа на спине. Подъем разогнутой левой ноги в вертикальном положении — 8 раз, то же правой — 8 раз. Затем подтягивание левой ноги к груди — 8 раз и правой — 8 раз.

Упражнение № 10. И. п.— лежа на спине, руки раскинуты на уровне плеч. Доставание носком левой ноги кисти правой руки — 8 раз и наоборот — 8 раз.

Упражнение № 11. И. п.— стоя. Подъем на носках — 8 раз, бег трусцой и быстрая ходьба — 30—50 шагов.

Схема всей реабилитационной программы L. Zohman и J. Tobis приведена в табл. 33.

Программы Н. Hellerstein (1968, 1970), помимо зарядки, бега и ходьбы, включают также элементы спортивных игр. Интенсивность нагрузок регламентируется на основе детальной оценки физического состояния (ФРС₁₅₀ и другие показатели). Занятия

Таблица 33. Реабилитационная программа L. Zohman и J. Tobis (1970)

Уровень и длительность занятия	Разминка (этапы) ¹	Гимнастика (номер упражнений)	Бег—ходьба (этапы)	Гимнастика (номер упражнений)	Бег—ходьба (этапы)
А Начальный (15 мин)	Ходьба — 3 Бег трусцой — 4	1—4	Отдых	5—11	Отдых
Б Через 4 мес (20 мин)	Ходьба — 2 Ходьба — 3—4 Бег трусцой — 4—5	1—4	Отдых	5—11	Ходьба — 2 Бег трусцой — 6 Ходьба — 2
В Через 8 мес (25 мин)	Ходьба — 2 Ходьба — 4 Бег трусцой — 5	1—4	Ходьба — 2 Бег трусцой — 6	5—11	Отдых
Г Через 12 мес (30 мин)	Ходьба — 2 Ходьба — 4 Бег трусцой — 5 Ходьба — 2	1—4	Ходьба — 2 Ходьба — 2 Бег трусцой — 6 Ходьба — 2	5—11	Ходьба — 2 Бег трусцой — 6 Ходьба — 2

¹ I этап ходьбы — 60 шагов, I этап бега трусцой — 45 шагов.

проводятся 3 раза в неделю по 1 ч. Расход энергии на каждом занятии — в пределах 1675 кДж (400 ккал), причем около 850 кДж (200 ккал) расходуется за 30 мин гимнастических упражнений, 500 кДж (120 ккал) — за 15 мин бега, чередующегося с ходьбой, и 325 кДж (80 ккал) — за 15 мин спортивных игр (волейбол, баскетбол). Игры, при которых возможны пиковые подъемы энергетических затрат, в программу не включаются. Больные, занимающиеся по программе, должны соблюдать диету и прекратить курение. Н. Hellerstein (1967) отмечает, что прием 1 таблетки нитроглицерина перед началом упражнений способствует возрастанию переносимости нагрузок на 150—300 кгм.

Аналогичную программу реабилитации с энергетическими затратами в пределах 1256 кДж (300 ккал) в течение 1 ч занятий рекомендует J. Naughton с соавторами (1969).

Программа V. Gottheiner (1968) предназначена для реабилитации больных с хронической коронарной недостаточностью, в том числе и перенесших инфаркт миокарда (через 3 мес после его возникновения), а также больных с другой сердечной патологией. Больных с сердечной недостаточностью и аритмией автор допускает к участию в занятиях под строгим медицинским контролем на фоне лечения препаратами дигиталиса. Противопоказанием к тренирующим занятиям являются активный ревматизм, острые инфекционные заболевания и некоторые врожденные пороки.

Программа очень интенсифицирована и базируется на широком использовании спортивных упражнений. Она включает в себя гимнастику с гантелями массой от 0,5 до 3 кг, силовые упражнения с подъемом тяжестей одной рукой от 5 до 10 кг, двумя — от 10 до 35 кг, а также различные виды спорта, характеризующиеся ритмичностью и двигательной активностью на больших расстояниях (ходьба, бег, езда на велосипеде, плавание, гребля), горячий и холодный душ. Применяются волейбол и баскетбол.

При неблагоприятных погодных условиях дистанционный спорт заменяется подъемами на ступеньку с перемежающейся скоростью: 1 мин медленно — в пределах 40 % и $1/2$ мин — быстро в пределах 80 % максимальной физической работоспособности.

Все больные перед началом занятий проходят тщательное медицинское обследование, включающее степ-тест на субмаксимальном уровне с определением максимального потребления кислорода, максимального кислородного пульса, индекса сокращения (отношение объема сердца к максимальному кислородному пульсу) и детальный анализ данных электрокардиограммы при нагрузке. Эти показатели в сочетании с клиническими являются основой для градации физической годности, которая подразделяется на 7 классов. Первые 3 класса — подготовительные, последующие 4 — спортивные.

В программу подготовительных классов входят разминка (легкие гимнастические упражнения, впоследствии с применением гантелей), подъем на ступеньку, ходьба, горячий и холодный душ. Занятия проводятся ежедневно на протяжении всей недели. По ме-

ре возрастания интенсивности нагрузок больные в течение нескольких месяцев переходят из 1-го во 2-й, затем и в 3-й класс.

Доступ в низший спортивный (4-й) класс возможен только после 9 мес занятий. В спортивных классах к прежним упражнениям добавляются силовые тренировки 2 раза в неделю и дистанционный спорт 3 раза в неделю. Дистанционный спорт начинается с ходьбы, езды на велосипеде, гребли, а в дальнейшем подключаются бег и плавание. Предусмотрены упражнения на коротких, средних и длинных дистанциях, чередующиеся с периодами отдыха. Больные, достигшие 7-го класса, по своим показателям физического состояния соответствовали стандартам своего возраста, принимали участие в соревнованиях и пробегали 11 км в гористой местности за 58—80 мин.

V. Gottheiner отмечает, что среди больных, прошедших полный курс занятий, 55 % достигли 7-го класса, 25 % — 5-го и 6-го классов физической годности. 20 % больных остались в низших классах, но их физическое и эмоциональное состояние улучшилось.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ, ОПЕРИРОВАННЫХ ПО ПОВОДУ БОЛЕЗНЕЙ СЕРДЦА

В литературе почти нет данных о тренирующих программах и результатах их длительного применения у больных, оперированных по поводу пороков сердца.

Мы придерживаемся тактики максимально ранней физической активизации оперированных больных. При отсутствии осложнений, начиная со 2-го дня послеоперационного периода, всем больным, в том числе после протезирования клапанов сердца и аортального шунтирования по поводу хронической коронарной недостаточности, разрешается сидеть в постели. С этого дня с ними начинают заниматься лечебной физкультурой. Особое внимание уделяется активизации дыхания и профилактике ателектазов (раздувание резиновых игрушек), пассивно-активным движениям при помощи методистов, различным приемам массажа. С 3-го дня больных поднимают, а с 4—5-го дня им разрешают ходить.

Методика лечебной гимнастики дифференцируется с учетом стадии порока, особенностей операции, тяжести состояния. Интенсивность нагрузок при ЛФК с каждым днем возрастает.

К 20—25-му дню послеоперационного периода больной проходит всестороннее функциональное обследование, включающее велоэргометрический нагрузочный тест на субмаксимальном уровне. На основании результатов обследования устанавливается группа физического состояния в соответствии с нашей классификацией (см. табл. 16, с. 95). С этим заключением больной переводится в санаторное отделение клиники на базе клинического санатория «Ирпень».

С точки зрения психологической реабилитации сам факт перевода из клиники в санаторий, означающий завершение наиболее

ответственного этапа лечения, имеет огромное значение. Это вселяет в больных оптимизм, уверенность в выздоровление и возвращении к активной жизни и труду.

В условиях санатория проводится разнообразная патогенетическая терапия, включая электроимпульсную терапию мерцательной аритмии. Ведущее место отводится физической реабилитации. С этой целью широко применяются длительные терренкуры, облегченные спортивные игры, в зимний период — лыжные прогулки.

Наблюдения показали, что обычные комплексы лечебной физкультуры не дают достаточного тренирующего эффекта в смысле увеличения аэробной способности. Поэтому в дополнение к гимнастическим упражнениям мы внедрили в практику интенсифицированные тренирующие программы ходьбы К. Соорег (1970) в несколько измененном виде. Выбор программ ходьбы обусловлен их безопасностью и физиологичностью по сравнению с другими более интенсивными упражнениями.

Больным I и II групп физического состояния назначалась 16-недельная программа ходьбы № 1 (см. табл. 29, с. 159), больным III группы — 32-недельная программа № 2 (см. табл. 30, с. 160), а лицам, отнесенным к IV группе, — 32-недельная облегченная программа № 3 (см. табл. 31, с. 161). Больным V группы для улучшения физического состояния применяли ЛФК и назначали индивидуальные облегченные тренирующие программы. Занятия проводились ежедневно.

Все больные были ознакомлены с признаками неадекватности нагрузки, требующими ее прекращения, обучены подсчету пульса и т. д. Максимальная частота пульса во время ходьбы у лиц моложе 50 лет допускалась 130 в 1 мин, в возрасте старше 50 лет — 120 в 1 мин. Переносимость нагрузок на первых занятиях у больных с протезами клапанов сердца и у оперированных по поводу коронарной недостаточности контролировалась электрокардиограммой.

Помимо программ ходьбы проводились курсы интенсивных тренировок на велоэргометрах. Методика этих тренировок базировалась на положении о рациональности применения с целью улучшения функции системы транспорта кислорода кратковременных упражнений высокой интенсивности, чередующихся с периодами отдыха (I. Astrand, 1960; P. Astrand и K. Radahl, 1970, и др.). Уровень нагрузок устанавливался индивидуально на основе результатов нагрузочного теста с учетом величин ФРС_{170} , ФРС_{150} или порогового уровня нагрузки, при котором возникали признаки ее неадекватности. Тренировки выполнялись на уровне 60—70 % этих величин при отсутствии отрицательных клинических показателей и патологических изменений ЭКГ. Сеансы тренировок проводились под постоянным электрокардиоскопическим контролем. По мере адаптации к определенному уровню нагрузки продолжительность каждого этапа увеличивалась с 5 до 10 мин, затем увеличивалась и мощность нагрузки.

Несмотря на интенсивные нагрузки, в ранние сроки после опера-

ции по поводу тяжелых пороков сердца, осложнений, связанных с тренировочными занятиями, не было. У отдельных больных отмечались различные формы экстрасистолических аритмий, ишемическое опущение сегмента ST на ЭКГ, заставлявшие уменьшать интенсивность нагрузок.

В санатории больные находились на лечении обычно от 1 до 2 мес, в некоторых случаях — до 3 мес. По окончании санаторного лечения проводилось повторное полное функциональное обследование, такое же, как и при поступлении. На основе сравнения данных при поступлении и выписке оценивался эффект санаторного этапа реабилитации, составлялся план дальнейших реабилитационных мероприятий в амбулаторных условиях. В частности, определялся допустимый уровень возрастания нагрузок при дозированной ходьбе до повторного обследования в клинике, намечались перспективы трудовой реабилитации.

В результате санаторного лечения физическое состояние оперированных значительно улучшилось (Н. М. Амосов с соавт., 1972, 1973, 1980; Я. А. Бендет с соавт., 1974, 1979—1987). Так, нами совместно с В. В. Полюяновой, М. В. Овчаровой и В. В. Мошляком с помощью субмаксимальных нагрузочных тестов обследовано в динамике 143 больных с протезами клапанов сердца до и после санаторного лечения. Выявлено возрастание физической работоспособности в результате реабилитационных мероприятий на санаторном этапе с $42,8 \pm 5,5$ до $68,2 \pm 4,6$ Вт — на 59,4 % (рис. 44). При этом эффективность физической реабилитации в группе больных, тренируемых с повышенной интенсивностью, нарастала. Так, при применении обычных методик ЛФК в сочетании с программами ходьбы среди 61 больного физическая работоспособность возросла на 41,1 % (с $42,1 \pm 7,3$ до $59,2 \pm 6,1$ Вт), а в группе из 82 больных с дополнительным применением упражнений на велотренажерах — на 72,4 % (с $43,4 \pm 5,5$ до $74,9 \pm 4,9$ Вт).

После выписки из санатория больные продолжали занятия по программам ходьбы дома. Правда, опыт показывает, что в амбулаторных условиях не все выполняли упражнения регулярно. При очередных контрольных обследованиях в клинике через 6 мес после операции, а затем ежегодно, наряду с общеклиническими и инструментальными исследованиями, оценивалось также физическое состояние с помощью субмаксимального нагрузочного теста на велоэргометре. На основании этого обследования учитывалась

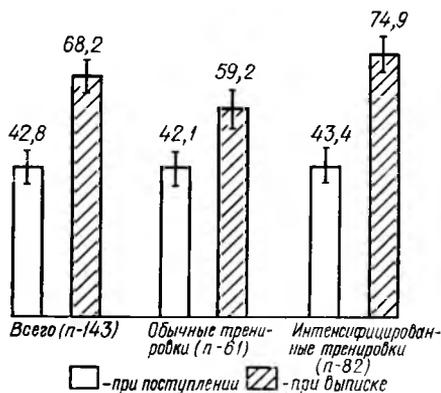


Рис. 44. Динамика показателей физической работоспособности (Вт) больных с протезами клапанов сердца в результате санаторного этапа послеоперационной реабилитации

динамика физического состояния (переход из одной группы в другую), вносились коррективы в реабилитационные программы. Лицам, закончившим основную программу ходьбы, назначались поддерживающие физическое состояние варианты программ (см. табл. 32, с. 161).

Учитывая большую интенсивность нагрузок на завершающих стадиях программы ходьбы, мы, исходя из функционального состояния у больных после протезирования клапанов сердца, митральной комиссуротомии при IV стадии порока и при других тяжелых поражениях, ограничивали пределы нагрузки 10—15—20 очками в неделю.

Применение описанной системы реабилитации способствовало существенному улучшению физического состояния оперированных. Проявлялось это коренным субъективным улучшением и положительной динамикой основных объективных показателей. Исчезали или значительно уменьшались одышка, тахикардия, улучшалась переносимость физических нагрузок.

Реакция на физическую нагрузку в результате тренированности приобретала более экономный характер: одна и та же нагрузка требовала меньшего потребления кислорода и сопровождалась меньшей тахикардией. У тренированных лиц возрастала устойчивость к простудным заболеваниям.

Физическое состояние больных находилось в тесной связи с активностью ревматического процесса. При обострении ревматизма физическое состояние больных значительно ухудшалось.

