

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ

А.В. Кабачкова, А.Н. Захарова

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ТЕСТИРОВАНИЕ:
пробы с физическими нагрузками**

Учебно-методическое пособие
для студентов факультета физической культуры
направлений подготовки 49.00.00 «Физическая культура»

Томск
Издательство Томского государственного университета
2021

УДК 796.015.686
ББК 75.0
К12

РАССМОТРЕНО И УТВЕРЖДЕНО учебно-методической комиссией
факультета физической культуры
Протокол № 11 от «29» ноября 2021 г.
Председатель МК ФФК Карвунис Ю.А.

Рецензент: Л.В. Капилевич, доктор медицинских наук, профессор

К12 **Кабачкова А.В., Захарова А.Н.**
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ: пробы с физическими
нагрузками : учебно-методическое пособие. – Томск :
Издательство Томского государственного университета, 2021. –
38 с.

Учебно-методическое пособие составлено в поддержку дисциплин, на которых рассматриваются вопросы функционального тестирования, преподаваемых по всем направлениям подготовки 49.00.00 «Физическая культура». Теоретический материал структурирован и сопровождается вопросами и заданиями для самостоятельной подготовки или работы под руководством преподавателя. Пособие адаптировано и может быть использовано для работы в дистанционном формате.

Для преподавателей и студентов профильных направлений подготовки.

УДК 796.015.686
ББК 75.0

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАБОТЕ С ПОСОБИЕМ

Учебно-методическое пособие состоит из шести разделов – «Функциональное тестирование», «Функциональная проба», «Классификация функциональных проб», «Классификация проб с физическими нагрузками», «Моделирование пробы с физической нагрузкой» и «Реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузку». По каждому разделу представлен краткий теоретический материал, представляющий собой текстовое описание, схемы, графики и таблицы. В конце пособия содержится краткий глоссарий, в котором приводится описание некоторых терминов и понятий. В тексте, представленные в глоссарии понятия обозначены «точкой» и выделены *курсивом* – «...функциональные резервы*...». Дополнительно пособие содержит вопросы и задания для детальной проработки теоретического материала. Формулировка вопросов и заданий позволяет использовать их как для организации самостоятельной работы студентов, так и для работы в аудитории под руководством преподавателя. Работа над вопросами может проходить индивидуально или в группах с последующим обсуждением. В пособии приводится список использованной литературы, а также рекомендуемый список литературы, куда включены пособия и учебники доступные в Научной библиотеке Томского государственного университета.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

АД – артериальное давление, мм рт. ст.

ДАД – диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.

ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.

ПКР – показатель качества реакции, усл. ед.

САД – систолическое артериальное давление, мм рт. ст.

ЧСС – частота сердечных сокращений, уд./мин.

1 ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ

Врачебный контроль^{*} за здоровьем лиц, занимающихся физической культурой и спортом, в обязательном порядке включает в себя оценку *функционального состояния организма*^{*} (или функциональное тестирование). Результаты этой оценки и их корректная интерпретация позволяют построить рациональный двигательный режим, а также адекватно судить об эффективности тренировочного процесса и своевременно вносить в него необходимые изменения. Такая оценка готовности организма использовать *функциональные резервы*^{*} при повышенных требованиях¹ возможна при использовании дополнительных физических нагрузок. Обязательные динамические функциональные исследования показаны не только для профессиональных спортсменов, но и для лиц, занимающихся оздоровительной физической культурой.

Функциональное тестирование в спортивной медицине основано на *сопоставлении физиологических показателей* организма в условиях мышечного покоя, дозированных и предельных физических нагрузок, а также восстановительного периода [1, С. 436]. Именно *характер реакции на физическую нагрузку* порой служит «единственным и наиболее ранним проявлением нарушений функционального состояния и заболеваний» [2, С. 175]. При этом способность организма быстро и эффективно адаптироваться к повышенным требованиям будет являться главным критерием обоснованных рекомендаций по двигательному режиму. Также не стоит забывать о том, что критерием дозирования физических нагрузок является именно *толерантность*^{*} к ним.

Таким образом значимость функционального тестирования в комплексном обследовании как спортсменов, физкультурников, так и лиц, занимающихся физической культурой, является достаточно высокой.

¹ Здесь и далее под «повышенными требованиями» стоит понимать любые нагрузки, возрастающие по интенсивности и длительности (в частности, физические нагрузки)

Вопросы для самоподготовки

1. Зачем проводят оценку функционального состояния организма занимающихся физической культурой и спортом? *(аргументируйте свой ответ)*
2. В каких условиях регистрируют физиологические показатели организма при функциональном исследовании? *(перечислите условия)*
3. Что такое «динамическое функциональное исследование»? *(попробуйте самостоятельно сформулировать определение)*
4. Что именно при функциональном исследовании позволяет «увидеть» ранние нарушения в функциональном состоянии организма? *(сформулируйте конкретный критерий или назовите показатель)*
5. Что является основным критерием при дозировании физических нагрузок? *(назовите критерий и объясните почему)*

Задание для подготовки дополнительного конспекта

Найдите и запишите несколько определений понятий «функциональное состояние организма» и «функциональные резервы организма», которые отличаются от приведенных в Глоссарии. Подчеркните общее и выделите различия во всех определениях. Попробуйте дать ответы на следующие вопросы.

