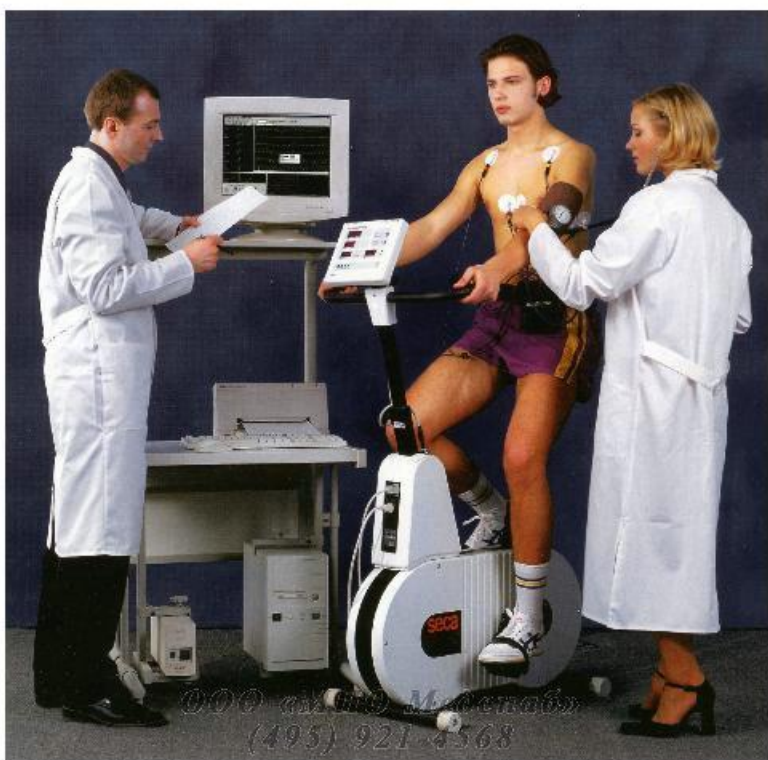


Лекция

Методы исследования организма занимающихся ФК и С

Функциональные пробы

к.м.н. Балчугов В.А.



- Функциональные пробы начали применяться в спортивной медицине в начале XX века. Постепенно арсенал проб расширялся за счет новых тестов. Основными задачами функциональной диагностики в спортивной медицине являются изучение адаптации организма к тем или иным воздействиям и изучение восстановительных процессов после прекращения воздействия. Из этого следует, что тестирование в общем виде идентично исследованию «черного ящика», применяемому в кибернетике для изучения функциональных свойств систем регулирования. Этим термином условно обозначают любой объект, функциональные свойства которого неизвестны или известны недостаточно. «Черный ящик» имеет ряд входов и ряд выходов. Для изучения функциональных свойств такого «черного ящика» на вход его подается воздействие, характер которого известен. Под влиянием входного воздействия на выходе «черного ящика» возникают ответные сигналы. Сопоставление входных сигналов с выходными позволяет оценить функциональное состояние изучаемой системы, условно обозначенной «черный ящик».

- *Основной критерий для обоснованных рекомендаций по двигательному режиму и выявления его эффекта - это способность организма наиболее результативно и быстро адаптироваться к повышенным требованиям. Характер реакции на физическую нагрузку нередко служит единственным и наиболее ранним проявлением нарушений функционального состояния и заболеваний.*
- Толерантность к нагрузке служит основным критерием дозирования физических нагрузок в системе подготовки и реабилитации. Что касается квалифицированных спортсменов, достигших высокого уровня тренированности, то дальнейшие изменения проявляются главным образом и в первую очередь - именно в характере реакции на физическую нагрузку.

- Как известно, физическая нагрузка требует существенного повышения функции сердечно-сосудистой системы, от которой зависит обеспечение работающих мышц достаточным количеством кислорода и выведение из тканей углекислоты.
- Степень изменения показателей сердечно-сосудистой системы зависит в значительной мере от их исходных величин в состоянии покоя. Из всех гемодинамических показателей наиболее простыми и нашедшими широкое применение являются исследование частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД). В норме при функциональной пробе с физической нагрузкой происходят однонаправленные изменения АД и ЧСС. Оценка результатов тестирования может быть как качественной, так и количественной.

- Все это обуславливает особое значение функциональных проб в комплексной методике врачебного обследования физкультурников, спортсменов и лиц, занимающихся физической культурой. Ширину адаптации какой-либо системы или всего организма в целом невозможно оценить при исследованиях лишь в состоянии покоя. Для этого необходимы функциональные пробы с нагрузками (физические нагрузки, фармакологические, температурные, недостатком кислорода, изменением положения тела, электростимуляцией предсердий и т. д.). Наибольшее распространение имеют пробы с физическими нагрузками, так как физические нагрузки довольно легко дозируются, могут быть выражены в физических единицах (кгм/мин или Вт), могут быть воспроизведены в любом месте и в любое время, они наиболее физиологичны и наиболее переносимы пациентами разного возраста, пола и состояния здоровья.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

(требования, показания, противопоказания)

Функциональная проба - это нагрузка, задаваемая обследуемому для определения функционального состояния и возможностей какого-либо органа, системы или организма в целом, определения толерантности к физическим нагрузкам, оценки резервных возможностей организма.

К функциональным пробам предъявляют следующие требования

- 1. Проба должна быть стандартной и надежной; надежность – это воспроизводимость результатов тестирования при сохранении неизменными функционального состояния организма испытуемого и внешних условий проведения теста.
- 2. Проба должна быть валидной или информативной; валидность - это точность, с которой производится измерение того или иного параметра.
- 3. Проба должна быть нагрузочной, т.е. должна вызывать сдвиги в исследуемой системе;
- 4. Проба должна быть эквивалентной нагрузкам в жизненных условиях;
- 5. Проба должна быть объективной и безвредной.

Показания к проведению функциональных проб

- 1. Оценка функционального состояния сердечно – сосудистой, дыхательной и других систем организма здоровых и больных людей;
- 2. Оценка физической подготовленности к занятиям спортом, физической культурой и ЛФК;
- 3. Экспертиза профессиональной пригодности;
- 4. Оценка эффективности программ тренировки и реабилитации.
- 5. Оценка приспособляемости к данной нагрузке;
- 6. Оценка физической работоспособности и уровня подготовленности;
- 7. Выявление изменений со стороны сердечно – сосудистой и других систем и процессов адаптации к нагрузке от одного исследования к другому;
- 8. Выявление предпатологических состояний.