Большое значение в улучшении условий гемодинамики мы придаем восстановлению синусового ритма в послеоперационный период. При сравнительном исследовании с помощью нагрузочных тестов 36 оперированных по поводу приобретенных пороков сердца выявлено (В. В. Мошляк) возрастание физической работоспособности после восстановления синусового ритма с помощью электроимпульсной терапии на 92,9 % (с $46,5 \pm 3,5$ до $89,6 \pm 5,8$ Вт), снижение затрат кислорода на 1 кДж работы на 16,2 % (с $30,4 \pm 1,0$ до $25,5 \pm 0,9$ мл). Поэтому важнейшим фактором послеоперационной реабилитации, по нашему мнению, является электроимпульсная терапия мерцательной аритмии. Мы наблюдали непосредственный эффект от ее применения у 2357 оперированных больных в 93,4 % случаев.

Для оценки изменений функционального состояния в результате коррекции пороков сердца и последующих реабилитационных мероприятий нами совместно с Н. М. Верич изучены показатели физического состояния больных с помощью субмаксимальных нагрузочных тестов на велоэргометре до и в отдаленные сроки после имплантации искусственных клапанов сердца. Обследовано 132 больных, среди них митральное протезирование произведено 59, аортальное — 24, митрально-аортальное — 19, замена митрального клапана в сочетании с аннулопликацией трикуспидального — 30 больным. Обследование производилось непосредственно перед

Таблица 34. Динамика показателей физического состояния 132 больных до и в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца в сравнении со здоровыми лицами

Показатели	Единица измерения	До операции			В отдаленные сроки			Динамика	
		M	±m	% по отношению к здоровым	M	±m	% по отношению к здоровым	изменение в %	P
Физическая работоспособность	Вт	55,3	2,6	32	100	3,9	61,6	+92,4	<0,001
Потребление кислорода на завершающем этапе нагрузки	мл/мин/кг	18,5	0,6	55,6	23,4	0,5	73,35	+26,5	<0,001
Потребление кислорода на 1 Дж работы	мл	37,2	1,0	158,3	26,5	1,0	112,5	-29	<0,001
Кислородный пульс в покое	мл/уд	4	0,4	81,3	4,4	0,4	89,7	+10	<0,01
Кислородный пульс при нагрузке	мл/уд	7,8	0,5	58,2	11,2	0,7	83,5	+43,5	<0,001
Дифференциальный кислородный пульс	мл/уд	13,5	1,6	58,6	16,8	1,3	73	+24,4	<0,001

операцией, а также в сроки от 3 мес до 5 лет, в среднем через 11 мес после протезирования клапанов сердца у больных без послеоперационных осложнений, которые могли бы оказать отрицательное влияние на физическое состояние.

Результаты исследований сравнивались с показателями контрольной группы здоровых нетренированных лиц из 51 человека (мужчин — 31, женщин — 20), в среднем в возрасте 24,9 года. У здоровых лиц выявлены ФРС₁₇₀ 162,3 ± 6,9 Вт, V_{O₂(170)} — 33,3 ± 0,6 мл/мин/кг; потребление кислорода на 1 Дж работы — 23,5 ± 1 мл, кислородный пульс в покое — 4,9 ± 0,3 мл/уд, кислородный пульс на последнем этапе нагрузки — 13,4 ± 0,4 мл/уд; дифференциальный кислородный пульс — 23,0 ± 0,7 мл/уд.

Сравнительные исследования показали выраженное улучшение физического состояния после протезирования клапанов сердца. Если до операции на субмаксимальном уровне нагрузки выполнили тест 83 больных (70,5%), а у остальных 39 (29,5%) возникли признаки ее неадекватности, то в отдаленные сроки после операции количество обследованных на субмаксимальном уровне нагрузки возросло до 112 (84,8%) и соответственно снизилось до 20 (15,2%) количество больных, завершивших исследование на пороговом уровне. Данные о динамике основных показателей физического состояния до и в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца в сравнении со здоровыми лицами представлены в табл. 34 и на рис. 45.

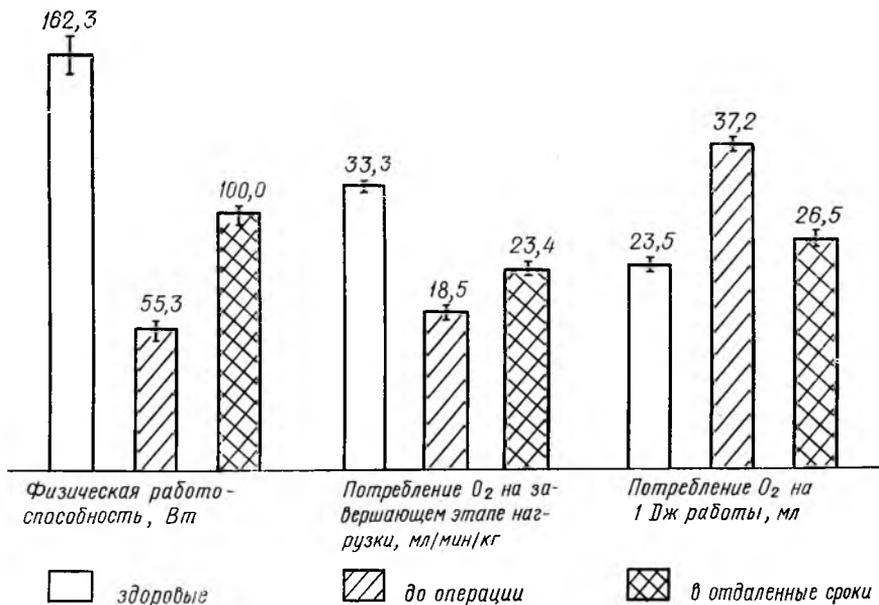


Рис. 45. Показатели физического состояния больных до и в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца в сравнении со здоровыми лицами

Из всех приведенных данных видно, что к моменту операции у больных отмечалось выраженное снижение показателей физического состояния, физическая работоспособность составляла лишь 32 %, потребление кислорода на завершающем этапе нагрузки — 55,6 % от аналогичных показателей у здоровых лиц. При этом возрастали затраты кислорода на 1 Дж работы на 58 % по сравнению со здоровыми из-за неэкономичности обменных процессов. Сниженными оказались показатели кислородного пульса и дифференциального кислородного пульса.

В результате коррекции пороков сердца и последующих реабилитационных мероприятий значительно улучшились показатели физического состояния: возросла физическая работоспособность на 92 %, увеличилось потребление кислорода на завершающем этапе нагрузки на 26,5 %, нормализовались показатели кислородного пульса. Меньшее возрастание величины потребления кислорода при нагрузке после протезирования клапанов сердца по сравнению с динамикой показателей физической работоспособности было обусловлено повышением экономичности обменных процессов, связанным с послеоперационным улучшением гемодинамики. Расход кислорода на 1 Дж работы снизился на 29 % и приблизился к показателям здоровых лиц.

Распределение 132 больных по группам физического состояния до и в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца приведено на рис. 46. Видна выраженная положительная дина-

мика физического состояния больных после коррекции пороков сердца. Если до операции физическая работоспособность была полностью или частично сохранена (I—III группы физического состояния) лишь у 32 больных (24,3 %), а остальные 100 (75,5 %) были неработоспособны (IV—V группы), то в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца такие градации соответственно отмечались у 95 (72 %) и 37 (28 %) больных.

Изучение перемещений по группам физического состояния больных в отдаленные сроки после операции в сравнении с предоперационными данными показало, что у 90 (68,2 %) оно улучшилось, у 31 (23,5 %) осталось без существенных изменений, а у 11 (8,3 %) несколько ухудшилось. При этом из 90 больных с улучшением физического состояния перемещение на одну группу произошло у 33, на две — у 28, на три — у 18 и на четыре градации — у 11 больных.

Отмечена выраженная положительная динамика физического состояния и после аортокоронарного шунтирования по поводу хронической коронарной недостаточности, проявившаяся возрастанием переносимости физической нагрузки на 112 % — с $(53,7 \pm 4,9)$ Вт перед операцией до $(114 \pm 6,3)$ Вт в отдаленные сроки после операции.

Все приведенные данные показывают большие возможности физической реабилитации в коренном улучшении состояния больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Предложено много различных реабилитационных программ. Каждая из них имеет свои преимущества и недостатки. Врач, исходя из реальных условий и возможностей, должен выбрать в своей практической работе те или другие варианты. Если есть возможность организации групповых занятий с больными и обеспечения тщательного врачебного контроля, можно остановиться на более нагрузочных упражнениях; если же таких условий нет, следует ограничиться щадящими реабилитационными программами. С нашей точки зрения, наиболее подходящими в таком случае являются программы дозированной ходьбы, когда возможность опасной перегрузки при элементарном контроле и ограничении нагрузок разумными пределами невелика. Главное, необходимо, чтобы методы активной физической реабилитации были широко внедрены в практику и чтобы врач в каждом случае ставил перед собой задачу максимально полного восстановления физического состояния и трудоспособности больного.

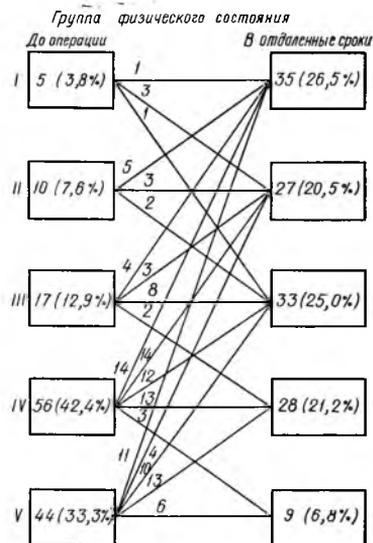


Рис. 46. Распределение по группам физического состояния 132 больных до и в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца

Реабилитация кардиологического больного должна обеспечить максимальные возможности для возвращения его к активной трудовой деятельности. Комитет экспертов ВОЗ¹ отмечает, что лица с заболеваниями сердечно-сосудистой системы обладают не меньшим чувством собственного достоинства и правом на обеспеченную жизнь, чем здоровые люди или страдающие другими серьезными заболеваниями. В связи с тяжестью и распространенностью сердечно-сосудистой патологии проблема трудовой реабилитации этих больных имеет не только медицинское, но и большое социально-экономическое значение. К сожалению, пока еще используются не все возможности для ее решения и далеко не каждый врач осознал свою роль и ответственность в восстановлении трудоспособности больного. Здесь уместно напомнить слова выдающегося кардиолога Р. White (1956): «Я считаю, что принес наибольшую пользу в своей жизни как консультант и как лечащий врач именно тем, что я относился к задаче восстановления трудового и духовного с величайшим вниманием. Если бы эта техника была введена в повседневную практику, а мы еще далеки от этого, то я уверен, что важная проблема восстановления трудоспособности сердечных больных уменьшилась бы до ничтожных размеров»².

Работа, соответствующая состоянию сердца, является важнейшим фактором физического и психологического восстановления. Бездеятельность же не только приводит к отрицательным социально-экономическим последствиям для семьи больного и общества в целом, но и оказывает негативное влияние на результаты лечения и функциональный исход заболевания.

Комитет экспертов ВОЗ³ так формулирует основные задачи восстановления трудоспособности:

- 1) вернуть больному самостоятельность в повседневной жизни;
- 2) вернуть его к прежней работе, если это невозможно,
- 3) подготовить больного к выполнению другой работы с полным рабочим днем, соответствующей его трудоспособности, или, если это невозможно,
- 4) подготовить к работе с неполным рабочим днем, или к работе в специальном учреждении для инвалидов, или, наконец, к неоплачиваемой деятельности.

Решение этих задач требует от врача знаний, опыта, настойчивости, такта и здравого смысла, координации работы с органами социального обеспечения, врачебно-трудовой экспертизы, с руководством предприятий, профсоюзными организациями.

Существуют некоторые специфические проблемы трудовой реабилитации терапевтических и хирургических групп больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

¹ WHO. Techn. Rep. Ser., 1958, N 158, p. 4.

² Уайт П. «Клиническая медицина», 1956, № 7, с. 3.

³ «Серия технических докладов ВОЗ», 1964, № 270.

В *терапевтическую группу* входят в основном больные с коронарной недостаточностью, которые сравнительно недавно заболели, имеют специальность и квалификацию, хотя работоспособность у них в результате болезни в большей или меньшей мере снизилась. Трудовая реабилитация этих больных требует, в первую очередь, детальной оценки соответствия физических и психических возможностей профессиональным требованиям, создания условий возвращения к труду в полном или ограниченном объеме.

Хирургическую группу пока еще в основном составляют больные, оперированные по поводу врожденных и приобретенных пороков сердца. В большинстве своем они на протяжении многих лет были инвалидами, не успели приобрести или потеряли специальность и квалификацию. Операция привела к улучшению условий гемодинамики и открыла возможности для коренного улучшения физического состояния, однако отсутствие должной квалификации затрудняет трудоустройство.

В системе трудовой реабилитации этой группы особое внимание должно быть уделено профессионально-техническому обучению, которое даст больным специальность и квалификацию, соответствующую новым функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы.

Наиболее точным методом оценки трудоспособности больного является определение соответствия его энергетических возможностей энергетическим затратам на ту или иную деятельность. Такая оценка вносит существенные коррективы в старые, установившиеся взгляды на физические возможности больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями, сложившиеся во многом субъективно, на основе общеклинических исследований без применения современных функциональных тестов.

Энергетическая оценка показывает, что существует множество профессий, которые требуют энергетических затрат в пределах возможностей большинства больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Если сравнить энергетические затраты на различные виды физической деятельности с расходами энергии в больничных условиях (см. табл. 11, с. 80), то можно убедиться в том, что есть большое число специальностей, при которых энергетические расходы не намного превышают элементарные больничные затраты. Так, например, работа регистратора, секретаря-машинистки, сапожника, переплетчика требует энергетических затрат лишь в пределах 11 кДж/мин (2,5 ккал/мин). Поэтому имеются все возможности для раннего привлечения больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями к полезной трудовой деятельности.

Возможности человека к выполнению той или иной физической деятельности определяются на основе сопоставления результатов субмаксимальных нагрузочных тестов с энергетическими затратами на тот или иной вид работы. При этом следует еще раз напомнить, что длительные нагрузки на протяжении полного рабочего дня допустимы лишь на уровне 30—40 % максимального потребления кислорода.