1. Есть ли единый подход к определению каждого понятия?
2. В чем сходство представленных определений *(по каждому понятию)*?
3. В чем различия представленных определений *(по каждому понятию)*?
4. Попробуйте сформулировать определение *(по каждому понятию)*, которое совместит несколько подходов.

Для самостоятельного изучения. Гришечкина Г. Ю. Виды дефиниций терминов в научно-популярном тексте // Ученые записки ОГУ. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2010. №1. С. 120–127. – в свободном доступе на <https://cyberleninka.ru/>

2 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПРОБА

Функциональная проба – это нагрузка, задаваемая обследуемому для определения функционального состояния и возможностей какого-либо органа, системы или организма в целом [2, С. 175]. В литературе также могут встречаться такие словосочетания как «проба с физической нагрузкой» и «тестирование с физической нагрузкой», которые можно рассматривать в качестве синонимов понятию «функциональная проба». Хотя само содержание понятия «функциональная проба» все-таки намного шире, чем просто «тест», а задаваемая нагрузка необязательно должна быть физической. Например, в качестве такой нагрузки в указанных пробах может выступать изменение положения тела в пространстве или задержка дыхания на вдохе и выдохе.

Требования, предъявляемые к функциональным пробам в целом, регламентируют, что проба должна быть:

- *стандартной и надежной*•;
- *валидной*• или *информативной*;
- *нагрузочной* (то есть проба должны вызывать сдвиги в исследуемом органе, системе или в организме в целом);
- *эквивалентной* нагрузкам в жизненных условиях;
- *объективной и безвредной* [3].

Частные *требования*, предъявляемые к функциональным пробам с физическими нагрузками:

- соответствие заданной работы привычному характеру двигательной деятельности обследуемого (в том числе не требует освоения специальных навыков);
- достаточная нагрузка, вызывающая преимущественно общее, а не локальное утомление, и возможность количественно учитывать выполнение работы для регистрации «рабочих» и «послерабочих» сдвигов;
- возможность применения в динамике без большой затраты времени и большого количества персонала;
- отсутствие негативного отношения и отрицательных эмоций у обследуемого;

- отсутствие риска и болезненных нарушений [2].

Общие требования, предъявляемые к проведению функциональных проб:

- обеспечение нормального микроклимата в помещении для тестирования;
- в тестировании должны принимать участие минимум персонала;
- необходимо исключить возникновение звуковых, световых и других, не относящихся к исследованию, сигналов;
- используемая медицинская аппаратура должна быть заземлена;
- необходимо наличие аптечки первой помощи с препаратами, стимулирующими систему кровообращения и дыхания;
- необходимо вести *протокол тестирования**;
- необходимо проинструктировать обследуемого об этапах проведения тестирования [3].

Некоторые показания к проведению функциональных проб:

- оценка функционального состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма (как здоровых людей, так и страдающих различными заболеваниями);
- оценка физической подготовленности к занятиям спортом и физической культурой (в том числе лечебной физической культурой);
- экспертиза профессиональной пригодности;
- оценка эффективности программ тренировки и реабилитации;
- оценка приспособляемости (*адаптации**) к данной нагрузке;
- оценка физической работоспособности и уровня подготовленности;
- выявление изменений со стороны сердечно-сосудистой и других систем и процессов адаптации к нагрузке от одного исследования к другому;
- выявление *предпатологических состояний**.

Некоторые противопоказания к проведению функциональных проб:

- острый период заболевания (в том числе повышенная температура тела);
- кровотечение или угроза кровотечения;
- общее тяжелое состояние;
- некоторые заболевания сердечно-сосудистой системы (например, выраженная недостаточность кровообращения, гипертонический криз, быстро прогрессирующая и нестабильная стенокардия и пр.);
- выраженная дыхательная недостаточность;
- острые психические расстройства;
- невозможность выполнения пробы (болезни нервной и нервно-мышечной системы, болезни суставов и пр.).

Показания для прекращения проведения функциональной пробы:

- прогрессирующая боль в груди;
- выраженная *одышка**;
- чрезмерное повышение артериального давления не соответствующее возрасту обследуемого и величине нагрузки;
- значительное понижение систолического артериального давления;
- бледность или цианоз лица, холодный пот;
- нарушение координации движений;
- невнятная речь;
- отклонения на электрокардиограмме (желудочковая экстрасистолия, нарушение проводимости и др.) [3].

Вопросы для самоподготовки

1. Как соотносятся общие и частные требования, предъявляемые к функциональным пробам? (*проанализируйте и сделайте выводы*)
2. Чтобы функциональную пробу можно было использовать для оценки функционального состояния организма, достаточно ли соответствия только одному требованию из всех перечисленных? (*аргументируйте свой ответ*)
3. Что по вашему мнению означает «экспертиза профессиональной пригодности» с точки зрения показаний к проведению функциональных проб? (*поясните свой ответ и приведите примеры*)

4. Верно ли утверждение: «функциональная проба должна быть проведена полностью»? (*аргументируйте свой ответ*)

5. Как негативное отношение обследуемого может сказаться на результатах функционального тестирования? (*выскажите свое предположение*)

Задание для подготовки дополнительного конспекта

Детально проработайте каждое требование, предъявляемой к функциональным пробам в целом. Запишите пояснения по каждому требованию. Устно сформулируйте ответ на вопрос «Какой должна быть идеальная функциональная проба?».