Противопоказания к проведению функциональных проб

- 1. Острый период заболевания;
- 2. Повышенная температура тела;
- 3. Кровотечение;
- 4. Тяжелое общее состояние;
- 5. Выраженная недостаточность кровообращения;
- 6. Гипертонический криз;
- 7. Нарушение ритма сердца;
- 8. Быстро прогрессирующая и нестабильная стенокардия;
- 9. Аневризма аорты;
- 10. Острый тромбофлебит;
- 11. Аортальный стеноз;

- 12. Выраженная дыхательная недостаточность;
- 13. Острые психические расстройства;
- 14. Невозможность выполнения пробы (болезни нервной и нервно – мышечной системы, болезни суставов).

Показания для прекращения тестирования

- 1. Прогрессирующая боль в груди;
- 2. Выраженная одышка;
- 3. Чрезмерное повышения артериального давления, не соответствующее возрасту обследуемого и величине нагрузки;
- 4. Значительное понижение систолического артериального давления;
- 5. Бледность или цианоз лица, холодный пот;
- 6. Нарушение координации движений;
- 7. Невнятная речь;
- 8. Отклонения на электрокардиограмме (желудочковая экстрасистолия, нарушение проводимости и др.)

Общие требования, предъявляемые к проведению функциональных проб

- 1. Обеспечение нормального микроклимата в помещении для тестирования.
- 2. В тестировании должны принимать участие минимум медицинского персонала.
- 3. Необходимо исключить возникновение звуковых, световых и других, не относящихся к исследованию, сигналов.
- 4. Медицинская аппаратура должна быть заземлена.
- 5. Необходимо наличие аптечки первой медицинской помощи с препаратами, стимулирующими систему кровообращения и дыхания.
- 6. Необходимо вести протокол тестирования.
- 7. Необходимо проинструктировать обследуемого о проведении тестирования.

КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ

По характеру воздействия

- *1. Функциональные пробы с дозированной физической нагрузкой.*
- Эти пробы позволяют получить объективные данные о функциональном состоянии сердечно – сосудистой системы и полезны в практическом отношении: они характеризуют восстановительные процессы, что дает информацию для оценки функциональной готовности спортсмена. Кроме того, по сдвигам частоты сердечных сокращений (ССС), артериального давления (АД) можно косвенно судить о характере реакции на нагрузку и даже выявить ранние нарушения работоспособности. Динамические исследования с использованием проб позволяют наблюдать за тренированностью, а также изучать характер адаптации ССС к меняющимся условиям среды, что позволяет тренеру дозировать нагрузку индивидуально каждому спортсмену.
- Функциональные пробы с дозированной нагрузкой подразделяются на одномоментные, двухмоментные и трехмоментные.

- К одномоментным пробам относятся:
 - проба Мартинэ –Кушелевского
 - проба Котова – Дешина
 - проба Руфье
 - Гарвардский степ - тест
- Одномоментные пробы обычно применяют при массовых исследованиях лиц, занимающихся физической культурой и спортом. Выбор нагрузки обусловлен степенью подготовленности испытуемого.
- Двухмоментные функциональные пробы состоят из двух нагрузок и выполняемые с небольшим интервалом отдыха. Например, тест PWC_{170} или 15 секундный бег в максимальном темпе дважды с интервалом отдыха в 3 минуты, применяемый для спринтеров, боксеров.
- Трехмоментная комбинированная проба С.П.Летунова позволяет разносторонне исследовать функциональную способность ССС у спортсменов.

- *2. Пробы с изменением условий внешней среды:*
- - гипоксические пробы (пробы Штанге, Генчи);
- - проба с вдыханием воздуха с различным содержанием кислорода и углекислого газа;
- - пробы в условиях измененной температуры внешней среды (в термокамере) или атмосферного давления (в барокамере);
- - пробы при воздействии на организм линейного или углового ускорения (в центрифуге).
- *3. Пробы с изменением положения тела в пространстве:*
- - ортостатические пробы (простая ортостатическая проба, активная ортопроба по Шеллонгу, модифицированная ортопроба по Стойде, пассивная ортопроба);
- - клиностатическая проба.

4. Пробы с использованием фармакологических и пищевых средств.

- Используют с целью дифференциальной диагностики между нормой и патологией. По принципу фармакологического тестирования эти пробы принято делить на нагрузочные и пробы исключения.
- К нагрузочным относятся те пробы, в которых применяемый фармакологический препарат оказывает стимулирующее действие на исследуемый физиологический или патофизиологический механизм.
- Пробы исключения основаны на ингибирующих (блокирующих) эффектах целого ряда препаратов.

5. Пробы с натуживанием:

- - проба Флека;
- - проба Бюргера;
- - проба Вальсальвы – Бюргера;
- - проба с максимальным натуживанием.

6. Специфические пробы, имитирующие спортивную деятельность.

- **Применяются при проведении врачебно – педагогических наблюдений с использованием повторных нагрузок.**

По критерию оценки пробы

- *1. Количественные* – нагрузка и оценка пробы выражается в какой –либо величине;
- *2. Качественные* – оценка пробы ведется путём определения типа реакции сердечно – сосудистой системы на нагрузку.

По характеру физической нагрузки

- *1. Аэробные* – позволяющие судить о параметрах системы транспорта кислорода;
- *2. Анаэробные* – позволяющие оценивать способность организма функционировать в условиях двигательной гипоксии, возникающей при интенсивной мышечной работе.

В зависимости от времени регистрации показателей

- *1. Рабочие* – показатели регистрируются в покое и непосредственно во время выполнения нагрузки;
- *2. Послерабочие* - показатели фиксируются в покое и после прекращения нагрузки в период восстановления.

По интенсивности применяемых нагрузок

- *1. С малой нагрузкой;*
- *2. Со средней нагрузкой;*
- *3. С большой нагрузкой:*
 - *субмаксимальной;*
 - *максимальной.*

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ И НЕРВНО – МЫШЕЧНОГО АППАРАТА

- При изучении координационной функции нервной системы используют статические и динамические координационные пробы.