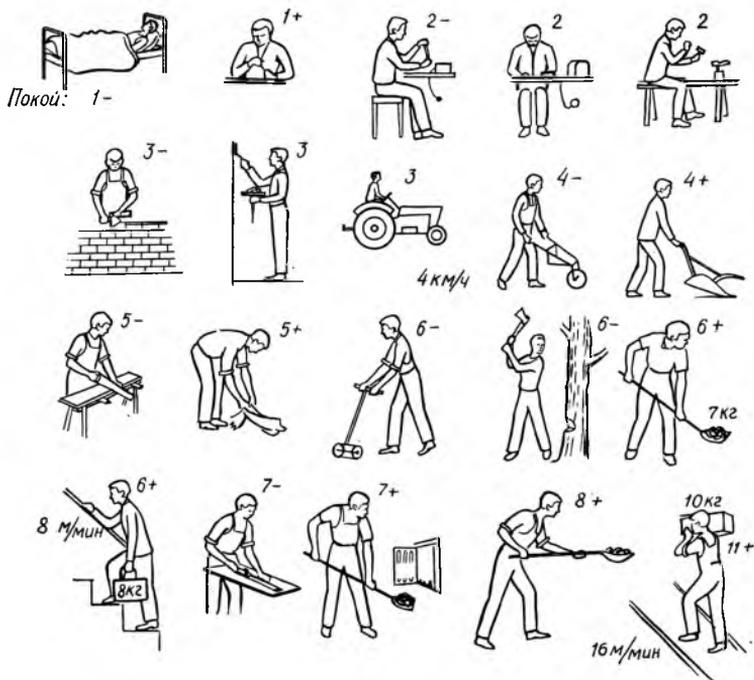


Рис. 47. Энергетические затраты на различные виды работ в сравнении с затратами при пробе Мастера.

Цифры на рисунке показывают количество метаболических единиц («+» и более, «-» и менее), затрачиваемых на выполнение каждого вида работы, включая и затраты, основного обмена. 1 Му соответствует 1,39 ккал/мин. Для сравнения: проба Мастера равна 3—4 Му, двойная проба Мастера — 7—8 Му (сокращенно по E. Gordon, 1957)

Ориентировочная оценка пригодности больного к выполнению определенных профессиональных заболеваний может быть произведена и на основе результатов относительно простых нагрузочных тестов. Так, например, выполнение пробы Мастера требует энергетических затрат в 3—4 Му, т. е. превышающих в 3—4 раза уровень основного обмена (E. Gordon, 1957). На рис. 47 показаны энергетические затраты в метаболических единицах, включая и затраты основного обмена, на различные виды трудовой деятельности. Если больной выполнил одинарную или двойную пробу Мастера без патологических отклонений, то это в известной мере может говорить о его способности к выполнению определенной работы с пиковыми подъемами энергетических затрат, не превышающими уровни при тестах.

Соответствие энергетических возможностей больного энергетическим затратам на определенный вид деятельности само по себе еще не полностью отражает его способность к выполнению этой работы. Например, больной по своему физическому состоянию может выполнять работу по ремонту электрических приборов

с энергетическими затратами в пределах 3 ккал/мин. Однако в процессе работы возникает необходимость в переноске тяжелых отремонтированных приборов с этажа на этаж, что требует уже затрат 25—29 кДж/мин (6—7 ккал/мин), являющихся для больного непосильными. Кроме того, существенное влияние на величину энергетических затрат при одной и той же работе может оказывать состояние окружающей среды (жара, холод, влажность и т. д.).

Следовательно, при решении вопроса о соответствии физических возможностей больного с сердечно-сосудистым заболеванием к выполнению определенной работы врач должен учитывать не только обычные энергетические затраты на эту работу, но также возможность и величину «пиковых» подъемов энергетических затрат в процессе деятельности, условия внешней среды и т. д.

Возможности больного должны включать переносимость максимальных подъемов нагрузок и повышения энергетических затрат при работе в неблагоприятных условиях. Например, при выполнении одной и той же работы перевод больного из помещения с высокой температурой в оптимальные условия может оказаться достаточным для приведения энергетических затрат в соответствие с физической работоспособностью.

Одним из частых источников ошибок при определении адекватности нагрузки для больного с сердечно-сосудистым заболеванием является недооценка энергетических затрат, необходимых для прибытия к месту работы и возвращения домой. Важную роль играет также эмоциональная окраска. Отрицательное отношение к определенной трудовой деятельности значительно ухудшает ее переносимость и, наоборот, положительные эмоции увеличивают и физические возможности человека.

Показателем адекватности нагрузки служит возвращение частоты сердечных сокращений к уровню покоя или близкому к нему уровню между этапами работы. Если же пульс не возвращается к исходным величинам, то это свидетельствует о повышенном кислородном долге.

По частоте сердечных сокращений можно ориентировочно определить, насколько тяжела для данного человека та или иная физическая работа. Если частоту пульса в покое принять за 100 %, то нагрузку, сопровождающуюся повышением частоты сердечных сокращений до 25 % от уровня покоя, можно считать легкой, при возрастании частоты пульса на 25—50 % — умеренной, на 50—75 % — тяжелой, на 75—100 % — очень тяжелой, а при частоте пульса, превышающей уровень в покое более чем на 100 %, — крайне тяжелой. Естественно, для больного с сердечно-сосудистым заболеванием уровень нагрузки должен быть в пределах легкой работы, а пиковые подъемы нагрузки — не превышать пределы работы умеренной интенсивности.

Выше (с. 79) уже приводились критерии L. Вгоиша (1960) для оценки энергетических затрат по частоте сердечных сокращений во время физической работы.

Следует подчеркнуть, что энергетическая оценка соответствия рабочих нагрузок возможностям больного является важнейшим показателем, но она может не охватывать всех нюансов каждой конкретной ситуации. Поэтому ее нужно дополнять непосредственным медицинским наблюдением за переносимостью нагрузки больным.

При определении возможности возвращения больного с сердечно-сосудистым заболеванием к труду нужно учитывать четыре фактора: 1) умение; 2) усилие; 3) условия работы; 4) ответственность.

Умение, как мы уже говорили, не является проблемой для больных с коронарной недостаточностью в отличие от оперированных по поводу пороков сердца, многие из которых нуждаются в профессиональном обучении.

Усилие имеет определяющее значение при решении вопроса об адекватности нагрузок. Под ним следует понимать не только энергетический фон работы, но и пиковые подъемы нагрузки в плановом и экстраординарном порядке.

Условия работы, включая в себя температуру и влажность окружающей среды и ряд других факторов, во многом определяют соответствие работы физической работоспособности каждого отдельного больного.

Ответственность — важнейший фактор, накладывающий эмоциональный отпечаток на трудовую деятельность и требующий мобилизации психологических возможностей больного.

Наблюдения свидетельствуют о благоприятном влиянии адекватной трудовой деятельности на состояние больных и течение сердечно-сосудистых заболеваний (Н. М. Амосов и Я. А. Бендет, 1969, 1975; В. И. Бураковский с соавт., 1971; Е. И. Чазов, 1971; Л. И. Фогельсон, 1972, и др.). Так, например, по данным Я. Г. Мотренко и В. К. Чулаевского (1971), ухудшение отдаленных результатов митральной комиссуротомии по сравнению с исходными наблюдалось у работающих в 15,1 %, у неработающих — в 48,1 % случаев.

Несмотря на несомненное положительное влияние физической и трудовой активности на течение сердечно-сосудистых заболеваний, состояние трудовой реабилитации этих больных еще нельзя считать удовлетворительным. Так, Л. И. Фогельсон и О. Л. Духовная (1970) приводят результаты многолетних наблюдений над двумя группами больных митральным стенозом. Первую группу составили 152 больных, перенесших митральную комиссуротомию и наблюдавшихся в динамике от 3 до 14 лет. Во вторую группу вошли 132 больных, лечившихся консервативными методами и наблюдавшихся в динамике от 3 до 24 лет. К концу наблюдения среди 152 больных, перенесших митральную комиссуротомию, инвалидности не имели 49, инвалидность III группы была установлена у 70, II группы — у 28, I группы — у 5; работали 98, не работали — 54 больных. Среди 132 лечившихся консервативными методами не имели инвалидности 44, были инвалидами III груп-

пы — 60, II группы — 26, I группы — 2; не работали — 79, работали — 53 человека.

Таким образом, среди оперированных больных 67,8 % были на инвалидности, а 35,5 % не работали. Среди лечившихся консервативными методами были на инвалидности 66,7 % и не работали 40 % больных.

Значит, при многолетнем наблюдении основные трудовые показатели в обеих группах оказались практически одинаковыми. Возникает вопрос, нужно ли было вообще оперировать этих больных, если операция не привела к существенным изменениям трудоспособности.

Однако каждый кардиолог знает, насколько тяжело протекает митральный стеноз и насколько разительны положительные гемодинамические и клинические сдвиги после митральной комиссуротомии (Н. М. Амосов, 1958; 1970; С. А. Гаджиев, 1961; А. А. Бусалов и А. М. Дамир, 1962; В. И. Бураковский и С. А. Колесников, 1967; Е. Н. Мешалкин с соавт., 1970; 1979; В. Х. Василенко, 1972; Б. А. Королев с соавт., 1981, и др.). Следовательно, приведенные Л. И. Фогельсоном и О. Л. Духовной данные в известной мере говорят о неиспользованных возможностях физической и трудовой реабилитации оперированных. Во многом это обусловлено недочетами организации и методики врачебно-трудовой экспертизы при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, которая пока еще не стимулирует больных к физической реабилитации и к возвращению к труду.

Р. Г. Маркосян (1973) отмечает, что непосредственно после митральной комиссуротомии независимо от ее эффективности I группа инвалидности была установлена у 33,9 % больных, II — у 40,5 % и III — лишь у 1,1 % больных. При этом 11,9 % больных, возвратившихся к трудовой деятельности, имели I группу инвалидности, а 43,2 % — II. Такое завышение инвалидности автор связывает с отсутствием четких критериев для экспертизы трудоспособности этой категории больных. Л. Т. Малая с соавторами (1971) также указывает на нередкое необоснованное установление инвалидности больным после инфаркта миокарда.

Наши наблюдения, данные Г. И. Цукермана с соавторами (1975) и других также показывают, что далеко не все трудоспособные больные, оперированные по поводу пороков сердца, возвращаются к трудовой деятельности, хотя, находясь на инвалидности, они нередко выполняют физические нагрузки с энергетическими затратами, не уступающими производственным.

Исследования, проведенные в нашей клинике (Я. А. Бендет, Н. М. Верич, Г. А. Лычева, В. М. Хондога, Н. Г. Черкашина), выявили значительные дефекты трудовой реабилитации оперированных по поводу приобретенных пороков сердца, обусловленные переоценкой при трудовой экспертизе самого факта перенесенной операции без учета трудовых возможностей больных, ограниченными возможностями посильного трудоустройства, особенно в небольших населенных пунктах.

Таблица 35. Показатели физического состояния больных в отдаленные сроки после коррекции приобретенных пороков сердца в сравнении со здоровыми

Вид операции	Количество больных	Физическая работоспособность, Вт			Потребление кислорода при нагрузке, мл/мин/кг			Потребление кислорода на 1 Дж работы, мл		
		М	±m	% к здоровым	М	±m	% к здоровым	М	±m	% к здоровым
Протезирование:										
митральное	206	74,3	3,2	45,8	20,2	0,5	60,7	32,3	0,8	137,5
митральное +	41	73,5	5,0	45,6	18,7	1,2	56,2	29,4	1,0	125,0
трикуспидальная аннулопластика	129	147,6	7,2	90,9	34,1	0,7	102,4	27,4	0,9	116,7
аортальные	43	93,6	8,1	57,6	21,6	1,5	64,9	26,5	1,0	112,5
многоклапанное										
Всего	419	98,8	2,7	60,9	24,5	0,6	73,6	30,4	0,8	129,1
Митральная комиссуротомия	130	79,2	3,3	48,8	18,3	3,4	54,9	24,5	0,8	104,1
Всего	549	94,2	2,4	58,0	23,0	0,9	69,1	28,4	0,7	120,8

Изучение трудовой деятельности 1361 больного с протезами клапанов сердца показало, что до операции работало 49,9 %, а в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца, несмотря на коренное улучшение физического состояния, количество работающих уменьшилось до 42,1 %. Анализ динамики инвалидности тех же больных показывает, что до операции инвалидности не имели 26 %, III группа инвалидности была у 12 %, II — у 51,4 %, I — у 10,6 %. В отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца не имели инвалидности 14,5 %, возросло число инвалидов III группы до 18,9 %, II группы — до 57,8 %, количество инвалидов I группы составило 8,8 %.

Аналогичное положение и у больных, перенесших митральную комиссуротомию. При обследовании 853 больных установлено, что до операции работали 64,3 %, в отдаленные сроки после митральной комиссуротомии — 60,6 %. До операции не имели инвалидности 60,4 %, инвалидами III группы были 26,7 %, II группы — 12,9 %, инвалидов I группы не было. В отдаленные сроки после коррекции порока не имели инвалидности только 43,8 %, инвалидами III группы были 18,8 %, II группы — 33,2 % и I группы — 4,2 % больных.

Исследовано физическое состояние 549 больных в отдаленные сроки после коррекции приобретенных пороков сердца (с протезами клапанов — 419, после митральной комиссуротомии — 130) с помощью субмаксимальных нагрузочных тестов на велоэргометре с газоанализатором; полученные показатели сравнивались с результатами аналогичного обследования здоровых лиц (табл. 35).

Таблица 36. Группы физического состояния больных в отдаленные сроки после коррекции приобретенных пороков сердца

Группа физического состояния	Протезы клапанов сердца		Митральная комиссуротомия		Всего	
	Количество больных	%	Количество больных	%	Количество больных	%
I	116	27,6	11	8,5	127	23,1
II	79	18,9	23	17,7	102	18,6
III	96	22,8	49	37,6	145	26,5
IV	89	21,3	27	20,8	116	21,1
V	39	9,4	20	15,4	59	10,7
Всего	419	100	130	100	549	100

В целом физическая работоспособность составила 58 %, потребление кислорода на завершающем этапе нагрузки — 69,1 %, потребление кислорода на 1 кгм работы — 120,8 % показателей у здоровых лиц. При этом результаты обследования больных с протезами клапанов сердца оказались в среднем выше, чем у перенесших митральную комиссуротомию, в основном за счет высоких показателей, полученных у больных с протезами аортального клапана. При этом во всех группах отмечалось повышение затрат кислорода на единицу работы.