Для самостоятельного изучения. Функциональные пробы с физическими и психоэмоциональными нагрузками у человека / Н. Г. Аринчина, В. И. Дунай, А. Н. Антоненко, Ю. И. Чепик. – Минск, БГУ, 2007. – 55 с. – доступно для свободного скачивания на <https://elib.bsu.by/> (в том числе для поиска через браузер)

3 КЛАССИФИКАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ

Как уже было отмечено ранее в практике функционального тестирования используются различные пробы в зависимости от *характера воздействия* (рисунок 1). В данном пособии более подробно мы рассмотрим пробы с физическими нагрузками. Здесь же приведем перечень некоторых примеров для каждой группы функциональных проб. Представленные пробы находят широкое применение как в спортивной, так и в клинической медицине.

Пробы с дозированными физическими нагрузками позволяют получить объективные данные чаще всего о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы². Такие пробы очень полезны в практическом отношении. В частности, они

² В зависимости от регистрируемых показателей можно оценить функциональное состояние всех прочих систем и организма в целом, при этом необходимо помнить о нагрузочности выбранной пробы

характеризуют восстановительные процессы, что позволяет оценить функциональную готовность занимающегося. Именно по сдвигам частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) косвенно судят о характере реакции на нагрузку. Динамические исследования с использованием этих проб позволяют наблюдать за тренированностью, а также изучать характер адаптации сердечно-сосудистой системы к меняющимся условиям среды. Все это помогает тренеру дозировать нагрузку индивидуально каждому занимающемуся.

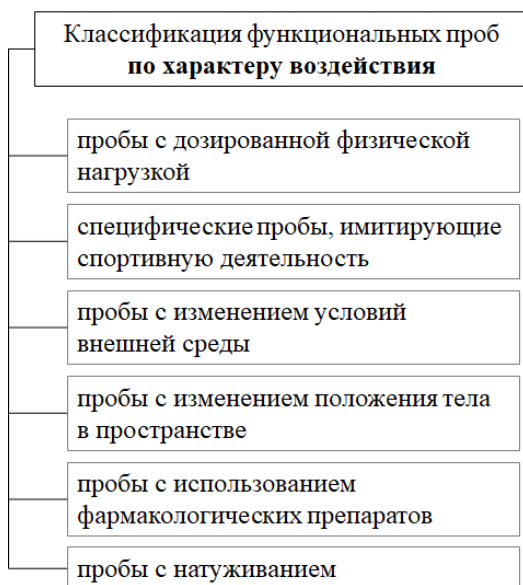


Рис. 1. Классификация функциональных проб по характеру воздействия

Помимо проб с дозированными нагрузками используют также *специфические пробы, имитирующие спортивную деятельность*. Эти пробы широко применяются при проведении *врачебно-педагогических наблюдений* с использованием повторных или дополнительных нагрузок.

Пробы с изменением условий внешней среды включают в себя
(а) гипоксические пробы (например, пробы Штанге и Генчи),
(б) пробы с вдыханием воздуха с различным содержанием

кислорода и углекислого газа, **(в)** пробы в условиях измененной температуры внешней среды (в термокамере) или атмосферного давления (в барокамере), а также **(г)** пробы при воздействии на организм линейного или углового ускорения (в центрифуге).

Пробы с изменением положения тела в пространстве включают в себя **(а)** ортостатические пробы (например, простая ортостатическая проба, активная ортостатическая проба по Шеллону, модифицированная ортостатическая проба по Стойде или пассивная ортостатическая проба) и **(б)** клиностатические пробы.

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

Примерами *проб с натуживанием** служат проба Флека, проба Бюргера, проба Вальсальвы-Бюргера и проба с максимальным натуживанием.

Вопросы для самоподготовки

1. Верно ли утверждение: «пробы с дозированными физическими нагрузками позволяют оценить только функциональное состояние сердечно-сосудистой системы» (*аргументируйте свой ответ*)
2. Можно ли найти применение каждой группы проб, представленной на рисунке, в практике физической культуры и спорта? (*аргументируйте свой ответ*)

Задание для подготовки дополнительного конспекта

1. Выберите одну функциональную пробу из всех представленных групп. На основании данных научно-методической литературы запишите протокол функционального тестирования для выбранной пробы.

2. Нарисуйте ментальную карту, отражающую классификацию функциональных проб с примерами. Для работы можно воспользоваться доступными онлайн-ресурсами по созданию ментальных карт. Полученный результат распечатайте и разместите в тетради.