Для оценки статической координации применяется простая и усложненные пробы Ромберга.

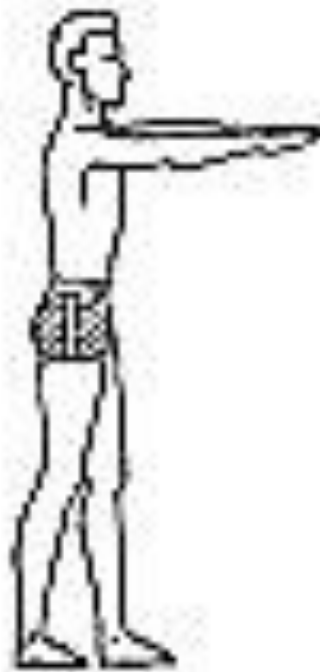
- При выполнении простой пробы Ромберга испытуемый стоит с опорой на две ноги (пятки вместе, носки немного врозь), глаза закрыты, руки вытянуты вперед, пальцы несколько разведены. Определяется время и степень устойчивости (неподвижно стоит исследуемый или покачивается) в данной позе, а также обращают внимание на наличие дрожания – тремора – век и пальцев рук.
- Следует отметить, что простую пробу Ромберга применяют обычно в клинике при обследовании больных людей. Для спортсменов рекомендуют использовать усложненные пробы (проба Ромберга 2 и 3).

- Проба Ромберга - 2: испытуемый должен стоять так, чтобы ноги его были на одной линии, при этом пятка одной ноги касается носка другой ноги, глаза закрыты, руки вытянуты вперед, пальцы разведены. Время устойчивости в позе Ромберга - 2 у здоровых нетренированных лиц находится в пределах 30-50 секунд, при этом отсутствует тремор пальцев рук и век. У детей показатели пробы зависят также от возраста (таблица 1). У спортсменов время устойчивости значительно больше (особенно у гимнастов, фигуристов, прыгунов в воду, пловцов) и может составлять 100-120 секунд и более.

Таблица 1 – Среднее время устойчивости в позе Ромберга -2 у детей, подростков и юношей, не занимающихся спортом (по А.Ф.Синякову)

Возраст (годы)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Время устойчивости (сек)	13	16	21	24	28	30	36	44	48	50	52	51	53

- Проба Ромберга -3: исследуемый стоит на одной ноге, пятка другой касается коленной чашечки опорной ноги, при этом глаза закрыты, руки вытянуты вперед.
- Твердая устойчивость позы более 15 сек при отсутствии тремора пальцев и век оценивается как «хорошо»; покачивание, небольшой тремор век и пальцев при удержании позы в течение 15 сек - «удовлетворительно»; выраженный тремор век и пальцев при удержании позы менее 15 сек - «неудовлетворительно». Покачивание, а тем более быстрая потеря равновесия, указывают на нарушение координации.
- Уменьшение времени выполнения пробы Ромберга наблюдается при утомлении, при перенапряжениях, в период заболеваний, а также при длительных перерывах в занятиях физической культурой и спортом.



Проба Яроцкого

- Для оценки состояния вестибулярного анализатора используют простые координационные и вращательные пробы, где имеет место повышенное раздражение вестибулярных рецепторов. Среди вращательных проб самой простой является проба Яроцкого.
- Проба Яроцкого: спортсмен выполняет вращательные движения головой в одну сторону со скоростью 2 вращения в 1 секунду. По времени, в течение которого обследуемый в состоянии выполнить эту пробу, сохраняя равновесие, судят об устойчивости вестибулярного анализатора. Нетренированные люди сохраняют равновесие в среднем в течение 28 сек, спортсмены - до 90 сек и более.
- Порог уровня чувствительности вестибулярного анализатора в основном зависит от наследственности, но под влиянием тренировки его можно повысить.

Проба Воячека

- Проба Воячека позволяет оценить устойчивость вестибулярного аппарата с помощью вращения в кресле Барани. Раздражение полукружных каналов аппарата вызывается вращением со скоростью 5 раз в 10 сек. Исследуемый сидит в кресле с закрытыми глазами и наклоном головы на 90 градусов. По окончании вращения после 5 сек паузы он поднимает голову и открывает глаза. Реакция оценивается по наклону туловища и вегетативным симптомам. Слабый наклон туловища характеризует хорошее состояние, выраженное отклонение - среднее, склонность к падению и наклон с падением - слабое. Одновременно оцениваются вегетативные реакции - выраженный нистагм, побледнение лица, холодный пот, тошнота, рвота, изменение со стороны пульса, повышение артериального давления. При хорошем функциональном состоянии вестибулярного аппарата эти симптомы выражены незначительно, при удовлетворительном - отчетливо, при сниженном - сильно.



a psyznaiyka.net *б*

Принципы оценки результатов пробы Воячека

Степень реакции	Изменение пульса и артериального давления
0	Пульс и артериальное давление не изменяются
I	Пульс не изменяется, максимальное АД поднимается на 8- рт. ст.
II	Пульс не изменяется, максимальное АД повышается на 12- рт. ст. или снижается на 9- рт. ст.
III	Пульс замедляется, максимальное АД повышается больше чем на рт. ст. или снижается больше чем на рт. ст., появляются вегетативные реакции
IV	Резкие изменения пульса, АД, выраженные вегетативные реакции

Пробы Миньковского

- Применяют для оценки функционального состояния вестибулярного аппарата. Существует два варианта данной пробы.
- Проба Миньковского -1: испытуемый в течение одной минуты с закрытыми глазами выполняет 20 наклонов головы вправо и влево поочередно. Затем с наклоненной в сторону головой он быстро идет вперед, не открывая при этом глаза. Толчок в сторону является признаком нарушения функционального состояния вестибулярного аппарата.
- Проба Миньковского -2: испытуемый в течение одной минуты с закрытыми глазами выполняет 20 наклонов головы вперед и назад. Затем с наклоненной вперед головой быстро идет вперед, не открывая при этом глаза. Шаткая походка является признаком нарушения функционального состояния вестибулярного аппарата.