В соответствии с ранее приведенными критериями (табл. 16, с. 95) все больные по результатам нагрузочного теста разделены на группы физического состояния (табл. 36).

Из приведенных в табл. 36 данных видно, что у 68,2 % больных по результатам нагрузочных тестов полностью или частично сохранена трудоспособность (I—III группы физического состояния). Однако при сопоставлении количественных показателей трудоспособности, полученных при нагрузочных тестах, с данными об инвалидности соответствия не выявлено. Так, среди 251 больного с протезами клапанов сердца, имевшего II или I группу инвалидности, у 159 (63,3 %) при нагрузочном тесте установлено полное или частичное сохранение трудоспособности. Среди 88 больных после митральной комиссуротомии, которым при нагрузочном тесте установлены I—III группы физического состояния, свидетельствующие о полном или частичном сохранении трудоспособности, у 69 (83,1 %) была II или I группа инвалидности.

Нашим сотрудником В. В. Кольченко было проведено эхокардиографическое исследование в покое и при выполнении нагрузочного субмаксимального теста на велоэргометре у 136 больных через 0,5—13 (в среднем через 4,1) лет после операции протезирования клапанов сердца на диспансерном этапе наблюдения. Среди обследованных было 53 человека с протезами митрального, 58 — с протезами аортального, 25 — митрального и аортального клапанов. Эхокардиограмму регистрировали на аппарате «Гех» (США) в покое и на ступенях физической нагрузки. Учитывали конечно-диастоли-

Таблица 37. Изменения показателей внутрисердечной гемодинамики при субмаксимальной или пороговой нагрузке у больных в отдаленные сроки после протезирования клапанов сердца в сравнении со здоровыми лицами

Показатель, единицы измерения	Больные с протезами клапанов сердца (n=136)				P	изменение при нагрузке, %	изменение при нагрузке, %
	в покое		при нагрузке				
	M	±m	M	±m			
ЧСС в мин	77,0	0,84	125,7	1,60	<0,001	+63,2	+124,0
КДР, см	5,21	0,07	5,11	0,08	>0,05	-1,9	+0,4
КСР, см	3,70	0,10	3,58	0,12	>0,05	-3,24	-14,7
ФУк, %	29,0	0,78	29,9	0,83	>0,05	+3,1	+30,0
КДО, мл	134,6	3,41	129,4	3,34	>0,05	-3,9	+1,1
КСО, мл	63,5	2,63	59,1	2,66	>0,05	-6,9	-32,7
УО, мл	71,1	1,47	70,3	1,60	>0,05	-1,1	+21,9
МОС, л/мин	5,47	0,12	8,84	0,20	<0,001	+61,6	+173,1
ФВ, %	52,8	0,73	54,3	0,93	>0,05	+2,8	+20,3
V _{CF} , с ⁻¹	1,10	0,02	1,46	0,03	<0,001	+32,7	+101,5

Примечание. Средняя величина физической нагрузки у больных с протезами клапанов сердца = 84,6 ± 2,36 Вт, у здоровых = 137,3 ± 4,07 Вт.

ческие и конечно-систолические размеры и объемы левого желудочка (КДР, КДО, КСР, КСО), УО и МОС, ЧСС, фракцию укорочения переднезаднего размера левого желудочка (ФУк), фракцию выброса (ФВ), скорость циркулярного укорочения волокон миокарда (V_{CF}). Результаты были сопоставлены с данными аналогичного исследования у 24 здоровых лиц. Эти сведения приведены в табл. 37.

В покое у больных с протезами клапанов сердца были выявлены достоверно большие размеры и объемы левого желудочка и меньшие — показатели сократительной способности миокарда (ФУк, ФВ, V_{CF}), чем у здоровых. Однако средние величины УО и МОС у них приближались к таковым у здоровых. Таким образом, несмотря на наличие остаточных патологических изменений, сердечная мышца больных в покое обеспечивала достаточный сердечный выброс.

При физической нагрузке средние величины ЧСС, МОС, V_{CF} в группе больных с протезами клапанов сердца достоверно увеличивались, но при этом УО, ФВ, ФУк практически не изменялись, а КДР, КДО, КСР, КСО обнаруживали тенденцию к снижению. Следует отметить, что у здоровых при нагрузке отмечалось значительное уменьшение средних величин КСР и КСО при практически неизменных КДР, КДО; МОС у них возрастал сильнее за счет как ЧСС, так и УО; ФВ, ФУк, V_{CF} достоверно увеличивались.

Анализ индивидуальных данных показал, что у 65,5 % больных реакции показателей внутрисердечной гемодинамики на физическую нагрузку имели такую же направленность, как и у здоровых, то есть УО и показатели сократительной функции миокарда при

нагрузке повышались, однако уменьшение КСР, КСО и увеличение УО и МОС у больных были менее выраженными.

У 34,5 % больных были обнаружены выраженные в различной степени признаки скрытой недостаточности миокарда, проявляющиеся в уменьшении УО, ФУк, ФВ при выполнении физической нагрузки. Примерно у половины из них снижение величины УО происходило за счет уменьшения КДО и КСО, при котором КДО уменьшался сильнее, чем КСО, а у остальных — за счет увеличения КСО при относительно меньшем увеличении КДО или его снижении.

Таким образом, сочетанное применение эхокардиографии и теста с дозированной физической нагрузкой дало возможность не только выявить ранние признаки сердечной недостаточности, но и получить неинвазивным путем важную информацию о динамике КДО, КСО, показателей сократительной функции миокарда, характеризующих индивидуальные особенности и состояние компенсаторно-адаптационных механизмов сердечной мышцы у обследованных больных.

Все это заставляет внести определенные коррективы в практику врачебно-трудовой экспертизы больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Заболевание и инвалидность — не синонимы. Заболевание — медицинское понятие, а инвалидность — юридическое, отражающее определенные социальные права в связи с утратой трудоспособности из-за стойкого нарушения функции тех или иных органов и систем. Поэтому само по себе заболевание без учета возникших в результате него стойких функциональных нарушений не может быть основанием к установлению инвалидности.

При вынесении экспертных заключений необходим индивидуальный подход. С одной стороны, не всякая стойкая утрата трудоспособности дает основание к установлению инвалидности, а с другой — должны учитываться и медицинские, и социальные факторы, поэтому инвалидность не всегда устанавливается только в случаях тяжелой патологии.

Все сказанное достаточно четко регламентирует основные принципы экспертных заключений при оценке трудоспособности больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Сам по себе перенесенный инфаркт миокарда, порок сердца или операция на сердце еще не могут служить основанием для установления инвалидности. Этот вопрос должен решаться лишь на основе оценки функциональных нарушений, вызванных патологическим процессом.

Экспертные заключения должны базироваться не только на результатах общеклинических исследований, но и на объективной оценке физического состояния больного. Поэтому важное место в трудовой экспертизе должно быть отведено современным нагрузочным тестам с определением физической работоспособности. Хотя это положение никем не оспаривается, однако в работе кардиологических ВТЭК физические тесты пока еще практически не используются.

Экспертные заключения о состоянии трудоспособности должны в большой степени базироваться на соответствии энергетических возможностей больного энергетическим затратам на различные виды работы. Предложенные нами градации физического состояния могут явиться определенным количественным критерием при врачебно-трудоу экспертной оценке лиц физического труда. Если нет других ограничений, кроме физических возможностей, то лица I функциональной группы, являясь полностью трудоспособными, не нуждаются в инвалидности. У больных II группы физического состояния вопрос о назначении инвалидности III группы или отсутствии инвалидности должен решаться индивидуально с учетом профессиональных особенностей. Лица III функциональной группы по своему физическому состоянию являются инвалидами III группы. Больные, отнесенные к IV функциональной группе, являясь физически нетрудоспособными, в большинстве случаев могут рассматриваться как инвалиды II группы. Наконец, больные V функциональной группы во многих случаях лишены физических возможностей полностью себя самостоятельно обслуживать, и поэтому вопрос об установлении инвалидности I и II группы должен решаться индивидуально.

Допустимая трудовая деятельность больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями различных групп физического состояния, установленных при нагрузочном тесте, приведена в табл. 38. Эти рекомендации, естественно, носят лишь ориентировочный характер, так как при решении вопроса о возможности выполнения той или иной работы должны учитываться эмоциональные и психологические факторы, а также степень квалификации.

В психологическом аспекте физической и трудовой реабилитации должна значительно возрасти роль кардиолога. Нужно настойчиво и постоянно фиксировать внимание больного на имеющихся у него резервных возможностях, вселять в него обоснованный оптимизм и уверенность в возвращении к труду. При этом кардиолог должен иметь четкое представление о трудовых возможностях больного и критериях экспертной оценки, учитывать их при направлении больного на ВТЭК.

Как подчеркивает Л. И. Фогельсон (1972), необоснованное направление на ВТЭК отрицательно действует на больного, вызывает у него неуверенность в трудовых возможностях, уменьшает стремление к трудовой деятельности, способствует появлению ятрогении. Обоснованный отказ ВТЭК в предоставлении инвалидности является источником нарекания таких больных.

Ранее приведенные нами наблюдения о динамике физического состояния в процессе реабилитации больных, оперированных по поводу пороков сердца, наглядно показывают, что через 6—12 мес после операции функциональное состояние большинства из них настолько улучшается, что разрешает им возвратиться к труду в полном или частичном объеме. Однако многие трудоспособные больные продолжают оставаться инвалидами и не работают. Такое положение наносит ущерб как обществу, так и самим больным.

Таблица 38. Допустимая трудовая деятельность больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями разных функциональных групп

Вид и интенсивность работы	Группа физического состояния				
	I	II	III	IV	V
Тяжелая промышленность, строительство					
Интенсивная работа в металлургической промышленности и на строительстве	×				
Работа средней интенсивности на строительстве (кирпичная кладка, штукатурка, малярные работы, столярные работы)	×	×			
Работа на станках (токарном, фрезерном), слесарные работы, обслуживание механизмов, не требующее значительных усилий	×	×	×		
Руководство и контроль без физических усилий, кроме ходьбы на короткие расстояния	×	×	×	×	
Работы на транспорте					
Техническое обслуживание автотранспорта	×	×			
Вождение автомобиля	×	×	×		
Сельское хозяйство					
Интенсивная работа (пахота на лошади, косьба, вязание снопов, колка дров и др.)	×				
Работа без чрезмерных усилий (пахота на тракторе, посадка растений, уход за скотом)	×	×			
Легкая работа с использованием механизмов, уход за птицей	×	×	×		
Руководство и контроль без физических усилий, кроме ходьбы на короткие расстояния	×	×	×	×	
Легкая промышленность, сфера обслуживания, канцелярская работа					
Работа в прачечной	×	×			
Работа в типографии, швейной и обувной мастерской, парикмахерской, ремонт радиоаппаратуры и электроприборов, работа машинистки	×	×	×		
Ремонт часов, механизированный счет, работа регистратора-письмоводителя	×	×	×	×	

Примечание. Знаком × отмечена допустимая деятельность при обычных нагрузках для каждой функциональной группы с условием, что нет других ограничений помимо сердечного заболевания.

Наш опыт показывает, что большинство больных, оперированных по поводу пороков сердца, при неосложненном течении послеоперационного периода должны признаваться инвалидами II группы лишь на ограниченный срок, необходимый для завершения основной программы физической реабилитации, а затем после функционального обследования трудоустроиваться.

Следует существенным образом пересмотреть и показания к установлению групп инвалидности больным с протезами клапанов сердца. Объективная оценка физической трудоспособности свидетельствует о том, что и у большинства из них имеются достаточные возможности для возвращения к сильному труду. С нашей точки зрения, при неосложненном течении послеоперационного периода и отсутствии других отягощающих обстоятельств этим больным на первый год должна устанавливаться II группа инвалидности. Так как операции протезирования клапанов сердца пока еще в основном производятся в поздних стадиях порока при выраженных нарушениях функции миокарда, рассчитывать на полное восстановление трудоспособности в большинстве случаев не приходится, поэтому по истечении года после операции целесообразно назначать III группу и лишь по строгим показаниям сохранять II группу инвалидности.

Существующая система установления инвалидности должным образом не стимулирует больных к физической реабилитации и к возвращению к труду. Комитет экспертов ВОЗ¹ указывает: «Следует назначать пенсию только после проведения квалифицированного кардиологического обследования больного и разумных попыток восстановить его профессиональную трудоспособность. Для стимуляции стремления к трудовой деятельности представляется целесообразным такое изменение законов о выплате компенсации по нетрудоспособности и системы страхования по инвалидности, в результате которого они предусматривали бы активное раннее восстановление трудоспособности».

Для обеспечения стимулирования больных к труду необходимо, чтобы ВТЭК, наряду с заключением об установлении инвалидности больного на ограниченный срок, выносила решение об обязательном проведении курса физической реабилитации. Повторное экспертное заключение должно учитывать результаты реабилитационного лечения, выполнение больным назначений и отношение его к восстановлению физического состояния. Естественно, такой подход возможен лишь при создании групп физической реабилитации на базе амбулаторной кардиологической сети.

ВТЭК должна работать в более тесном контакте с квалифицированными кардиологическими лечебными учреждениями. Участие кардиологических и кардиохирургических клиник в оценке трудоспособности соответствующих контингентов больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями обязательно. Эти функции должны стать неотъемлемой частью их практической работы.

¹ «Серия технических докладов ВОЗ», 1964, № 270, с. 25.

Определенный опыт создания экспертных комиссий по оценке физического состояния и трудоспособности больных на базе ведущих кардиологических центров имеется в ряде стран. В их работе участвуют представитель социального обеспечения, психолог, профессиональный советник, кардиолог, средний медицинский персонал.

Работа таких комиссий в основном себя оправдала и способствовала улучшению экспертизы и более строгой оценке трудоспособности. Так, например, в Бостоне 60 % обследованных больных с различной сердечной патологией были признаны трудоспособными (R. Clark, 1959).

Наряду с положительными результатами в деятельности экспертных комиссий в капиталистических странах имеется и ряд отрицательных сторон, которые в основном определяются социальной системой и условиями здравоохранения. Как отмечают L. Zohman и J. Tobis (1970), рекомендации экспертных комиссий по трудоустройству в США часто остаются невыполнимыми из-за безработицы, невозможности получения работы для лиц старших возрастных групп, отказа предпринимателей принимать на работу больных с сердечно-сосудистой патологией и т. д. Кроме того, работа таких комиссий сопряжена со значительными материальными затратами, что в условиях платного здравоохранения ограничивает возможности их использования.