Для самостоятельного изучения. Mindmap: 10 инструментов для создания ментальных карт URL: <https://usnd.to/5IRE> (статья на сайте <https://www.unisender.com/> в разделе «Полезное» → «Блог»)

4 КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОБ С ФИЗИЧЕСКИМИ НАГРУЗКАМИ

Пробы с физическими нагрузками иногда называют пробами сердечно-сосудистой системы, но еще раз подчеркнем что эти пробы имеют более широкое значение. При корректном подборе регистрируемых показателей результаты такого тестирования могут отражать функциональное состояние всего организма. В зависимости **(1)** от кратности повторения физической нагрузки пробы делятся на **(а)** одномоментные (например, проба Мартинэ-Кушелевского, проба Котова-Демина, проба Руфье или гарвардский степ-тест), **(б)** двухмоментные (например, тест PWC_{170}) и **(в)** трехмоментные (например, проба Летунова). Одномоментные пробы включают однократную физическую нагрузку и обычно применяют при массовых обследованиях лиц, занимающихся физической культурой и спортом. При этом выбор нагрузки будет обусловлен степенью подготовленности испытуемого. Двухмоментные пробы состоят из двух нагрузок, которые выполняются с небольшим интервалом отдыха. Трехмоментная проба соответственно включает уже три нагрузки.

Также пробы с физическими нагрузками классифицируют по таким признакам, как **(2)** по структуре движения (например, приседание, бег, педалирование и пр.); **(3)** по мощности работы

(например, умеренная, субмаксимальная или максимальная); **(4)** по темпу и сочетанию нагрузок (например, комбинированные, с равномерной или переменной нагрузкой, с нагрузкой нарастающей мощности и пр.); **(5)** по соответствию нагрузки направленности двигательной деятельности обследуемого (например, специфические и неспецифические нагрузки); **(6)** по используемой аппаратуре (например, простые или сложные); **(7)** в зависимости от времени регистрации показателей ³ – определение функциональных сдвигов во время нагрузки («рабочие») или только в восстановительном периоде («послерабочие»); **(8)** по характеру физической нагрузки (например, аэробные или анаэробные) и **(9)** по критерию оценки пробы ⁴ (например, количественные или качественные).

Вопросы для самоподготовки

1. Функциональное состояние каких систем организма можно оценить при использовании физических нагрузок различного характера – аэробные и анаэробные? (*поясните свой ответ*)
2. Какие различия в протоколе тестирования между рабочими и послерабочими пробами? (*выделите этапы регистрации показателей*)
3. Почему пробы с физическими нагрузками иногда называют пробами сердечно-сосудистой системы, хотя по ним можно оценить функциональное состояние организма в целом? (*подумайте и выскажите свое мнение*)
4. Ознакомьтесь с протоколом теста PWC₁₇₀ (методика по Карпману) и определите к каким классификационным критериям относится данный тест.

³ В рабочих пробах показатели регистрируются в состоянии относительного покоя и непосредственно во время выполнения нагрузки. В послерабочих пробах показатели регистрируются в состоянии относительного покоя и после прекращения нагрузки в период восстановления

⁴ В количественных пробах нагрузка и результат ее выполнения оценивается какой-то величиной. В качественных пробах оценка выполнения пробы ведется путём определения типа реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку

Задание для подготовки дополнительного конспекта

1. Нарисуйте ментальную карту, отражающую классификацию функциональных проб с примерами. Для работы можно воспользоваться доступными онлайн-ресурсами по созданию ментальных карт. Полученный результат распечатайте и разместите в тетради.
2. На основании данных научно-методической литературы запишите протокол теста PWC₁₇₀. С какими сложностями при работе над протоколом вы столкнулись? (*вопрос для обсуждения*)

Для самостоятельного изучения. Андриянова Е. Ю. Спортивная медицина. – М.: Юрайт, 2020. – 325 с. (5.1. Тест PWC₁₇₀) – доступен предварительный просмотр страниц на <https://books.google.ru/>

5 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОБЫ С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

При моделирование функциональных проб с физическими нагрузками необходимо соблюдать как общие, так и частные требования, предъявляемые к этим пробам (подробно рассмотрено в разделе «Функциональное тестирование»). Чтобы оценить реакцию организма на нагрузку необходимо фиксировать некоторые показатели до (то есть в условиях относительного мышечного покоя) и те же показатели после нагрузки (в том числе возможно регистрация показателей во время выполнения и в период восстановления) – рисунок 2. В качестве фиксируемых показателей важно использовать такие показатели, которые отражают состояние различных физиологических систем организма (в частности показатели *вегетативного обеспечения деятельности**). В первую очередь это касается деятельности сердечно-сосудистой системы, которая в значительной степени отражает функциональное состояние организма в целом. В связи с этим определение ЧСС и АД до и после нагрузки (запись электрокардиограммы по

возможности) обязательны при проведении всех функциональных проб с физическими нагрузками.

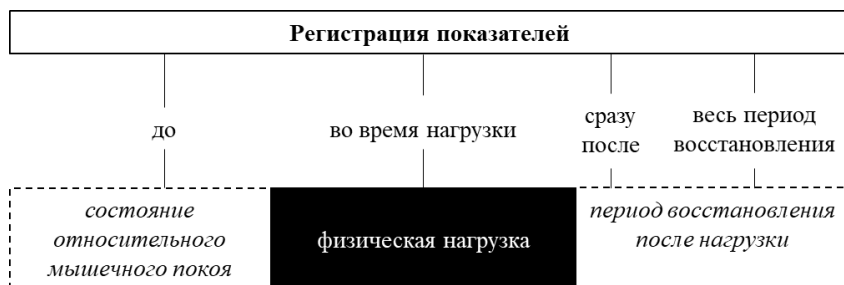


Рис. 2. Временные точки регистрации показателей при моделировании функциональной пробы с физической нагрузкой (на примере однократной нагрузки)