Ортостатические пробы

- Ортостатические пробы дают важную информацию в тех видах спорта, характерным для которых является изменение положения тела в пространстве (спортивная гимнастика, акробатика, прыжки в воду, прыжки с шестом, фристайл и т.д.) Во всех этих видах спорта ортостатическая устойчивость является необходимым условием спортивной работоспособности. Обычно под влиянием систематических тренировок ортостатическая устойчивость повышается, причем это касается всех спортсменов, а не только представителей тех видов спорта, в которых изменения положения тела являются обязательным элементом.

- Ортостатические реакции организма спортсмена связаны с тем, что при переходе тела из горизонтального в вертикальное положение в нижней его половине депонируется значительное количество крови. В результате ухудшается венозный возврат крови к сердцу и следовательно уменьшается выброс крови (на 20-30%). Компенсация этого неблагоприятного воздействия осуществляется главным образом за счет увеличения ЧСС. Важная роль принадлежит и изменениям сосудистого тонуса. Если он снижен, то уменьшение венозного возврата может быть столь значительным, что при переходе в вертикальное положение может развиваться обморочное состояние в связи с резким ухудшением кровоснабжения мозга.



- У спортсменов ортостатическая неустойчивость, связанная с понижением венозного тонуса, развивается крайне редко. Вместе с тем при проведении пассивной ортостатической пробы она может выявляться. Поэтому использование ортостатических проб для оценки функционального состояния организма спортсменов считается целесообразным.

Простая ортостатическая проба характеризует возбудимость симпатического отдела вегетативной нервной системы. Её суть заключается в анализе изменений пульса в ответ на изменение положения тела при переходе из горизонтального в вертикальное. Показатели пульса определяют в положении лежа и по окончании первой минуты пребывания в вертикальном положении.

- Оценка результатов 1-й минуты ортостатической пробы. При нормальной возбудимости симпатического отдела вегетативной нервной системы пульс увеличивается на 12 – 18 уд/мин, при повышенной возбудимости – более 18 уд/мин.

Оценка	Динамика пульса (уд/мин)
Отлично	от 0 до +10
Хорошо	от +11 до +16
Удовлетворительно	от +17 до +22
Неудовлетворительно	более +22
Неудовлетворительно	От -2 до -5

- Активная ортостатическая проба по Шеллонгу: переход из горизонтального положения в вертикальное испытуемый выполняет активно, вставая. Реакция на вставание изучается по данным изменения пульса и артериального давления (АД). Эти показатели измеряют в положении лёжа, а затем в течение 10 минут в положении стоя.
- Закономерной реакцией на ортостатическую пробу является учащение пульса. Благодаря этому минутный объем кровотока оказывается сниженным незначительно. У хорошо тренированных спортсменов пульс увеличивается на 5 –15 уд/мин. У менее подготовленных лиц эта реакция может быть менее выраженной. Систолическое АД сохраняется неизменным либо незначительно снижается (на 2 -6 мм рт. ст.). Диастолическое АД увеличивается на 10 –15% по отношению к его величине в горизонтальном положении. На протяжении 10-минутного исследования систолическое давление возвращается к исходным данным, а диастолическое давление остается повышенным.

- Пассивная ортостатическая проба позволяет наиболее точно определить ортостатическую устойчивость. Изменение положения тела происходит с помощью поворотного стола. Испытуемого фиксируют ремнями к крышке стола, которая поворачивается на 90° в вертикальной плоскости. Благодаря этому изменяется положение тела в пространстве. Реакция со стороны пульса на пассивную пробу более выражена, чем на активную.
- При нормальной ортостатической устойчивости на протяжении 10 - минутного исследования частота пульса не превышает 89 уд/мин. Пульс, равный 90 -95 уд/мин, указывает на снижение ортостатической устойчивости. Превышение пульса более 95 уд/мин является признаком низкой ортостатической устойчивости, при которой может развиваться ортостатический коллапс.

- У спортсменов высокой квалификации ортостатическая устойчивость может оцениваться как хорошая, удовлетворительная и неудовлетворительная:
- 1) хорошая – пульс к 10 мин ортостатического положения увеличивается не более чем на 20 уд/мин у мужчин и 25 уд/мин у женщин (по сравнению с величиной пульса в положении лежа), стабилизация показателей пульса заканчивается не позднее 3-й мин ортостатического положения у мужчин и 4-й мин – у женщин, пульсовое давление снижается не более чем на 35%, самочувствие хорошее.
- 2) удовлетворительная – пульс увеличивается к 10-й мин вертикального положения до 30 уд/мин у мужчин и 40 уд/мин у женщин. Переходный процесс для пульса заканчивается не позднее 5-й мин у мужчин и 7-й мин у женщин. Пульсовое давление уменьшается на 36- 60%, самочувствие хорошее.
- 3) неудовлетворительная – характеризуется высоким учащением пульса к 10-й мин ортостатического положения: более 30 уд/мин у мужчин и 40 уд/мин у женщин. Пульсовое давление уменьшается более чем на 50%. Самочувствие плохое: появляется головокружение, бледность.

Клиностатическая проба

Клиностатическая проба применяется для оценки возбудимости парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

- *Методика проведения:* у испытуемого производят подсчет пульса в положении стоя за 15 секунд (после 5 –ти минутной адаптации в положении стоя). Затем испытуемый ложится и у него опять определяют пульс в течение 15 секунд после смены положения тела.
- *Оценка результатов:* при нормальной активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы при переходе из вертикального в горизонтальное положение пульс замедляется на 4–12 ударов в минуту. Урежение более чем на 12 ударов указывает на повышенную возбудимость парасимпатической иннервации.
-