У нас есть все возможности для создания наиболее эффективной и совершенной системы физической и трудовой реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Эту важнейшую задачу нужно решить в самый короткий срок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научно-технический, социальный и материальный прогресс общества выдвинул новые, неожиданные проблемы. Среди них и наметившаяся опасная тенденция к понижению уровня здоровья. Похоже на то, что традиционная лечебная медицина, идущая путем излечения болезни с помощью лекарств, не в состоянии остановить рост заболеваемости и даже смертности по ряду «болезней цивилизации». Неуклонно растет частота болезней, поражающих сердечно-сосудистую, дыхательную, нервную и пищеварительную системы и нарушающих обмен веществ. Успехи в лечении этих болезней не успевают за ростом заболеваемости.

Единственным решением нам представляется восстановление в правах настоящей профилактики, направленной на «повышение защитных сил организма», если употреблять это старое выражение. Его современным содержанием являются повышение физической тренированности, нормализация массы, отказ от излишних лекарств и овладение методами психологического расслабления. «Режим ограничений и нагрузок» ни в коей мере не должен противоставляться лечебной медицине, но призван дополнить ее, чтобы обеспечить максимальный суммарный эффект.

Увеличение частоты
пульса по сравнению
с уровнем в покое

100 %



а

75 %



б

50 %



в

25 %



г

Рис. 48. Минимальная продолжительность физических упражнений различной интенсивности, необходимая для достижения тренирующего эффекта аэробной способности:

а — 10 мин, б — 20 мин, в — 45 мин, г — 90 мин

Здесь мы кратко резюмируем основные положения этого нового (старого!) направления.

Методологические вопросы. Важнейшими являются методы определения уровня физического состояния, которое хорошо коррелируется с общим «уровнем здоровья» человека как показателем, определяющим его работоспособность, сопротивление любой болезни и способности ее перенести. Наилучший метод — исследование на велоэргометре с субмаксимальными нагрузками. К сожалению, эта методика требует относительно сложного оборудования. Поэтому можно рекомендовать и субмаксимальные пробы со ступеньками (степ-тест), доступные для любой поликлиники.

Видимо, нужно продолжать поиски наиболее простых и привычных нагрузок, прежде всего, для клинически здоровых людей, с акцентом на самоконтроль. Наверное, можно усовершенствовать пробы с хождением по лестнице, 12-минутный тест Купера и др. Нужно пропагандировать эти пробы по каналам массовой информации, так как при всем желании нельзя рассчитывать, что поликлиники и кабинеты будут в состоянии в ближайшее время обследовать массу здоровых, но нетренированных людей. Задача стоит такая: каждый человек должен знать свой уровень физического состояния, так как это его важнейший жизненный показатель.

Проблема комплексов упражнений для тренировки очень запутана. Чуть не еженедельно в печати появляются рекомендации. По радио и телевидению передают все новые упражнения. К сожалению, почти все они имеют один дефект: не дают достаточной нагрузки. Обычно рекомендуют 10—15 видов упражнений по 5—10 раз каждое. Если подсчитать энергетические затраты, то они оказываются до смешного малы — 210—420 кДж (50—100 ккал) на весь комплекс.

В любом комплексе физических упражнений нужно выделять две стороны. Во-первых, это общетренировочное действие, способствующее улучшению функционального состояния ведущих органов и систем и повышению общих резервов организма. Оно определя-

ется мощностью (работой в единицу времени) и продолжительностью упражнений. Чем выше интенсивность нагрузок, тем меньше времени требуется во время занятия для достижения тренирующего эффекта на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. Эта зависимость хорошо выражена в системе очков К. Соорег (1970). Ориентировочно она приведена на рис. 48.

Если определять грубо, то для здорового человека минимально необходимая общетренировочная нагрузка составляет 10—15 мин таких упражнений, при которых пульс учащался бы вдвое по сравнению с состоянием покоя. В первые дни занятий пульс значительно учащается даже при умеренных нагрузках. В последующем, по мере возрастания тренированности, переносимость нагрузок возрастает, но частота пульса не должна превышать допустимых пределов, о чем подробно говорилось в главе V. Следует еще раз подчеркнуть, что частота пульса служит надежным показателем степени соответствия заданной нагрузки физическому состоянию человека. Упражнения, которые сопровождаются лишь незначительным учащением пульса, в общетренировочном плане почти бесполезны.

Отличным методом является бег по дорожке, поскольку расстояние и скорость — хорошие средства дозирования нагрузок. Несколько хуже бег на месте, потому что нагрузка при нем зависит не только от темпа, но и от уровня, на который поднимаются ноги, а следить за этим самому трудно. Однако для пожилых людей бег на месте очень хорош, так как удобных дорожек мало, а на плохих всегда есть опасность упасть. В системе К. Соорег (1970) даны и другие виды общетренирующих нагрузок. 30 очков достаточны для достижения удовлетворительного уровня здоровья и не обременительны. Отличный уровень требует приблизительно 60 очков в неделю.

Вторая задача физической культуры — тренировка суставов и мышц, функция которых неизбежно нарушается с возрастом в условиях современного однообразного труда. Для этого необходимы гимнастические упражнения (некоторые комплексы были приведены выше). Все они хороши при соблюдении простых условий: количество движений в каждом суставе (включая и позвоночный столб) должно быть не менее 100 для профилактики боли и тугоподвижностей у человека после 40 лет. Но если изменения уже наступили, то для их излечения нужно не менее 300 движений в пораженном суставе ежедневно в течение нескольких месяцев.

Ориентировочно можно считать, что гимнастические комплексы, выполняемые в хорошем темпе с учащением пульса до 120—140 в 1 мин при суммарном количестве движений не менее 1000, соответствуют 30 очкам нагрузки К. Соорег и обеспечивают достаточный общеукрепляющий эффект.

Из частных вопросов физической культуры следует упомянуть о режиме дыхания. Некоторые утверждают, что любая одышка во время упражнений вредна, поэтому рекомендуют многочисленные и продолжительные дыхательные паузы. Это неверно. Одышка, как

и частый пульс, являются показателем напряженности, т. е. условием их общетренирующего эффекта. Если избегать одышки, то не будет и учащения пульса и упражнения будут только тренировать суставы и мышцы. Паузы между упражнениями должны быть короткими — ровно такими, чтобы пульс не учащался выше допустимого предела. Это, однако, не исключает специальных дыхательных упражнений для тренировки диафрагмы и межреберных мышц, при которых дыхание должно быть очень глубоким и редким.

Отношение к гимнастике йогов: она хороша, но недостаточна, потому что статична. Позы, сколь бы они не были трудными, не дают достаточной нагрузки на сердце. Поэтому их нужно дополнять бегом или ходьбой.

В общий комплекс режима ограничений и нагрузок входит правильное питание. Это не является темой нашей книги, поэтому мы ограничимся лишь количественной оценкой: калорийность пищи должна соответствовать расходу энергии, и единственным надежным показателем такого соответствия является толщина слоя подкожных жировых отложений. У мужчин она должна составлять приблизительно 1 см на животе на уровне пупка, отступя 3 см от средней линии. У женщины измерения проводятся на спине под углом лопатки. Допускается слой в 1,5 см. Никакие возрастания прибавок в массе не имеют научных обоснований: толщина кожной складки должна быть одинакова во всех возрастах. Таблица соотношения роста и массы приводилась в главе V. Если пользоваться общепринятой упрощенной формулой: «масса = рост — 100», то нужно убавить еще 3—8 кг в зависимости от развития мышц и типа телосложения. Опять-таки, толщина кожной складки является надежным коррективом в формулу. По всей вероятности, колебания в массе в пределах 3—5 кг от нормы не имеют существенного значения, если физкультурой достигнута хорошая тренированность.

Профилактическая физкультура здоровых. Все люди могут стать здоровыми, если начнут соблюдать режим ограничений и нагрузок с правильным сочетанием труда и отдыха. К сожалению, об этом можно только мечтать. В нашем высокоинформативном обществе уже почти все знают о пользе физкультуры, о вреде табака, алкоголя и переедания, но лишь незначительная часть людей пытается как-то ограничивать себя. Достаточную физкультуру делают, может быть, 3—5 % всех людей, не занимающихся физическим трудом, и немногим большее количество ограничивает себя в еде.

Причина: психологические особенности человека, доставшиеся нам от животных предков, так же, как и необходимость нагрузок для поддержания резервов гомеостаза. Современный человек за приятные чувства лени и сытости должен платить «болезнями цивилизации». Проблема усугубляется еще особенностями психики человека: тренируемость его чувств воспитывает гурманов и лежебок, а повышенное чувство тревоги в связи с хорошей памятью

и способностью к предвидению и перевоплощению держит человека в состоянии психического стресса.

Поэтому не следует обольщаться: пропаганда здорового образа жизни — условие обязательное, но недостаточное. Рассчитывать можно только на подражательные рефлексы человека: каждый будет готов даже поголодать в мире изобилия, если все другие это будут делать. Но привить моду на ограничение очень трудно и, кроме того, любая мода, если она не вытекает из инстинктов — непрочна.

И все-таки мы не пессимисты. Если вся медицинская общественность и органы управления будут постоянно напоминать людям о необходимости режима, то здоровье можно поддерживать на некотором уровне, хотя и не на очень высоком, но обеспечивающем, по крайней мере, стабильность заболеваемости и повозрастной смертности.

Для этого нам кажутся целесообразными следующие меры.

Массовые исследования физического состояния и уровня тренированности организованного населения, подвергающегося диспансеризации. (Сейчас она направлена в основном на выявление болезней, а не на определение уровня здоровья). Это даст гораздо более точную информацию о здоровье населения, чем заболеваемость и даже смертность, поскольку динамика этого показателя обгоняет динамику болезней. При диспансеризации обязательными должны стать рекомендации по физическим упражнениям и режиму.

Нужно совершенствовать постановку физической культуры и спорта во всех детских и юношеских учреждениях под контролем объективной оценки уровня тренированности с помощью дозированных нагрузок. Ранним воспитанием, возможно, удастся привить вкус к физкультуре. Следовало бы ввести тренировочные комплексы и обязательную ежегодную сдачу норм типа ГТО.

Мы отлично понимаем трудность регулярного проведения этих мероприятий, но другого решения просто не существует.

Необходимо переориентировать лечебную медицину от использования одних только лечебных средств, в плане искусственного регулирования больного организма, в сторону максимального стимулирования его защитных сил. Особенно это касается хронических заболеваний и периода выздоровления после острых. Нужно отказаться от привычных догм: «покой всегда полезен», «хорошее (в смысле калорийное) питание не повредит», «во всех случаях успокаивай больного», «вселяй веру в могущество медицины».

В наш век массовой адинамии покой должен дозироваться более строго, чем нагрузки. Максимальное ограничение калорийности пищи при качественной ее полноценности практически полезно всем людям, имеющим избыточную массу. Успокаивать больного необходимо, пока он находится в опасности, но как только он выздоровел, нужно прямо говорить: «Медицина может вылечить болезнь, но не может сделать человека здоровым. Для этого нужны

собственные усилия — воля к выполнению правил нагрузок и ограничений».

Здорового и молодого человека трудно убедить в необходимости физкультуры: он не верит в реальность угрозы здоровью. Другое дело больной или перенесший болезнь — вероятность смерти и потери трудоспособности становится реальнее. Человек уже созрел для психотерапии, готов поверить в режим. Скажут, что сейчас врач дает выздоровевшему или хроническому больному рекомендации, как вести себя. Да, но они обычно или прямо сводятся к догмам, или ограничиваются советами: «дышать свежим воздухом», «больше двигаться», «уменьшить употребление жиров» и т. д.

При окончании лечения или еще в процессе его у всех больных нужно исследовать резервы с помощью нагрузочных тестов и назначить курс тренировки. Конечно, после полного выздоровления большинство пациентов снова перестанут заниматься физкультурой, но, по крайней мере, они поверят в нее и будут готовы повторить попытку при рецидиве болезни.

Чтобы квалифицированно внедрять идеи режима ограничений и нагрузок в лечебную медицину, нужны хотя бы простейшие лаборатории по исследованию резервов, по проведению тестов с субмаксимальными нагрузками. Это вполне доступно для любой поликлиники и больницы, хотя до создания полноценных лабораторий пройдет еще много времени, поскольку велоэргометры и ряд других необходимых приборов пока еще имеются в ограниченном количестве. Но важно начать, и для этого годится простое оборудование, перечисленное в главе II.

Объяснить врачам и студентам значение нагрузок в терапии даже более необходимо, чем создать лаборатории: убежденный доктор найдет возможность проводить исследования. Нужно перечитать очень много специалистов, и для этого достаточно прочесть всего несколько лекций в каждом цикле в институтах усовершенствования врачей и, конечно, в мединститутах.

Реабилитация после тяжелых болезней и операций является важнейшей областью медицины. Наши пробелы в ней очень велики. Спасти человеку жизнь — это, конечно, главная задача медицины, но без возвращения к активности и труду, в общество спасение часто оборачивается лишь отсрочкой смерти. Инвалиды, не нашедшие себе места в обществе, как правило, много болеют и живут недолго, не говоря уже о том, что они почти всегда несчастны. Поэтому без реабилитации медицина неполноценна. Проблем восстановления трудоспособности много. Есть реабилитация психологическая, физическая, профессиональная, каждая имеет свои трудности. Перечислим этапы восстановления трудоспособности после окончания основного лечения.

1. Определение анатомо-физиологического статуса выздоровевшего — структурных и функциональных потерь в результате болезни или операции.

2. Определение физиологического статуса — степени уверенно-

сти в себе, в своем будущем и пр. Необходимо в реабилитации участие психолога.

3. Определение физического состояния. Исследование важнейших органов методом функциональных проб с целью получения некоего интегрального показателя уровня резервов — «степени здоровья».

4. Определение профессионального статуса — профиля работ, которые человек может и хочет выполнять, с учетом функциональных потерь и их возможного восстановления.

5. После этого временно установление группы инвалидности и, при возможности выполнения работы, — усилия по трудоустройству. Если перспективы на восстановление в прежней профессии плохие, но уровень здоровья позволяет, — определение профиля, сроков и возможности переобучения.

6. Назначение тренировочного режима и дополнительное лечение, исходя из данных первых трех пунктов. Указание сроков проведения контрольных тестов. По их результатам — внесение корректив в прогноз, группу инвалидности и трудоспособность, профессиональную переориентацию и трудоустройство.