Стоит отметить, что преимущества имеют функциональные пробы с достаточной физической нагрузкой и количественной характеристикой выполненной работы, возможностью фиксации «рабочих» и «послерабочих» сдвигов, позволяющие охарактеризовать как аэробную, так и анаэробную производительность [2, С. 176]. При этом важно помнить о специфичности и неспецифичности физических нагрузок. Например, неспецифические нагрузки представляют собой одинаковую нагрузку при всех видах двигательной деятельности. В то время как специфическая нагрузка подбирается в соответствии с видом двигательной деятельности – бег для бегуна, педалирование для велосипедиста или «бой с тенью» для боксера. Частные примеры дозированных физических нагрузок, используемых в функциональном тестировании представлены в таблице 1.

Для того чтобы результаты динамических наблюдений были сравнимы необходимы (а) одинаковый характер и модель нагрузки, (б) одинаковые (или достаточно близкие) условия внешней среды (в том числе время суток, режим дня и пр.), (в) предварительный отдых до исследования – не менее 30 минут и (г) исключение дополнительных воздействий на обследуемого (например, прием

медикаментов, нарушение режима дня, общее перевозбуждение и пр.). Все перечисленные условия также применимы и к обследованию только в условиях относительного мышечного покоя.

Таблица 1

Примеры дозированных физических нагрузок

Физическая нагрузка	Параметры нагрузки (кол-во повторений, время)		Где используется
приседание	20 раз	30 с	проба Мартинэ; А
	30 раз	45 с	проба Руфье
	30 раз	30 с	Б
восхождение на ступеньку	30 раз	1 мин.	степ-тест
бег на месте	максимальный темп	15 с	А
		30 с	Б
	180 шагов/мин.	2 мин.	проба Котова-Демина
		3 мин.	А
	150 шагов/мин.	3 мин.	Б
подскоки на носках	60 раз	30 с	проба Гориневского
подскоки со скалкой	максимальный темп	1 мин.	Б
педальирование	60-70 об./мин	5 мин.	тест PWC ₁₇₀
<i>Примечание</i> – указанная дозированная нагрузка может быть использована однократно или в качестве одной из нескольких нагрузок (например, (А) проба Летунова или (Б) проба Кверга, а также повторяться несколько раз как в случае с тестом PWC ₁₇₀			

Модели нагрузок могут быть разными, в том числе могут быть использованы *дополнительные приборы* – велоэргометр, гребной или ручной эргометры, тредбан и пр. В том случае, когда для проведения пробы необходимо дополнительное оборудование, функциональные пробы классифицируют как сложные (см. раздел «Классификация проб с физическими нагрузками»). Чаще всего используют велоэргометр или тредбан – таблица 2. *Велоэргометр* – это прибор, основой которого является велостанок. Задаваемая нагрузка дозируется с помощью частоты педальирования (60-70 об./мин.) и сопротивления вращению педалей (механическое или электромагнитное). Мощность выполненной работы выражается в килограммометрах в минуту или в ватах (1 Вт = 6 кгм/мин). *Тредбан*

– это беговая дорожка с регулируемой скоростью движения. Нагрузка зависит от скорости движения дорожки и угла ее наклона по отношению к горизонтальной плоскости. Величина нагрузки выражается в метрах в секунду (м/с).

Таблица 2

Сравнительная характеристика велоэргометра и тредбана

Прибор	Преимущества	Ограничения
Велоэргометр	Точное измерение работоспособности. Возможность регистрации функции во время работы. Относительная простота освоения навыка. Несложность транспортировки при динамических исследованиях	Преимущественно локальное утомление. Непривычность для представителей ряда спортивных специализаций. Затруднение притока крови к ногам, что может лимитировать продолжение работы до достижения общего утомления
Тредбан	Сохранение заданного темпа от желания обследуемого. Вовлечение в работу больших групп мышц – общее утомление. Привычность структуры движения (бег) для каждого	Трудно выбрать оптимальный режим работы. Шум. Громоздкость

На любом из указанных ранее приборов можно моделировать нагрузки различного характера и мощности (например, непрерывные и прерывистые, однократные и повторные, равномерные и изменяющейся мощности). Многие авторы считают, что истинные функциональные возможности спортсменов можно выявить только на уровне критических сдвигов, то есть при предельных нагрузках. Реакция организма на такие нагрузки позволит оценить функциональные резервы и выявить функционально слабые звенья. При этом другие авторы указывают на опасность таких проб, особенно для лиц со скрытыми заболеваниями или недостаточно подготовленных. В таком случае недопустимым считается проведение процедуры функционального тестирования без врача.