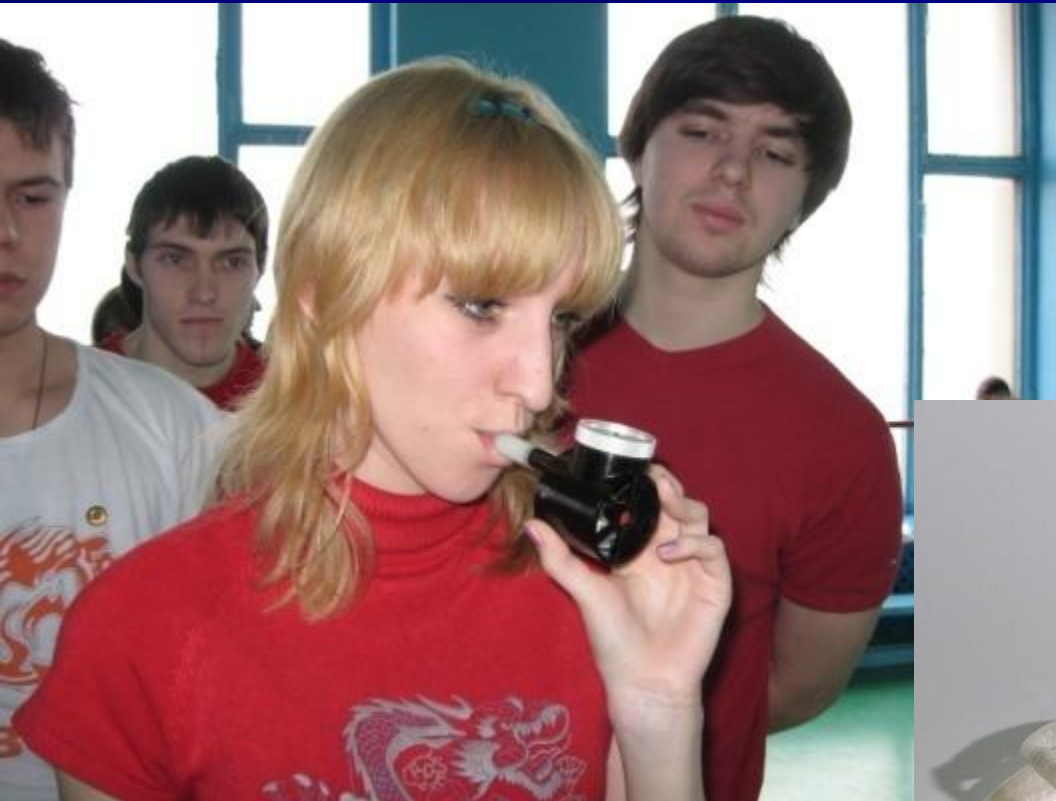
Проба Ашнера

- Проба Ашнера (глазо –сердечный рефлекс) позволяет определить возбудимость парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.
- *Методика проведения:* у испытуемого, находящегося в течение 5 минут в положении лежа на спине, определяют пульс. Затем производят плавное постепенно усиливающееся надавливание большим и указательным пальцами на глазные яблоки у латеральных углов глазниц, при закрытых веках. Через 10 секунд, не прекращая надавливание, вновь определяют пульс.
- *Оценка результатов:* при нормальной возбудимости парасимпатического отдела вегетативной нервной системы пульс замедляется на 4–10 ударов в минуту (положительный глазо – сердечный рефлекс). При повышенной возбудимости парасимпатического отдела вегетативной нервной системы пульс урывается более чем на 10 ударов.
- При повышенной активности симпатического отдела пульс не изменяется (отрицательный глазо –сердечный рефлекс) или учащается (извращённый рефлекс).

Теппинг – тест

- Теппинг – тест позволяет определить максимальную частоту движений кисти.
- *Методика проведения:* испытуемому в течение 40 секунд необходимо поставить максимальное количество точек карандашом в квадрате (20x20 см, разделенном на четыре квадрата 5x5 см). Сидя за столом, испытуемый по команде начинает с максимальной частотой ставить точки в одном из квадратов, по команде через каждые 10 сек без паузы переносит руку на следующий квадрат, продолжая движения с максимальной частотой. По истечении 40 сек подается команда «стоп».
- *Оценка результатов:* для оценки теста подсчитывают количество точек в каждом квадрате. У тренированных спортсменов максимальная частота движений более 70 за 10 секунд. У спортсменов, тренирующих качество быстроты и ловкости, максимальная частота больше, чем у спортсменов, работающих над выносливостью. Снижение количества точек от квадрата к квадрату свидетельствует о недостаточной устойчивости двигательной сферы и нервной системы. Увеличение частоты движений во 2-м и 3-м квадратах свидетельствует о замедлении процессов вработывания. Ступенчатое возрастание частоты до нормального уровня и выше говорит о недостаточной лабильности двигательной сферы.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ВНЕШНЕГО ДЫХАНИЯ



Гипоксические пробы

- К наиболее простым гипоксическим пробам относятся пробы Штанге и Генчи. Они позволяют оценить адаптацию человека к гипоксии и гипоксемии, т.е. дают некоторое представление о способности организма противостоять недостатку кислорода. Лица, имеющие высокие показатели гипоксемических проб, лучше переносят физические нагрузки. В процессе тренировки, особенно в условиях среднегорья, эти показатели увеличиваются.

- Проба Штанге: измеряется максимальное время задержки дыхания после субмаксимального вдоха.
- *Методика проведения* :исследуемому предлагают сделать вдох, выдох, а затем вдох на уровне 85-95% от максимального. При этом плотно закрывают рот и зажимают нос пальцами. Регистрируют время задержки дыхания.
- *Оценка пробы*: средние величины пробы Штанге для женщин – 40-45 сек, для мужчин – 50-60 сек, для спортсменок – 45-55 сек и более, для спортсменов – 65-75 сек и более. Для детей (по данным Язловецкого В.С., 1991г.) 7-11 лет – 30-35 сек, 12-15 лет – 40-45 сек, 16-17 лет – 45-50 сек. По данным Тихвинского С.Б. отличаются почти в 1,5-2 раза.
- С улучшением физической подготовленности в результате адаптации к двигательной гипоксии время задержки дыхания нарастает. Следовательно, увеличение этого показателя при повторном обследовании расценивается (с учетом других показателей) как улучшение подготовленности (тренированности) спортсмена.

Проба Штанге с физической нагрузкой.

- *Методика проведения:* после выполнения пробы Штанге в покое выполняется нагрузка – 20 приседаний за 30сек. В качестве нагрузки можно использовать восхождения на ступеньку высотой 22,5 см в течение 6 мин в темпе 16 раз в минуту. После окончания физической нагрузки тотчас же проводится повторная проба Штанге. Время задержки дыхания при повторной пробы сокращается в 1,5 – 2 раза.