Для успеха реабилитации нужно значительно перестроить отношение между службами медицины и социального обеспечения. При существующем положении медики практически не отвечают за потери трудоспособности в результате болезни и лечения и даже не учитывают это в своих официальных статистиках. Органы соцстраха ограничиваются назначением группы инвалидности и не компетентны в медицинских аспектах восстановления функций. Те и другие одинаково не квалифицированы в определении уровня физического состояния и не имеют для этого элементарных условий. Видимо, нужно создавать службу реабилитации, в которой соединить процесс активного восстановления трудоспособности под контролем функциональных тестов, с определением временной инвалидности, профессиональным обучением (переориентацией) и трудоустройством. Это нужно, прежде всего, для больных и будет выгодно для общества.

Существуют, как нам кажется, *научные проблемы* перестройки медицины, призванные привести ее в соответствие с условиями индустриального общества. Опять-таки мы вынуждены ограничиться лишь их постановкой, не претендуя на всесторонний анализ.

Ученым-теоретикам следовало бы заняться количественным исследованием процессов регулирования функций в норме и при патологии с обязательным учетом «резервных мощностей» и их изменением в процессе тренировки. Эта задача применима для всех структурных уровней живых систем: для клетки, органа и организма. Общепринятые в настоящее время качественные описания регулирования и управления не способны раскрыть их сущность и дать орудие для практики. Особенно это касается оценки «сопротивляемости», «естественных защитных сил» организма и их роли в предупреждении и лечении болезней. Очень важно пересмотреть в этом аспекте проблему стресса. Мы полагаем, что уровень тре-

нированности «рабочих» и «управляющих» подсистем организма играет существенную роль в возникновении патологических последствий психического напряжения.

Для практической медицины было бы интересно изучение частоты и особенностей течения заболеваний у людей с разным уровнем физического состояния. Особенно это касается пожилых, но гиподинамия теперь имеет место даже у детей.

Мы уверены, что применение дозированной физической нагрузки в сочетании с ограничениями в диете может дать хороший эффект в профилактике и лечении большинства хронических заболеваний. Эта область имеет прямое отношение к ключевым проблемам медицины нашего века.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Тренировочные программы Купера¹

Прежде чем приступить к выполнению одной из тренировочных программ, необходимо ознакомиться с общими положениями и мерами безопасности, изложенными в V главе (с. 137).

Тренировочные программы К. Соорег индивидуализированы с учетом возраста и физического состояния. Для достижения хорошего физического состояния нужно постепенно довести нагрузку до 30 условных очков нагрузки в неделю.

Предусмотрены тренировочные программы для лиц в возрасте до 30 лет, 30—39 лет, 40—49 лет, 50 лет и старше. Они включают в себя на выбор ходьбу, бег, велоспорт, плавание, бег на месте, спортивные игры (гандбол, баскетбол, теннис).

Для каждого спортивного упражнения во всех возрастных группах предусмотрена начальная 6-недельная программа тренировки. После ее окончания можно продолжить тренировки по программам I группы физического состояния и достичь 30 очков нагрузки в неделю в общей сложности за 16 нед.

При желании ускорить темп тренировок можно определить уровень физического состояния на основе 12-минутного теста по табл. 26 (см. с. 142). Если при 12-минутном тесте будет установлена I, II или III группа физического состояния, то нужно продолжить тренировки по программам, предусмотренным для каждой из этих групп.

Если на основе 12-минутного теста установлена IV или V группа физического состояния, можно сразу выбрать любую из 30-очковых программ независимо от возраста или же на основе системы очков (с. 138) подобрать себе индивидуальную программу физических упражнений интенсивностью не менее 30 очков в неделю и выполнять эти нагрузки постоянно, по возможности увеличивая набор очков. Так же следует поступить и по завершении основного курса тренировок по программе для I, II и III групп физического состояния.

Тренировочные программы ходьбы, бега и бега на месте для разных возрастных групп приведены:

моложе 30 лет	— на с. 194.
30—39 лет	— на с. 197.
40—49 лет	— на с. 201.
50 лет и старше	— на с. 205.

Программы для IV и V групп физического состояния всех возрастов — на с. 208.

¹ Cooper K. The New Aerobics. M. Evans and C^o, New York, 1970, p. 191.

Тренировочные программы для лиц моложе 30 лет

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
--------	----------------	----------------	------------------	---------------

Ходьба

Начальный курс

1	1,5	15 : 00	5	5
2	1,5	14 : 00	5	10
3	1,5	13 : 45	5	10
4	2,5	21 : 30	5	15
5	2,5	21 : 00	5	15
6	2,5	20 : 30	5	15

I группа физического состояния (менее 1,6 км при 12-минутном тесте)

7	3,0	28 : 00	5	20
8	3,0	27 : 45	5	20
9	3,0	27 : 30	5	20
10	3,0 и	27 : 30	3	22
	4,0	33 : 45	2	
11	3,0 и	27 : 30	3	22
	4,0	33 : 30	2	
12	4,0 и	33 : 15	4	26
	5,0	41 : 30	1	
13	4,0 и	33 : 15	3	27
	5,0	41 : 15	2	
14	4,0 и	33 : 00	3	27
	5,0	40 : 00	2	
15	5,0	41 : 00	5	30
16	6,5	55 : 00	4	32

II группа физического состояния (1,6—2 км при 12-минутном тесте)

7	3,0	27 : 30	5	20
8	3,0 и	27 : 40	3	22
	4,0	33 : 45	2	
9	3,0 и	27 : 30	3	22
	4,0	33 : 30	2	
10	4,0 и	33 : 15	3	27
	5,0	41 : 15	2	
11	4,0 и	33 : 00	3	27
	5,0	40 : 00	2	
12	5,0	41 : 00	5	30
13	6,5	55 : 00	4	32

III группа физического состояния (2,01—2,4 км при 12-минутном тесте)

7	4,0	33 : 15	4	26
	5,0	41 : 30	1	

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
8	4,0 и 5,0	33 : 00	3	27
9	5,0	41 : 00	2	
10	6,5	41 : 00 55 : 00	5 4	30 32

Бег

Начальный курс

1	1,5	13 : 30	5	10
2	1,5	13 : 00	5	10
3	1,5	12 : 45	5	10
4	1,5	11 : 45	5	15
5	1,5	11 : 00	5	15
6	1,5	10 : 30	5	15

I группа физического состояния (менее 1,6 км при 12-минутном тесте)

7	1,5	9 : 45	5	20
8	1,5	9 : 30	5	20
9	1,5	9 : 15	5	20
10	1,5 и 2,5	9 : 00 16 : 00	3 2	21
11	1,5 и 2,5	8 : 45 15 : 00	3 2	21
12	1,5 и 2,5	8 : 30 14 : 00	3 2	24
13	1,5 и 2,5	8 : 15 13 : 30	3 2	24
14	1,5 и 2,5	7 : 55 13 : 00	3 2	27
15	1,5 и 2,5	7 : 45 12 : 30	2 2	30
16	3,0 и 2,5 и 3,0	18 : 00 11 : 55 17 : 00	1 2 2	31

II группа физического состояния (1,6—2 км при 12-минутном тесте)

7	1,5	9 : 15	5	20
8	1,5 и 2,5	9 : 00 16 : 00	3 2	21
9	1,5 и 2,5	8 : 45 15 : 00	3 2	21
10	1,5 и 2,5	8 : 15 13 : 30	3 2	24

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
11	1,5 и	7 : 55	3	27
12	2,5 1,5 и	13 : 00 7 : 45	2 2	30
13	2,5 и 3,0 2,5 и 3,0	12 : 30 18 : 00 11 : 55 17 : 00	2 1 2 2	31
III группа физического состояния (2,01—2,4 км при 12-минутном тесте)				
7	1,5 и	8 : 30	3	24
8	2,5 1,5 и	14 : 00 7 : 55	2 3	30
9	2,5 1,5 и	13 : 00 7 : 45	2 2	30
10	2,5 и 3,0 2,5 и 3,0	12 : 30 18 : 00 11 : 55 17 : 00	2 1 2 2	31
Неделя	Продолжительность, мин : с	Частота подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю

Бег на месте

Начальный курс

1	2 : 30	70—80	5	4
2	5 : 00	70—80	5	7,5
3	5 : 00	70—80	5	7,5
4	7 : 30	70—80	5	11,5
5	7 : 30	70—80	5	11,5
6	10 : 00	70—80	5	15,0

Примечание. Ступни поднимать на 20 см от пола. Подскоки отсчитываются по левой ноге, когда она касается пола.

I группа физического состояния (менее 1,6 км при 12-минутном тесте)

7	10 : 00	70—80	5	15
8	12 : 30	70—80	5	18,5
9	12 : 30	70—80	5	18,5
10	15 : 00	70—80	5	22,5
11	15 : 00	70—80	5	22,5
12	10 : 00 и 17 : 30	80—90 70—80	1 4	25

Неделя	Продолжительность, мин : с	Частота подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
13	12 : 30	80—90	3	27
	и 15 : 00	80—90	2	
14	12 : 30	80—90	2	28
	и 15 : 00	80—90	3	
15	15 : 00	80—90	5	30
16	15 : 00	90—100	4	30
II группа физического состояния (1,6—2 км при 12-минутном тесте)				
7	12 : 30	70—80	5	18,5
8	15 : 00	70—80	5	22,5
9	15 : 00	70—80	5	22,5
10	12 : 30	80—90	3	27
	и 15 : 00	80—90	2	
11	12 : 30	80—90	2	28
	и 15 : 00	80—90	3	
12	15 : 00	80—90	5	30
13	15 : 00	90—100	4	30
III группа физического состояния (2,01—2,4 км при 12-минутном тесте)				
7	10 : 00	80—90	1	25
	и 17 : 30	70—80	4	
8	12 : 30	80—90	2	28
	и 15 : 00	80—90	3	
9	15 : 00	80—90	5	30
10	15 : 00	90—100	4	30

**Тренировочные программы для лиц
в возрасте 30—39 лет**

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
--------	----------------	----------------	---------------------	---------------

Ходьба

Начальный курс

1	1,5	17 : 30	5	5
2	1,5	15 : 30	5	5
3	1,5	14 : 15	5	10
4	1,5	14 : 00	5	10
5	2,5	21 : 40	5	15
6	2,5	21 : 15	5	15

I группа физического состояния (менее 1,5 км при 12-минутном тесте)

7	2,5	21 : 00	5	15
8	3,0	28 : 45	5	20
9	3,0	28 : 30	5	20
10	3,0	28 : 00	5	20

Неделя	Расстояние, км	Время, мин · с	Частота в неделю	Очки в неделю
11	3,0 и 4,0	28 : 00 35 : 30	3 2	22
12	4,0 и 5,0	35 : 00 43 : 15	3 2	27
13	4,0 и 5,0	34 : 45 43 : 00	3 2	27
14	4,0 и 5,0	34 : 30 42 : 30	3 2	27
15	5,0	42 : 30	5	30
16	6,5	56 : 30	4	32
II группа физического состояния (1,5—1,8 км при 12-минутном тесте)				
7	3,0	28 : 30	5	20
8	3,0	28 : 00	5	20
9	3,0 и 4,0	28 : 00 35 : 30	3 2	22
10	4,0 и 5,0	34 : 45 43 : 00	3 2	27
11	4,0 и 5,0	34 : 30 42 : 30	3 2	27
12	5,0	42 : 30	5	30
1	6,5	56 : 30	4	32
III группа физического состояния (1,81—2,2 км при 12-минутном тесте)				
7	4,0 и 5,0	35 : 00 43 : 15	3 2	27
8	4,0 и 5,0	34 : 30 42 : 30	3 2	27
9	5,0	42 : 30	5	30
10	6,5	56 : 30	4	32
<i>Бег</i>				
Начальный курс				
1	1,5	17 : 30	5	5
2	1,5	15 : 30	5	5
3	1,5	14 : 15	5	10
4	1,5	13 : 30	5	10
5	1,5	11 : 45	5	15
6	1,5	11 : 15	5	15
I группа физического состояния (менее 1,5 км при 12-минутном тесте)				
7	1,5	10 : 30	5	15
8	1,5	9 : 50	5	20
9	1,5 и 2,5	9 : 45 16 : 00	3 2	21

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
10	1,5 и	9 : 30	3	21
11	2,5 1,5 и	15 : 30 9 : 00	2 3	24
12	2,5 1,5 и	11 : 30 8 : 45	2 3	24
13	2,5 1,5 и	14 : 00 8 : 30	2 2	28
11	2,5 3,0 1,5 и	13 : 30 19 : 00 8 : 15	2 1 3	28
15	3,0 1,5 и	18 : 00 8 : 00	2 2	30
16	2,5 и 4,0 2,5 и 4,0	12 : 55 22 : 30 12 : 25 22 : 00	2 1 2 2	32

II группа физического состояния (1,5—1,8 км при 12-минутном гесте)

7	1,5 и	9 : 45	3	21
8	2,5 1,5 и	16 : 00 9 : 30	2 3	21
9	2,5 1,5 и	15 : 30 9 : 00	2 3	24
10	2,5 1,5 и	14 : 30 8 : 30	2 2	28
11	2,5 и 3,0 1,5 и	13 : 30 19 : 00 8 : 15	2 1 3	28
12	3,0 1,5 и	18 : 00 8 : 00	2 2	30
13	2,5 и 4,0 2,5 и 4,0	12 : 55 22 : 30 12 : 25 22 : 00	2 1 2 2	32

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
III группа физического состояния (1,81—2,2 км при 12-минутном тесте)				
7	1,5 и 2,5	8 : 45 14 : 00	3 2	24
8	1,5 и 3,0	8 : 15 18 : 00	3 2	28
9	1,5 и 2,5	8 : 00 12 : 55	2 2	30
10	4,0 и 2,5 и 4,0	22 : 30 12 : 25 22 : 00	1 2 2	32

Неделя	Продолжительность, мин : с	Подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
--------	----------------------------	-------------------	------------------	---------------

Бег на месте

Начальный курс

1	2 : 30	70—80	5	4
2	2 : 30	70—80	5	4
3	5 : 00	70—80	5	7,5
4	5 : 00	70—80	5	7,5
5	7 : 30	70—80	5	11,25
6	7 : 30	70—80	5	11,25

Примечание. Ступни поднимать на 20 см от пола. Подскоки отсчитываются по левой ноге, когда она касается пола.