Выполнение нагрузки до предела заложено в тестах с максимальными нагрузками, когда работа выполняется до отказа. Такие пробы как правило направлены на оценку максимальной аэробной производительности на уровне максимального потребления кислорода. Сравнительная характеристика нагрузок субмаксимальной и максимальной интенсивности представлена в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная характеристика субмаксимальных и максимальных нагрузок

Нагрузка	Преимущества	Ограничения
субмаксимальная	Доступность для обследуемых разного уровня подготовленности и для многих категорий больных. Заданная нагрузка выполняется вне зависимости от субъективного отношения обследуемого. Не вызывает чрезмерного утомления и негативного отношения	Недостаточная нагрузка для спортсменов, тренирующихся преимущественно на выносливость. Не выявляет функционального резерва и истинных возможностей организма
максимальная	Выявляет истинные возможности организма и его резервы. Отражает аэробную производительность и максимальное потребление кислорода. Выявляет слабые звенья	Изнуряющий характер работы. Невозможность частого использования при динамических наблюдениях. Риск осложнений. Доля субъективизма в определении предела (отказа от работы)

Вопросы для самоподготовки

1. *Вернитесь* к заданию из раздела «Функциональная проба». *Попробуйте* теперь *сформулировать ответ* на вопрос, какой должна быть «идеальная» функциональная проба.
2. Как выглядит обобщенный протокол исследования для функциональных проб с физическими нагрузками? (*попробуйте выделить основные этапы*)
3. Чем специфические нагрузки отличаются от специфических? (*поясните свой ответ и приведите примеры*)

4. Что позволяет оценить реакцию организма на нагрузку?
5. Как понять является ли проба нагрузочной?

Задание для подготовки дополнительного конспекта

Попробуйте смоделировать «новую» функциональную пробу, которая была бы применима в избранном виде спорта. Запишите свой протокол исследования. Обоснуйте выбор нагрузки и временные точки регистрации показателей. Какие показатели будет целесообразно регистрировать? Как можно классифицировать эту пробу (см. раздел «Классификация проб с физическими нагрузками»)? В малых группах обсудите слабые и сильные стороны предложенной функциональной пробы.

Для самостоятельного изучения. Буйкова О. М. Функциональные пробы в лечебной и массовой физической культуре / О. М. Буйкова, Г. И. Булнаева. – Иркутск: ИГМУ, 2017. – 24 с. – доступно для свободного скачивания на <https://www.ismu.baikal.ru/> (в том числе для поиска через браузер)

6 РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА НАГРУЗКУ

Оценка результатов выполнения функциональной пробы с физическими нагрузками проводится при сравнении регистрируемых показателей в различные временные периоды (см. рисунок 2). При этом исследователи обращают внимание, что не только величина сдвигов, но и их соотношение и соответствие выполненной работе отражают функциональное состояние организма – таблица 4. Например, при выполнении стандартных умеренных нагрузок «экономизация» в реакции будет отражать улучшение функционального состояния. При этом предельные нагрузки будут способствовать максимальной мобилизации всех

функций организма. Стоит отметить, что функциональный резерв организма, тем выше, чем меньше при нагрузке степень напряжения регуляторных механизмов, чем выше экономичность и стабильность функционирования эффекторных органов и систем организма при заданных действиях и чем выше уровень функционирования при экстремальных воздействиях [2, С. 178]. Наряду с этим стоит помнить, что ключевым показателем в оценке адаптации к нагрузке и тренированности является быстрота восстановления.

Таблица 4

Варианты реагирования на дозированную физическую нагрузку
(Гуминер П. Е. и Мотылянская Р. Е, 1979)

Изменение регистрируемых показателей	Функциональное состояние	Функциональные возможности
относительная стабильность функций в большом диапазоне мощности	хорошее	высокие
снижение показателей при повышении мощности работы	ухудшение	снижаются
повышение сдвигов при увеличении мощности	плохое	все резервы мобилизованы

Рассмотрим *пример реакции* сердечно-сосудистой системы при *хорошем функциональном состоянии* при предъявлении однократной нагрузки. В таблице 5 описаны изменения регистрируемых показателей при выполнении пробы Мартинэ-Кушелевского, где в качестве дозированной физической нагрузки используются 20 приседаний за 30 секунд. Как мы видим из таблицы для того чтобы оценить реакцию на нагрузку необходимо оценить прирост или убыль показателя относительно исходного значения. Эти изменения необходимо зафиксировать как в абсолютных («на сколько единиц изменился показатель?», «во сколько раз изменился показатель?»), так и в относительных единицах (выразить изменение в %). Если организм тренирован достаточно, то выполняемая работа может оказаться не нагрузочной и никаких изменений со стороны сердечно-сосудистой системы не будут зарегистрированы (см. Требования к функциональным пробам в разделе «Функциональная проба»). При этом если организм тренирован недостаточно (или отмечается срыв

адаптации), то регистрируемые сдвиги будут более значительны, а период восстановления будет более продолжительным.

Таблица 5

Реакция сердечно-сосудистой системы при хорошем функциональном состоянии при выполнении пробы Мартинэ-Кушелевского

Время измерения	Обозначение	Изменение
Частота сердечных сокращений, уд./мин.		
в покое	ЧСС _{до}	в пределах нормы
сразу после нагрузки	ЧСС ₀	↑ (не более 78–110)
1 минута	ЧСС ₁	восстановление до исходных значений в течение 2–5 минут
2 минута	ЧСС ₂	
...	...	
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.		
в покое	САД _{до}	в пределах нормы
сразу после нагрузки	САД ₀	↑ (не более 120–140)
1 минута	САД ₁	см. ЧСС
2 минута	САД ₂	
...	...	
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.		
в покое	ДАД _{до}	в пределах нормы
сразу после нагрузки	ДАД ₀	то же или ↓ на 5-10
1 минута	ДАД ₁	см. ЧСС
2 минута	ДАД ₂	
...	...	
Примечание – <...> – регистрация показателей ведется до восстановления исходных значений		