Проба Штанге с гипервентиляцией:

- *Методика проведения:* после гипервентиляции (продолжительность для мужчин -45 сек, для женщин – 30 сек) производится задержка дыхания на глубоком вдохе.
- *Оценка пробы:* время произвольной задержки дыхания в норме возрастает в 1,5 – 2 раза (в среднем значения для мужчин – 130-150 сек, для женщин – 90-110 сек) по сравнению с обычной пробой.

•

- Проба Генчи: регистрация времени задержки дыхания после максимального выдоха.
- *Методика проведения*: исследуемому предлагают сделать глубокий вдох, затем максимальный выдох. Исследуемый задерживает дыхание при зажатом пальцами носе и плотно закрытом рте. Регистрируется время задержки дыхания между вдохом и выдохом.
- *Оценка пробы*: в норме у здоровых людей время задержки дыхания составляет 25-40сек (на 40-50% меньше показателей пробы Штанге). Спортсмены способны задержать дыхание на 40 -60 сек и более. При утомлении время задержки дыхания резко уменьшается.
- По величине показателя пробы Генчи можно косвенно судить об уровне обменных процессов, степени адаптации дыхательного центра к гипоксии и гипоксемии.

Проба Шафрановского

- Проба Шафрановского – определение ЖЕЛ до и после стандартной физической нагрузки в виде 3-х мин бега на месте в темпе 180 шагов в мин. ЖЕЛ измеряется до и сразу после бега, а затем через 1, 2 и 3 мин. в восстановительном периоде. У здоровых тренированных спортсменов она изменяется мало (чаще незначительно увеличивается). Эта же проба у неподготовленных людей вызывает одышку и снижение ЖЕЛ.

Проба Лебедева

- Проба Лебедева – четырехкратное определение ЖЕЛ в покое и после тренировочной или соревновательной нагрузки с интервалами между измерениями 15сек. ЖЕЛ у хорошо тренированных спортсменов обычно изменяется мало, но после больших физических напряжений уменьшается более чем на 300мл.

-



ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО – СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ



Проба Мартинэ – Кушелевского

- Пробу Мартинэ – Кушелевского проводят при массовых профилактических осмотрах, этапном врачебном контроле физкультурников и спортсменов массовых разрядов, а также в группах здоровья и ЛФК.
- *Методика проведения:* в состоянии покоя определяют частоту сердечных сокращений (по 10-ти сек отрезкам) и измеряют артериальное давление. Затем обследуемый выполняет 20 глубоких приседаний за 30 сек с вытянутыми вперед руками. После выполнения нагрузки обследуемый садится и у него в течение каждой из 3-х минут восстановительного периода регистрируются показатели пульса за первые и последние 10 сек, а в промежутке между 11 и 49 сек измеряется артериальное давление.

- *Оценивают* пробу по приросту пульса (П) и пульсового давления (ПД), а также по характеру и времени восстановления. В норме прирост пульса и пульсового давления должен быть синхронным и составляет 25–80%, время восстановления не более 3 минут. Прирост пульса и пульсового давления определяют по формуле:

- $$\text{Прирост П} = \frac{П_2 - П_1}{П_1} \times 100\%, \text{ где}$$

- $$\frac{П_1}{П_1}$$
- $П_1$ – пульс до нагрузки (за 10 сек)
- $П_2$ – пульс за первые 10 сек первой минуты восстановления

- $$\text{Прирост ПД} = \frac{ПД_2 - ПД_1}{ПД_1} \times 100\%, \text{ где}$$

- $$\frac{ПД_1}{ПД_1}$$
- $ПД_1$ – пульсовое давление до нагрузки,
- $ПД_2$ - пульсовое давление на первой минуте восстановления.
- В приложениях 1 и 2 приведены проценты прироста пульса и пульсового давления на 1-й минуте восстановления после выполнения физической нагрузки.

Реакции сердечно – сосудистой системы на пробу Мартинэ–Кушелевского

Оценка реакции	Пульс			АД			Время восстановления пульса и АД (мин)
	В покое (10 сек)	После пробы (за 1-е. 10 сек)	Прирост (%)	Систолическое	Диастолическое	Пульсовое	
Благоприятная	10-12	15-18	25-50	От +10 до +20	-20	↑	1-2
Допустимая	13-15	20-23	51-75	От +25 до + 40	-10-20	↑	2-4
Неблагоприятная	>15	Слабый Аритмия 30-35	≥80	↓ или не изменяется	↑ или не изменяется	↓	≥5

- Оценку пробы по изменению пульса и артериального давления можно проводить путем расчета показателя качества реакции (ПКР) сердечно – сосудистой системы на нагрузку.

- $$\text{ПКР} = \frac{\text{ПД}_2 - \text{ПД}_1}{\text{П}_2 - \text{П}_1}, \text{ где}$$

ПД_1 – пульсовое давление до нагрузки

ПД_2 – пульсовое давление на первой минуте восстановления

П_1 – пульс до нагрузки (за мин)

П_2 – пульс на первой минуте восстановления (за мин)

Нормальное значение ПКР составляет от 0,5 до 1,0. Отклонения в ту или иную сторону расценивают как признак ухудшения функционального состояния сердечно – сосудистой системы.

Проба Котова – Дешина

- Пробу Котова- Дешина применяют обычно в видах спорта, тренирующих качество выносливости.
- *Методика проведения:* в состоянии покоя определяют пульс (по 10-ти сек отрезкам) и измеряют артериальное давление. Затем обследуемый выполняет нагрузку в виде 3-х минутного бега на месте в темпе 180 шагов в минуту с высоким подниманием бедра. Для женщин и для детей данная проба проводится 2 минуты. После выполнения нагрузки обследуемый садится и у него в течение каждой из 5-х минут восстановительного периода регистрируются показатели пульса за первые и последние 10 сек, а в промежутке между 11 и 49 сек измеряется артериальное давление.
- *Оценивают пробу* по приросту пульса и пульсового давления (ПД), а также по характеру и времени восстановления. В норме прирост пульса и пульсового давления должен быть синхронным и составляет 100 – 120%, время восстановления не более 5 минут.