I группа физического состояния (менее 1,5 км при 12-минутном тесте)

7	10 : 00	70—80	5	15
8	10 : 00	70—80	5	15
9	12 : 30	70—80	5	18,75
10	12 : 30	70—80	5	18,75
11	15 : 00	70—80	5	22,5
12	10 : 00 и 17 : 30	80—90 70—80	1 4	25
13	10 : 00 и 17 : 30	80—90 70—80	1 4	25
14	12 : 30 и 15 : 00	80—90 80—90	2 3	28
15	15 : 00	80—90	5	30
16	15 : 00	90—100	4	30

Неделя	Продолжительность, мин : с	Подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
II группа физического состояния (1,5—1,8 км при 12-минутном тесте)				
7	12 : 30	70—80	5	18,75
8	12 : 30	70—80	5	18,75
9	15 : 00	70—80	5	22,5
10	10 : 00	80—90	1	25
	и			
	17 : 30	70—80	4	
11	12 : 30	80—90	2	28
	и			
	15 : 00	80—90	3	
12	15 : 00	80—90	5	30
13	15 : 00	90—100	4	30
III группа физического состояния (1,81—2,2 км при 12-минутном тесте)				
7	10 : 00	80—90	1	25
	и			
	17 : 30	70—80	4	
8	12 : 30	80—90	2	28
	и			
	15 : 00	80—90	3	
9	15 : 00	80—90	5	30
10	15 : 00	90—100	4	30

**Тренировочные программы для лиц
в возрасте 40—49 лет**

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
<i>Ходьба</i>				
Начальный курс				
1	1,5	18 : 00	5	5
2	1,5	16 : 00	5	5
3	2,5	24 : 00	5	7,5
4	2,5	22 : 30	5	7,5
5	3,0	31 : 00	1	10
6	3,0	30 : 00	5	10
I группа физического состояния (менее 1,4 км при 12-минутном тесте)				
7	4,0	37 : 45	5	12,5
8	4,0	36 : 30	5	12,5
9	3,0	29 : 30	3	16
	и			
	4,0	36 : 00	2	
10	2,5	21 : 30	3	19
	и			
	4,0	35 : 30	2	
11	3,0	28 : 00	3	22
	и			
	4,0	36 : 00	2	

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
12	4,0 и 5,0	35 : 30 43 : 45	4 1	23
13	3,0 и 5,0	28 : 00 43 : 00	2 3	26
14	4,0 и 5,0	34 : 45 42 : 45	3 2	27
15	5,0	42 : 45	5	30
16	6,5	56 : 45	4	32

II группа физического состояния (1,4—1,7 км при 12-минутном тесте)

7	3,0 и 4,0	29 : 30 36 : 00	3 2	16
8	2,5 и 4,0	21 : 30 35 : 30	3 2	19
9	3,0 и 4,0	28 : 00 36 : 00	3 2	22
10	3,0 и 5,0	28 : 00 43 : 00	2 3	26
11	4,0 и 5,0	34 : 45 42 : 45	3 2	27
12	5,0	42 : 45	5	30
13	6,5	56 : 45	4	32

III группа физического состояния (1,71—2,1 км при 12-минутном тесте)

7	4,0 и 5,0	35 : 30 43 : 45	4 1	23
8	4,0 и 5,0	34 : 45 42 : 45	3 2	27
9	5,0	42 : 45	5	30
10	6,5	56 : 45	4	32

Бег

Начальный курс

1	1,5	18 : 30	5	5
2	1,5	16 : 00	5	5
3	1,5	15 : 00	5	5
4	1,5	14 : 15	5	10
5	1,5	13 : 15	5	10
6	1,5	12 : 45	5	10

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
I группа физического состояния (менее 1,4 км при 12-минутном тесте)				
7	1,5	11 : 45	5	15
8	1,5	11 : 15	5	15
9	1,5 и 2,5	10 : 45 17 : 45	3 2	18
10	1,5 и 2,5	10 : 15 17 : 00	3 2	18
11	1,5 и 2,5	9 : 45 16 : 00	3 2	21
12	2,5 и 3,0	15 : 30 21 : 00	3 2	25,5
13	1,5 и 2,5	9 : 30 14 : 45	2 2	28
14	3,0 и 1,5	19 : 45 9 : 15	1 3	28
15	3,0 и 1,5	19 : 00 9 : 00	2 2	30
16	2,5 и 4,0 и 2,5 и 4,0	13 : 55 24 : 30 13 : 25 23 : 45	2 1 2 2	32
II группа физического состояния (1,4—1,7 км при 12-минутном тесте)				
7	1,5 и 2,5	10 : 45 17 : 45	3 2	18
8	1,5 и 2,5	10 : 15 17 : 00	3 2	18
9	1,5 и 2,5	9 : 45 16 : 00	3 2	21
10	1,5 и 2,5	9 : 30 14 : 45	2 2	28
11	3,0 и 1,5	19 : 45 9 : 15	1 3	28
12	3,0 и 1,5 и 2,5 и 4,0	19 : 00 9 : 00 13 : 55 24 : 30	2 2 2 1	30

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
13	2,5 и 4,0	13 : 25 23 : 45	2 2	32
III группа физического состояния (1,71—2,1 км при 12-минутном тесте)				
7	2,5 и 4,0	15 : 30 21 : 00	3 2	25,5
8	1,5 и 3,0	9 : 15 19 : 00	3 2	28
9	1,5 и 2,5	9 : 00 13 : 55	2 2	30
10	4,0 2,5 и 4,0	24 : 30 13 : 25 23 : 45	1 2 2	32

Неделя	Продолжительность, мин : с	Частота подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
--------	----------------------------	---------------------------	------------------	---------------

Бег на месте
Начальный курс

1	2 : 30	70—80	5	4
2	2 : 30	70—80	5	4
3	5 : 00	70—80	5	7,5
4	5 : 00	70—80	5	7,5
5	5 : 00	70—80	5	7,5
6	7 : 30	70—80	5	11,25

Примечание. Ступни поднимать на 20 см от пола. Подскоки отсчитываются по левой ноге, когда она касается пола.

I группа физического состояния (менее 1,4 км при 12-минутном тесте)

7	7 : 30	70—80	5	11,25
8	10 : 00	70—80	6	15
9	10 : 00	70—80	5	15
10	12 : 30	70—80	5	18,75
11	12 : 30	70—80	5	18,75
12	15 : 00	70—80	5	22,5
13	10 : 00 и 17 : 30	80—90 70—80	1 4	25
14	12 : 30 и 15 : 00	80—90 80—90	2 3	28
15	20 : 00	70—80	5	30
16	20 : 00	80—90	4	32

Неделя	Продолжительность, мин : с	Частота подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
II группа физического состояния (1,4—1,7 км при 12-минутном тесте)				
7	10 : 00	70—80	5	15
8	12 : 30	70—80	5	18,75
9	12 : 30	70—80	5	18,75
10	10 : 00	80—90	1	25
	и			
	17 : 30	70—80	4	
11	12 : 30	80—90	2	28
	и			
	15 : 00	80—90	3	
12	20 : 00	70—80	5	30
13	20 : 00	80—90	4	32
III группа физического состояния (1,71—2,1 км при 12-минутном тесте)				
7	15 : 00	70—80	5	22,5
8	12 : 30	80—90	2	28
	и			
	15 : 00	80—90	3	
9	20 : 00	70—80	5	30
10	20 : 00	80—90	4	32

**Тренировочные программы для лиц
в возрасте 50 лет и старше**

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
<i>Ходьба</i>				
Начальный курс				
1	1,5	18 : 30	5	5
2	1,5	16 : 30	5	5
3	1,5	15 : 00	5	5
4	2,5	24 : 30	5	7,5
5	2,5	23 : 00	5	7,5
6	2,5	22 : 30	5	7,5
I группа физического состояния (менее 1,3 км при 12-минутном тесте)				
7	3,0	32 : 00	5	10
8	3,0	31 : 00	5	10
9	4,0	38 : 30	5	12,5
10	3,0	28 : 45	2	15,5
	и			
	4,0	37 : 30	3	
11	3,0	28 : 30	3	17
	и			
	4,0	37 : 00	2	
12	4,0	36 : 00	3	21
	и			
	5,0	44 : 30	2	
13	3,0	28 : 00	2	26
	и			
	5,0	43 : 15	3	

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
14	4,0	35 : 00	3	27
	и			
	5,0	43 : 00	2	
15	5,0	43 : 00	5	30
16	6,5	57 : 00	4	32

II группа физического состояния (1,3—1,6 км при 12-минутном тесте)

7	4,0	38 : 30	5	12,5
8	3,0	28 : 45	2	15,5
	и			
	4,0	37 : 30	3	
9	3,0	28 : 30	3	17
	и			
	4,0	37 : 00	2	
10	3,0	28 : 00	2	26
	и			
	5,0	43 : 15	3	
11	4,0	35 : 00	3	27
	и			
	5,0	43 : 00	2	
12	5,0	43 : 00	5	30
13	6,5	57 : 00	4	32

III группа физического состояния (1,61—2 км при 12-минутном тесте)

7	4,0	36 : 00	3	21
	и			
	5,0	44 : 30	2	
8	4,0	35 : 00	3	27
	и			
	5,0	43 : 00	2	
9	5,0	43 : 00	5	30
10	6,5	57 : 00	4	32

Бег

Начальный курс

1	1,5	19 : 00	5	5
2	1,5	17 : 00	5	5
3	1,5	16 : 00	5	5
4	1,5	15 : 00	5	10
5	1,5	14 : 15	5	10
6	1,5	13 : 45	5	10

I группа физического состояния (менее 1,3 км при 12-минутном тесте)

7	1,5	13 : 00	5	10
8	1,5	12 : 30	5	10
9	1,5	12 : 15	3	12
	и			
	2,5	19 : 00	2	
10	1,5	11 : 55	3	15
	и			
	2,5	18 : 15	2	

Неделя	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
11	1,5 и	11 : 30	3	18
12	2,5 и	17 : 30 16 : 30	2 4	24
13	3,0 и	22 : 00 10 : 30	1 1	24
14	2,5 и	15 : 30 21 : 00	2 2	25,5
15	4,0 и	21 : 00 15 : 05	3 3	27
16	3,0 и	20 : 15 9 : 30	2 3	27
16	4,0 и	25 : 30 14 : 25	2 2	30
	2,5 и	14 : 25 31 : 00	2 2	

II группа физического состояния (1,31—1,6 км при 12-минутном тесте)

7	1,5 и	12 : 15	3	12
8	2,5 и	19 : 00 11 : 55	2 3	15
9	2,5 и	18 : 15 11 : 30	2 3	18
10	2,5 и	17 : 30 10 : 30	2 1	24
11	2,5 и	15 : 05 21 : 00	3 2	25,5
12	3,0 и	21 : 00 15 : 05	2 3	27
13	4,0 и	20 : 15 9 : 30	2 3	27
	2,5 и	9 : 30 25 : 30	3 2	30
	5,0	14 : 25 31 : 00	2 2	

III группа физического состояния (1,61—2 км при 12-минутном тесте)

7	2,5 и	16 : 30	4	24
8	3,0 и	22 : 00 15 : 05	1 3	25,5

Неделя	Продолжительность, мин : с	Частота подскоков в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
--------	----------------------------	---------------------------	------------------	---------------

Бег на месте

I группа физического состояния (менее 1,3 км при 12-минутном тесте)

14	10 : 00 утром	70—80	2	25,5
	+ 10 : 00 вечером	70—80		
15	15 : 00	70—80	3	28,5
	12 : 30 утром	70—80	2	
	+ 12 : 30 вечером	70—80		
16	15 : 00	70—80	3	30
	20 : 00	70—80	5	

II группа физического состояния (1,3—1,6 км при 12-минутном тесте)

7	10 : 00	70—80	5	15
8	10 : 00	70—80	5	15
9	10 : 00	70—80	5	15
10	10 : 00 утром	70—80	2	23,25
	+ 10 : 00 вечером	70—80		
11	и 12 : 30	70—80	3	25,5
	10 : 00 утром	70—80	2	
	+ 10 : 00 вечером	70—80		
12	и 15 : 00	70—80	3	28,5
	12 : 30 утром	70—80	2	
	+ 12 : 30 вечером	70—80		
13	и 15 : 00	70—80	3	30
	20 : 00	70—80	5	

III группа физического состояния (1,61—2 км при 12-минутном тесте)

7	12 : 30	70—80	5	18,75
	10 : 00 утром	70—80	2	25,5
9	+ 10 : 00 вечером	70—80	3	28,5
	и 15 : 00	70—80		
	12 : 30 утром	70—80		
10	+ 12 : 30 вечером	70—80	2	30
	и 15 : 00	70—80	3	
	20 : 00	70—80	5	

Тренировочные программы для лиц IV—V групп физического состояния всех возрастов

Исходное физическое состояние хорошее. Для его поддержания можно использовать одну из следующих программ упражнений

Вид упражнений	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
Ходьба	3,0 или 5,0	24 : 00—29 : 00	8	32
	или	36 : 00—43 : 30	5	30

Вид упраж- нений	Расстояние, км	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
Ходьба	6,5	48 : 00—58 : 00	4	32
	или 8,0	60 : 00—72 : 30	3	30
Бег	1,5	6 : 30— 7 : 59	6	30
	или 2,5	12 : 00—14 : 59	5	30
Велоспорт	или 2,5	9 : 45—11 : 59	4	30
	или 3,0	16 : 00—19 : 59	4	32
	или 3,0	13 : 00—15 : 59	3	30
	или 8,0	15 : 00—19 : 59	6	30
	или 16,0	18 : 00—23 : 59	5	30
	или 12,5	24 : 00—31 : 59	4	32
	или 16,0	20 : 00—39 : 59	3	30

Вид упраж- нений	Расстояние, м	Время, мин : с	Частота в неделю	Очки в неделю
Плавание	450	8 : 20—12 : 59	8	32
	550	10 : 00—14 : 59	6	30
	725	13 : 20—19 : 59	5	32
	900	16 : 40—24 : 59	4	34

Вид упраж- нений	Продолжительность, мин : с	Частота подскоков, в 1 мин	Частота в неделю	Очки в неделю
Бег на месте	10 : 00 утром и	70—80	5	30
	10 : 00 вечером	70—80		
	или 15 : 00	70—80	7	30
	или 15 : 00	80—90	5	30
	или 20 : 00	80—90	4	32