Для дополнительной визуализации регистрируемых изменений используют построение *физиологической кривой*. Под «кривой» понимается графическое (чертежное) изображение изменений регистрируемых параметров до и после выполнения нагрузки. На оси абсцисс фиксируется время регистрации показателей (часто в минутах), на оси ординат – регистрируемый показатель (например, ЧСС). Если параллельно регистрируется АД, то вводится дополнительная ось ординат (так как фиксируемые параметры ЧСС и АД имеют разные единицы измерения). Отметив по этим данным в соответствующих местах точками величины показателей и соединив эти точки между собой, получают общую физиологическую кривую. Некоторые примеры физиологических

кривых представлены на рисунках 3 и 4. Варианты построения кривых могут быть различными в зависимости от цели исследования.

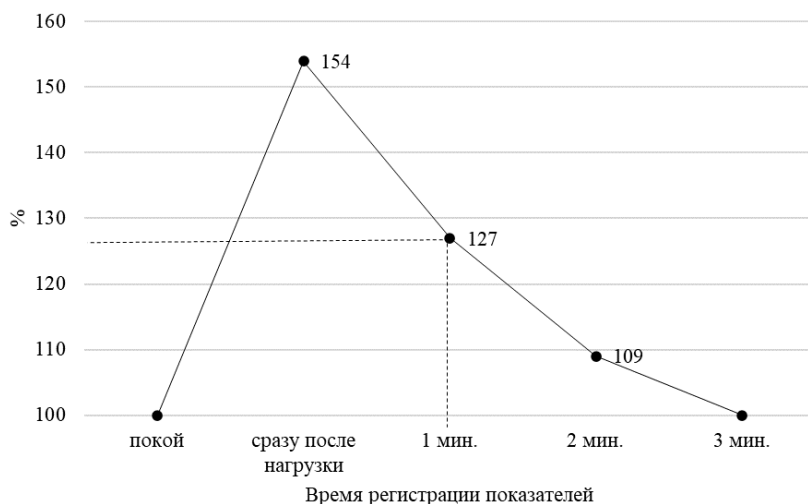


Рис. 3. Пример построения физиологической кривой для одного показателя при проведении пробы Мартинэ-Кушелевского (в %)

Примечание – на графике представлено изменение частоты сердечных сокращений в % относительно исходного уровня (100%).

Тип реакции сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку определяется по характеру изменения ЧСС и АД. Традиционно выделяют пять основных типов реакции на нагрузку – **(1) нормотонический** и атипические (**(2) гипотонический**, **(3) гипертонический**, **(4) дистонический** и **(5) «ступенчатая реакция»**). Атипические реакции встречаются при заболеваниях (в том числе в период восстановления после перенесенного заболевания), после физического перенапряжения, переутомлении, перетренированности или при недостаточной тренированности организма.

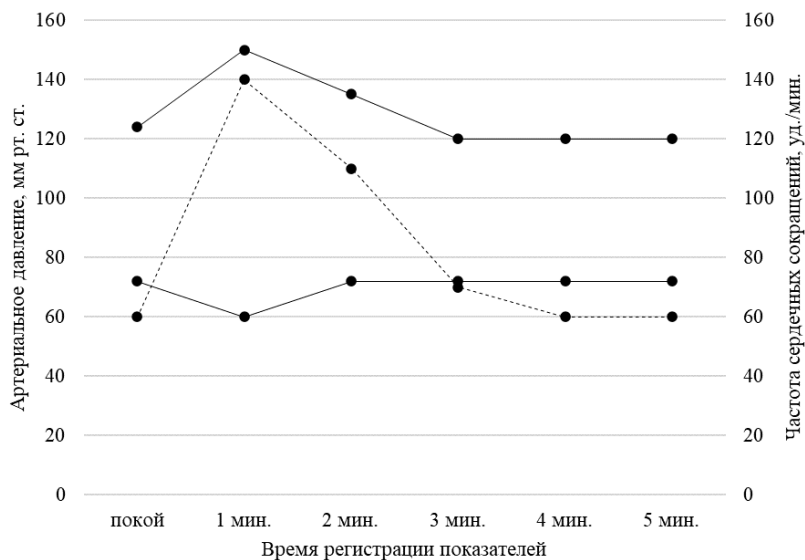


Рис. 4. Пример построения физиологической кривой для нескольких показателей при проведении пробы с физической нагрузкой (в абсолютных единицах)

Примечание – чтобы сделать возможным отображение на одном графике результатов измерений частоты сердечных сокращений и артериального давления введены две оси ординат; сплошная линия – АД (верхняя – САД, нижняя – ДАД), пунктир – ЧСС.