Проба Руфье

- Пробу Руфье используют для оценки адаптации сердечно – сосудистой системы к физической нагрузке, а также применяют как простой и косвенный метод для определения физической работоспособности.
- *Методика проведения:* у испытуемого, находящегося в течение 5 минут в положении сидя, определяют пульс за 15 сек (P_1). Затем испытуемый выполняет нагрузку в виде 30 приседаний за 45 сек. После нагрузки садится и у него вновь подсчитывают пульс за первые 15 сек (P_2) и последние 15 сек (P_3) первой минуты восстановления. Оценивают физическую работоспособность по индексу Руфье (ИР).

$$4 \times (P_1 + P_2 + P_3) - 200$$

$$\text{ИР} = \frac{\quad}{10}$$

10

- *Оценка пробы по индексу Руфье:*
- ≤ 3 – отличная
- от 4 до 6 – хорошая
- от 7 до 9 – средняя
- от 10 до 14 – удовлетворительная
- ≥ 15 – плохая.

Оценивать пробу можно также по индексу Руфье – Диксона (ИРД):

$$\text{ИРД} = \frac{(P_2 - 70) + (P_3 - P_1)}{10}, \text{ показатели пульса за 1 мин}$$

Оценка пробы по индексу Руфье - Диксона : $\leq 2,9$ - хорошая
от 3 до 5,9 – средняя, от 6 до 7,9 – удовлетворительная
 ≥ 8 - плохая.

Для высококвалифицированных спортсменов используют модификацию пробы Руфье, проводимую аналогично, но в качестве нагрузки применяют 30 приседаний за 30 сек.
Оценивают пробу по индексу Руфье.

Оценка пробы: <0 - отличная от 0 до 5 – хорошая
от 6 до 10 – посредственная от 11 до 15 – слабая
 >15 – плохая.

Проба С.П. Летунова

- В 1937 году С.П. Летунов ввел в практику спортивной медицины трехмоментную комбинированную пробу для изучения адаптации организма спортсмена к скоростной работе и к работе на выносливость. Благодаря своей простоте и информативности проба широко использовалась в спортивной практике.
- *Методика проведения:* у обследуемого в состоянии покоя сидя (после 5 мин отдыха) измеряют показатели пульса и артериального давления (до получения стабильных цифр). Затем испытуемый выполняет три нагрузки:
 - 20 приседаний за 30 сек;
 - 15-сек бег на месте, выполняемый в максимальном темпе;
 - 3-х минутный бег на месте в темпе 180 шагов в минуту с высоким подниманием бедра.

- Первая нагрузка в пробе Летунова является своего рода разминкой перед выполнением более напряженной мышечной работы. Вторая нагрузка имитирует скоростной бег. Третья – имитирует работу, выполнение которой связано с тренировкой выносливости.
- В интервалах отдыха между нагрузками вновь регистрируются пульс и артериальное давление: 3 мин после первой нагрузки, 4 мин – после второй, 5 мин – после третьей. Пульс определяют за первые и последние 10 сек каждой минуты, артериальное давление измеряют с 11 по 49 сек. Оценка результатов пробы в основном качественная. Она ведется путём определения типов реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку.

Оснащение: секундомер, тонометр, метроном.

- **Порядок выполнения пробы.**

Сбор краткого анамнеза испытуемого.

Измерение фоновых данных

Выполнение трёхкомпонентной нагрузки.

Исследование восстановительного периода.

Результаты измерений пульса и артериального давления заносятся в протокол. Измеряется ЧСС за первые 10 секунд каждой минуты восстановления и АД в каждую минуту восстановления.

Оценка результатов пробы Летунова включает определение типа реагирования ССС, расчет экономичности работы для каждого компонента нагрузки, сопоставление полученных результатов с данными анамнеза.

Протокол выполнения пробы

Испытуемый

Экспериментатор

До нагр	ЧСС					
Вид нагр	АД					
20 приседаний	Время	1	2	3	4	5
	вост					
	Показатель					
	ЧСС					
	АД					
15 сек бег	ЧСС					
	АД					
3 мин бег	ЧСС					
	АД					

- **Типы реакций сердечно – сосудистой системы на нагрузку**
- При выполнении физической нагрузки в норме происходят однонаправленные изменения артериального давления и пульса. Артериальное давление реагирует на нагрузку повышением максимального давления, так как уменьшается периферическое сопротивление вследствие расширения артериол, что обеспечивает доступ большего количества крови к работающим мышцам. Соответственно повышается пульсовое давление, что косвенно свидетельствует об увеличении ударного объема сердца, учащается пульс. Все эти изменения возвращаются к исходным данным в течение 3 – 5 минут после прекращения нагрузок, причем чем быстрее это происходит, тем лучше функция сердечно – сосудистой системы.
- Разные величины сдвигов гемодинамических показателей и длительность восстановления до исходных цифр зависят не только от интенсивности применяемой функциональной пробы, но и от физической подготовленности обследуемого.
- Реакция пульса и артериального давления на физическую нагрузку у спортсменов могут быть различными.

- **1. Нормотоническая реакция.** У хорошо тренированных спортсменов чаще всего отмечается нормотонический тип реакции на пробу, который выражается в том, что под влиянием каждой нагрузки отмечается в различной степени выраженное учащение пульса. Показатели пульса в первые 10 сек после первой нагрузки достигают примерно 100 уд/мин, а после второй и третьей – 125 - 140 уд/мин. При данном типе реакции на все виды нагрузок повышается систолическое давление и понижается диастолическое. Эти изменения в ответ на 20 приседаний невелики, на 15-ти секунднй и 3-х минутнй бег – достаточно выражены. Важным критерием нормотонической реакции является быстрое восстановление пульса и артериального давления до уровня покоя: после первой нагрузки – на 2-й мин, после 2-й нагрузки – на 3-й мин, после 3-й нагрузки – на 4-й мин восстановительного периода. Замедленное восстановление вышеприведенных показателей может указывать на недостаточную тренированность.
- Помимо нормотонической встречаются еще четыре типа реакций: гипотоническая, гипертоническая, реакция со ступенчатым подъемом систолического давления и дистоническая. Эти типы реакций относятся к атипичным.

- **2. Гипотоническая реакция** характеризуется значительным учащением пульса (до 170 –190 уд/мин на 2-ю и 3-ю нагрузки) при незначительном повышении или даже снижении максимального давления; минимальное давление обычно не изменяется, и, следовательно, пульсовое давление если и увеличивается, то незначительно. Время восстановления замедленно. Эта реакция свидетельствует о том, что повышение функции кровообращения, обусловленное физической нагрузкой, обеспечивается не увеличением ударного объема, а учащением частоты сердечных сокращений. Очевидно, что изменение пульса не соответствует изменениям пульсового давления. Такая реакция наблюдается у спортсменов после перенесенных заболеваний (в фазе реконвалесценции), в состоянии перетренированности, перенапряжения.