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Амосов Н. М. Регулирование жизненных функций и кибернетика.— К. : Наук. думка, 1964.— 116 с.
- Амосов Н. М. Режим здоровья — режим ограничений и нагрузок // Наука и жизнь.— 1972.— № 2.— С. 43—54.
- Амосов Н. М., Бендет Я. А. Хирургия пороков сердца.— К. : Здоров'я, 1969.— 167 с.
- Амосов Н. М., Бендет Я. А. О количественной оценке и градациях физического состояния больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями // Кардиология.— 1975.— № 9.— С. 19—26.
- Амосов Н. М., Бендет Я. А., Верич Н. М. и др. Функциональные исходы протезирования клапанов сердца // Грудная хирургия.— 1978.— № 5.— С. 3—8.
- Амосов Н. М., Кышов Г. В., Ситар Л. Л. и др. Протезирование клапанов в хирургическом лечении приобретенных пороков сердца // Кардиология.— 1981.— № 11.— С. 12—17.
- Аронов Д. М. О толерантности больных коронарной недостаточностью к физической нагрузке // Кардиология.— 1970.— № 4.— С. 51—54.
- Аронов Д. М. Значение интенсивных тренировок в реабилитации больных коронарной недостаточностью // Клин. медицина.— 1972.— № 8.— С. 137—142.
- Аронов Д. М. Коронарная недостаточность у молодых.— М.: Медицина, 1974.— 165 с.
- Аронов Д. М., Сидоренко Б. А., Лупанов В. П. и др. Актуальные вопросы классификации функционального состояния больных ишемической болезнью сердца // Кардиология.— 1982.— № 1.— С. 5—10.
- Аршавский И. А. Некоторые сравнительно-онтогенетические данные в связи с анализом причин, определяющих продолжительность жизни у млекопитающих // Проблемы долголетия.— М. : Медгиз, 1962.— С. 51—57.
- Аршавский И. А. К теории индивидуального развития организма (физиологические механизмы, определяющие продолжительность жизни у млекопитающих) // Ведущие проблемы возрастной физиологии и биохимии.— М. : Медицина, 1966.— С. 32—36.
- Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте.— М. : Медицина, 1979.— 192 с.
- Бендет Я. А., Белинский А. Н., Белоусова А. Т. и др. Реабилитация в условиях санатория больных, оперированных по поводу приобретенных пороков сердца // Грудная хирургия.— 1974.— Вып. 6.— 1974.— С. 134—138.
- Бендет Я. А., Атаманюк М. Ю., Верич Н. М. и др. Вопросы реабилитации больных с протезами клапанов сердца // Кардиология.— 1981.— № 11.— С. 37—43.
- Бураковский В. И., Колесников С. А. (ред.). Частная хирургия болезней сердца и сосудов.— М. : Медицина, 1967.— 656 с.
- Бученко Л. А. Электрическое проявление сердечной деятельности // Сердце и спорт.— М. : Медицина, 1968.— С. 115—121.
- Вальтнерис А. Д. Возрастные изменения артериальной системы в зависимости от физической активности людей // Кардиология.— 1971.— № 11.— С. 118—120.
- Василенко В. Х. Приобретенные пороки сердца.— К. : Здоров'я, 1972.— 304 с.
- Гаджиев С. А., Бербич В. И., Сазонов К. Н. и др. Об объективной оценке реабилитации больных, оперированных по поводу митрального порока методом максимального потребления кислорода // Хирургическое лечение пороков сердца.— К. : Здоров'я, 1972.— С. 78—79.

- Ганелина И. Е. (ред.)*. Ишемическая болезнь сердца.— Л. : Медицина, 1977.— 359 с.
- Гладкова М. А., Кассирский Г. И., Куликова А. Т. и др.* О реабилитации больных после хирургического лечения ревматических и врожденных пороков сердца.— В кн.: Хирургическое лечение пороков сердца.— К. : Здоров'я, 1972.— С. 71—72.
- Граевская Н. Д.* Кровообращение и тренированность // Сердце и спорт.— М. : Медицина, 1968.— С. 65—72.
- Грацианский Н. А.* Физиологические методы оценки трудоспособности при заболеваниях сердца // Кардиология.— 1970.— № 5.— С. 156.
- Гриненко М. Ф., Саноян Г. Г.* Труд, здоровье, физическая культура.— М. : Физкультура и спорт, 1974.— 288 с.
- Дембо А. Г.* Перенапряжение сердца у спортсменов // Сердце и спорт.— М. : Медицина, 1968.— С. 427—431.
- Дешин Д. Ф., Коваленко В. Н., Летунов С. П., Мотылянская Р. Е.* Врачебный контроль.— М. : Физкультура и спорт, 1965.— 319 с.
- Дзяк В. Н., Крыжановская И. И., Алексеенко З. К., Мосежный А. Е.* Медицинская реабилитация больных сердечно-сосудистыми заболеваниями.— К. : Здоров'я, 1971.— 136 с.
- Добровольский В. К.* Повреждения и заболевания при нерациональных занятиях спортом.— М. : Физкультура и спорт, 1960.— 184 с.
- Зайцев А. Е.* Кардиогемодинамика у больных инфарктом миокарда в процессе реабилитации с применением лечебной гимнастики // Кардиология.— 1972.— № 8.— с. 118.
- Картман В. Л., Любина Б. Г., Меркулова Р. А.* Гемодинамика при различных режимах мощности физической нагрузки // Кардиология.— 1973.— № 12.— С. 83—87.
- Кассирский Г. И., Гладкова М. А.* Медицинская реабилитация в кардиохирургии.— М. : Медицина, 1976.— 165 с.
- Кассирский Г. И., Куликова А. Т.* О применении пробы с дозированной физической нагрузкой у больных после закрытой митральной комиссуротомии // Кардиология.— 1972.— № 5.— Т. 50—54.
- Косицкий Г. И.* Цивилизация и сердце.— М. : Наука, 1977.— 183 с.
- Косицкий Г. И.* Предупреждение поражений сердечно-сосудистой системы // Кардиология.— 1972.— № 2.— С. 5.
- Крестовников А. Н.* Очерки по физиологии физических упражнений.— М. : Физкультура и спорт, 1951.— 531 с.
- Муравов И. В.* Физическая культура и активный отдых в разные возрастные периоды.— К. : Здоров'я, 1973.— 120 с.
- Мухарлямов Н. М.* Ранние стадии недостаточности кровообращения и механизмы ее компенсации.— М. : Медицина, 1978.— 247 с.
- Навратил М., Кадлец К., Даум С.* Патофизиология дыхания.— Москва — Прага : Медицина, 1967.— 372 с.
- Руководство по кардиологии* : В 4 т. / Под ред. Е. И. Чазова.— М. : Медицина, 1982.
- Чазов Е. И. (ред.)*. Инфаркт миокарда.— М. : Медицина, 1971.— 312 с.
- Рывкин И. А.* Смертность населения от важнейших сердечно-сосудистых заболеваний и возможные ее изменения в ближайшие годы // Кардиология.— 1971.— № 9.— с. 47—53.
- Темкин И. Б.* Упражнения в изометрическом режиме при болезнях органов кровообращения.— М. : Медицина.— 135 с.
- Чеботарев Д. Ф., Фролькис В. В.* Сердечно-сосудистая система и старение.— Л. : Медицина, 1967.— 198 с.
- Шхвацабая И. К., Аронов Д. М., Зайцев В. П.* Реабилитация больных ишемической болезнью сердца.— М. : Медицина, 1978.— 320 с.
- Andersen K., Shephard R. S., Denolin H. e. a.* Fundamentals of exercise testing. WHO, Geneva, 1971, p. 135.
- Astrand P.-O.* Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Munksgaard, Copenhagen, 1952.
- Astrand P.-O., Rodahl K.* Textbook of Warie Physiology.— New York : McGraw — Hill Book Co., 1970.— 669 p.

- Blackburn H.* Measurement in exercise electrocardiography.— Springfield Ill., Thomas — 1969.
- Brouha L.* Physiology in industry.— New York, Pergamon.— 1960.
- (*Blumenfeld A.*) Блюменфельд А. Кому угрожает инфаркт миокарда? — М. : Медицина, 1966.— 315 с.
- Cooper K.* The new aerobics. M. Evans & Co., New York, 1970.
- Cherniack R., Cherniack L.* Respiration in health in disease.— Philadelphia, Saunders Co.— 1961.
- Dimond E. G.* The exercise electrocardiogram in office practice.— Springfield Ill., Thomas.— 1961.
- Diseases of the heart and blood vessels* (Nomenclature and criteria for diagnosis). Little, Brown., Boston, 1964.
- Durnin J. V. G. A., Passmore R.* Energy work and leisure.— London, Heineman Ltd.— 1967.
- (*Guiton A*) *Гайтон А.* Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция.— М., Медицина, 1969.— 472 с.
- Marchall R., Shephard J.* (*Маршалл Р. Д., Шеферд Дж. Т.*) Функция сердца у здоровых и больных.— М., Медицина, 1972.— 391 с.
- Raab W.* Prevention of ischemic heart disease.— Springfield, Ill., Thomas.— 1960.
- Raab W.* Prevention of ischemic heart disease. Thomas, Springfield Ill., 1966.
- Rodahl K.* Be Fite for Life. Harper & Row., New York, 1966.
- Rodahl K., Barry A., Daly J. et al.* Effects of physical training on patients who have had myocardial infarction. Amer. J. Cardiol., 1966, v. 17, p. 1.
- Sjostrand T.* Clinical physiology. Stockholm, Bonniers, 1967.
- Shephard R. J.* Endurance fitness.— Toronto, University of Toronto Press.— 1969.
- Simonson E.* Differentiation between normal and abnormal in electrocardiography.— St. Louis, Mosby.— 1961
- Zohman L. R., Tobis J. S.* The effect of exercise training of patients with angina pectoris // Arch. Phys. Med.— 1967.— 48, N 5.— P. 525—532.
- Zohman L. R., Tobis J. S.* Cardiac rehabilitation. Grune & Stratton., New York, 1970.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
Глава I. ОСНОВЫ ФИЗИОЛОГИИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК	7
<i>Общие вопросы изменения гемодинамики при физических нагрузках</i>	8
Частота сердечных сокращений	9
Ударный объем сердца	11
Минутный объем сердца	13
Кровяное давление	14
Сосудистое сопротивление	15
Регионарный кровоток	16
Газы и рН крови, гематокрит	19
Внутрисердечная гемодинамика	20
Функция легких	21
Потребление кислорода	23
Энергетические затраты	27
Физическая работоспособность	28
Терминология, единицы измерения, энергетические эквиваленты	29
Глава II. НАГРУЗОЧНЫЕ ТЕСТЫ ПРИ ОЦЕНКЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	32
<i>Тесты на восстановление</i>	33
<i>Субмаксимальные тесты на усилие</i>	35
Подготовка и проведение нагрузочных тестов	36
Обеспечение безопасности нагрузочных тестов	38
Сбор и оценка информации о состоянии сердечно-сосудистой и дыхательной систем во время нагрузочных тестов	40
Выбор нагрузок	47
Тест со ступеньками	50
Тест на велоэргометре	53
Тест на тредмилле (тредбане)	57
Глава III. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ	61
<i>Непрямые методы определения максимального потребления кислорода и физической работоспособности на основе субмаксимальных нагрузочных тестов</i>	61
Номограмма Астранда — Риминг	61
График Андерсена и Смит-Сиверстена	66
Определение максимального потребления кислорода и физической работоспособности по формулам	68
<i>Электрокардиографическая оценка нагрузочных тестов</i>	71
Электрокардиографические признаки коронарной недостаточности при нагрузочных тестах	73
Глава IV. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ТРУДОСПОСОБНОСТИ НА ОСНОВЕ НАГРУЗОЧНЫХ ТЕСТОВ	79
<i>Энергетическая оценка физической деятельности и определение трудоспособности с помощью нагрузочных тестов</i>	79
<i>Энергетические градации физического состояния здоровых лиц и больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями</i>	88
Глава V. ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ В ПРОФИЛАКТИКЕ БОЛЕЗНЕЙ СЕРДЦА	99
<i>Цивилизация и сердечно-сосудистые заболевания</i>	99
<i>Некоторые общепатологические аспекты тренировок</i>	112
<i>Влияние физических тренировок и гиподинамии на гемодинамику</i>	121
<i>Общие вопросы методики физических тренировок</i>	128
<i>Программы физических тренировок</i>	134

Глава VI. ФИЗИЧЕСКАЯ И ТРУДОВАЯ РЕАБИЛИТАЦИЯ БОЛЬНЫХ С СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ	146
<i>Задачи и методы реабилитации</i>	146
<i>Физическая реабилитация</i>	152
Общие требования к программам физической реабилитации	154
Программы физической реабилитации	157
Методика и результаты физической реабилитации больных, оперированных по поводу болезней сердца	165
<i>Основы трудовой реабилитации</i>	172
<i>Заключение</i>	185
<i>Приложения</i>	193
<i>Список литературы</i>	210

Производственное издание

Амосов Николай Михайлович
Бендет Яков Абрамович

Физическая активность и сердце

3-е издание, переработанное
и дополненное

Зав. редакцией *Н. К. Полонник*
Редактор *Т. С. Кононова*
Художник-оформитель *С. П. Духленко*
Художественный редактор *Г. М. Кондратова*
Технический редактор *Л. А. Запольская*
Корректоры *В. И. Коваль, А. В. Воробьева*

ИБ № 4016

Сдано в набор 11.07.88. Подп. к печ. 02.12.88. Формат 60×90^{1/16}.
Бумага тип. № 1. Гарн. лит. Печ. выс. Усл. печ. л. 13,5. Усл.
кр.-отт. 13,5. Уч.-изд. л. 16,17. Тираж 50000 экз. Зак. 8-224.
Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Здоровья», 252601, ГСП, г. Киев-1, ул. Чкалова, 65.

Киевская книжная фабрика «Жовтень», 252053, Киев-53, ул. Артема, 25.

Амосов Н. М., Бендет Я. А.

А62 Физическая активность и сердце.— 3-е изд., перераб. и доп.— К. : Здоровья, 1989.— 216 с., ил., 0,75 л. ил.— ISBN 5-311-00360-X

В книге описаны влияние физической активности на функцию сердца и ее роль в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Особое внимание уделяется применению нагрузок с целью определения функционального состояния сердечно-сосудистой системы, физической реабилитации оперированных по поводу пороков сердца и больных хронической коронарной недостаточностью.

А $\frac{4108040100-026}{M209(04)-89}$ 32.89

54.101 + 28.91