- **3. Гипертоническая реакция** заключается в значительном увеличении максимального давления (до 180 - 220 мм рт. ст.), частоты пульса и некоторым повышением минимального давления. Таким образом, пульсовое давление несколько повышается, что не следует расценивать как увеличение ударного объема, поскольку в основе этой реакции лежит повышение периферического сопротивления, т.е. спазм артериол вместо их расширения. Время восстановления после этой реакции замедлено. Этот тип реакции наблюдается у лиц, страдающих гипертонической болезнью или склонных к так называемым прессорным реакциям, вследствие чего артериолы сужаются, вместо того чтобы расшириться. Такая реакция нередко отмечается у спортсменов при физическом перенапряжении.

- **4. Реакция со ступенчатым подъемом максимального (систолического) давления** проявляется в выраженном учащении пульса, при этом максимальное давление, измеренное непосредственно после физической нагрузки, ниже, чем на 2 - 3-й минуте восстановления. Такая реакция обычно наблюдается после скоростных нагрузок при замедленной скорости вработывания. При этой реакции выявляется неспособность организма достаточно быстро обеспечить перераспределение крови, которое требуется для работы мышц. Ступенчатая реакция отмечается у спортсменов при переутомлении и обычно сопровождается жалобами на боли и тяжесть в ногах после физической нагрузки, быструю утомляемость и т.п. Данная реакция может быть временным явлением, исчезающим при соответствующем изменении режима тренировки.

- **5. Дистоническая реакция** характеризуется тем, что при значительном учащении пульса и существенном повышении максимального давления минимальное давление доходит до нулевой отметки, точнее не определяется. Данное явление носит название «феномен бесконечного тона». Тон этот является следствием звучания стенок сосудов, тонус которых изменяется под влиянием каких-либо факторов. Феномен бесконечного тона иногда наблюдается у лиц, перенесших инфекционное заболевание, при переутомлении.
- В норме этот феномен встречается у подростков и юношей и реже у лиц среднего возраста. Он может выслушиваться у здоровых спортсменов после очень тяжелой или продолжительной мышечной работы, а также при перетренированности или после принятия алкоголя.
- Решение вопроса о том, физиологический ли это тон или следствие патологии, решается индивидуально в каждом конкретном случае. Если он сохраняется после обычной функциональной пробы не более 1 – 2 мин., то его можно считать физиологическим. Более длительное сохранение бесконечного тона требует врачебного наблюдения за спортсменом для выявления причин его возникновения.

Гарвардский степ – тест

- Гарвардский степ - тест был разработан Бруа и группой соавторов в 1942г. в Лаборатории утомления Гарвардского университета. Вначале тест использовался для оценки физической работоспособности морских пехотинцев американской армии. Проба заключалась в подъёмах на ступеньку высотой 20 дюймов (50,8 см) с частотой 30 раз в одну минуту. Затем были разработаны его модификации с учётом пола и возраста обследуемых. В настоящее время гарвардский степ - тест используют для оценки физической работоспособности лиц, занимающихся физической культурой и спортом.
- Теоретической основой гарвардского степ - теста является физиологическая закономерность, согласно которой продолжительность работы при пульсе, равном 170-200 уд/мин, и скорость восстановления пульса после выполнения подобной физической нагрузки достаточно надёжно характеризует функциональные возможности сердечно-сосудистой системы и как следствие уровень физической работоспособности организма.

- *Методика проведения:* обследуемому предлагают выполнить мышечную работу в виде восхождений на ступеньку с частотой 30 раз в мин. Темп движений задаётся метрономом, частоту которого устанавливают на 120 уд/мин. Подъем и спуск состоят из четырёх движений, каждому из которых соответствует один удар метронома: на счёт раз – испытуемый ставит на ступеньку одну ногу, на счёт два – ставит на ступеньку другую ногу, на счёт три – ставит на пол ноги, с которой начинал восхождение, на счёт четыре – ставит на пол другую ногу.
- В положении стоя на ступеньке ноги должны быть прямыми, туловище должно находиться в строго вертикальном положении. При подъёме и спуске руки выполняют обычные для ходьбы движения. Во время выполнения теста можно несколько раз сменить ногу, с которой начинается подъём.
- Если испытуемый сбился и не в состоянии поддерживать заданный темп в течение 20 сек, то тестирование прекращают и фиксируют время, в течение которого оно совершалось.

Продолжительность нагрузки и высота ступеньки зависят от пола, возраста и антропометрических данных

Группы обследуемых	Возраст, лет	Площадь поверхности тела, м ²	Высота ступеньки, см	Время восхождений, мин
Мужчины	> 18 лет	-	50	5
Женщины	> 18 лет	-	43	5
Юноши – подростки	12 - 18	> 1,85	50	4
Юноши – подростки	12 - 18	< 1,85	45	4
Девушки	12 - 18	-	40	4
Мальчики, девочки	8 - 11	-	35	3
Мальчики, девочки	до 8	-	35	2

- Регистрация пульса после выполненной нагрузки осуществляется в положении сидя в течение первых 30 сек на 2-й, 3-й и 4-й минутах восстановления. Расчет индекса гарвардского степ - теста (ИГСТ) производят по формуле:

$$t \times 100$$

ИГСТ= -----, где

$$(f_1 + f_2 + f_3) \times 2$$

t – продолжительность реально выполненной физической работы,

f_1, f_2, f_3 – пульс на 2-й, 3-й и 4-й минутах восстановления за 30 сек

Оценка результатов гарвардского степ-теста

Оценка	Величина индекса гарвардского степ-теста		
	У здоровых нетренированных лиц	У представителей ациклических видов спорта	У представителей циклических видов спорта
Плохая	Меньше 56	Меньше 61	Меньше 71
Ниже средней	56-65	61-70	71-80
Средняя	66-70	71-80	81-90
Выше средней	71-80	81-90	91-100
Хорошая	81-90	91-100	101-110
Отличная	Свыше 90	Свыше 100	Свыше 110