Нормотоническая реакция на нагрузку представляет собой умеренное и соответствующее сопряженное повышение ЧСС и САД при незначительном снижении ДАД – рисунок 5. Такие изменения в показателях АД отражаются и на изменении ПД – показатель увеличивается. Таким образом минутный объем крови увеличивается как за счет увеличения ЧСС, так и за счет увеличения ударного объема крови. ПКР находится в пределах от 0,5 до 1 усл. ед. Нормотоническая реакция на нагрузку свидетельствует о правильной адаптации к нагрузкам и отражает хорошее функциональное состояние организма. С повышением уровня тренированности реакции организма экономятся, а период восстановления ускоряется. При этом важно соблюдение нескольких условий, касающихся АД. Во-первых, максимальный

подъем САД должен отмечаться на первой минуте восстановления (если условие не выполняется – реакция не нормотоническая). Во-вторых, подъем САД должен укладываться в диапазон нормативных значений, зависящих от мощности и продолжительности нагрузки (если условие не выполняется – реакция не нормотоническая). В-третьих, снижение ДАД должно укладываться в диапазон нормативных значений, зависящих от мощности и продолжительности нагрузки (если условие не выполняется – реакция не нормотоническая).

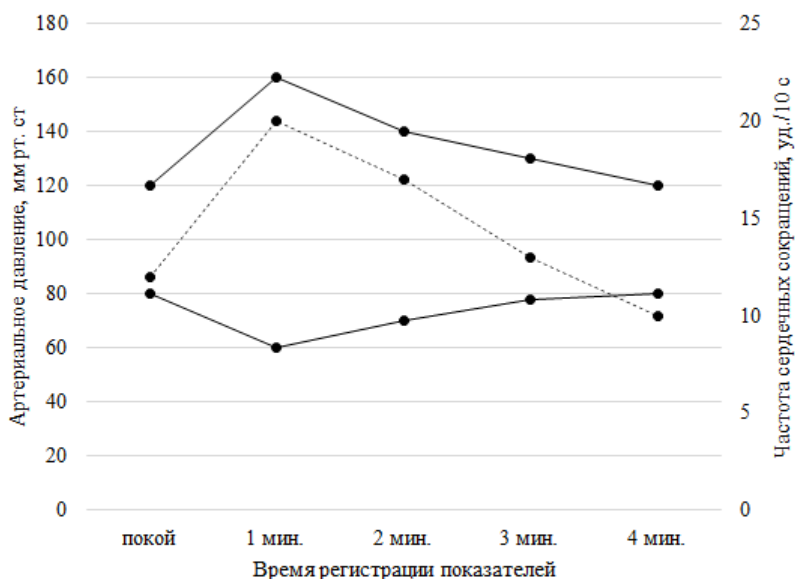


Рис. 5. Физиологическая кривая при нормотонической реакции после однократной физической нагрузки

Примечание – сплошная линия – АД (верхняя – САД, нижняя – ДАД), пунктир – ЧСС; физическая нагрузка – бег в максимальном темпе в течение 15 с.

Гипотоническая (или астеническая) реакция сопровождается незначительным повышением или отсутствием изменений САД⁵ при значительном увеличении ЧСС – рисунок 6.

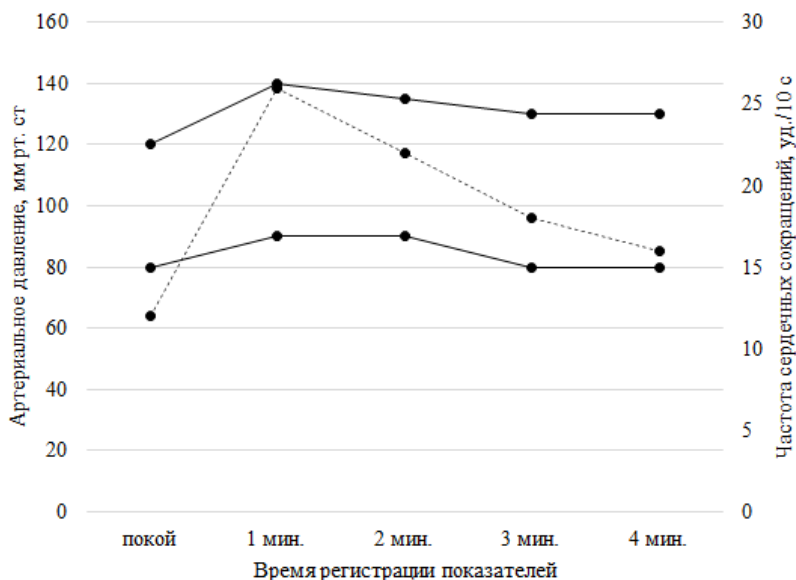


Рис. 6. Физиологическая кривая при гипотонической реакции после однократной физической нагрузки

Примечание – сплошная линия – АД (верхняя – САД, нижняя – ДАД), пунктир – ЧСС; физическая нагрузка – бег в максимальном темпе в течение 15 с.

Это свидетельствует об увеличении минутного объема крови преимущественно за счет ЧСС. ДАД не изменяется или может незначительно повышаться, таким образом ПД может даже несколько снижаться. Период восстановления замедляется. ПКР менее 0,5 усл. ед. Чаще всего такая реакция наблюдается в состоянии переутомления и *астенизации*^{*} вследствие перенесенного заболевания или при недостаточной тренированности.

⁵ Количественно изменение величины САД не достигает аналогичных значений при нормотонической реакции

Гипертоническая реакция сопровождается значительным повышением САД (до 220 мм рт. ст. и более) при повышении ДАД и значительном учащении ЧСС (до 170-180 уд./мин. и более) – рисунок 7.

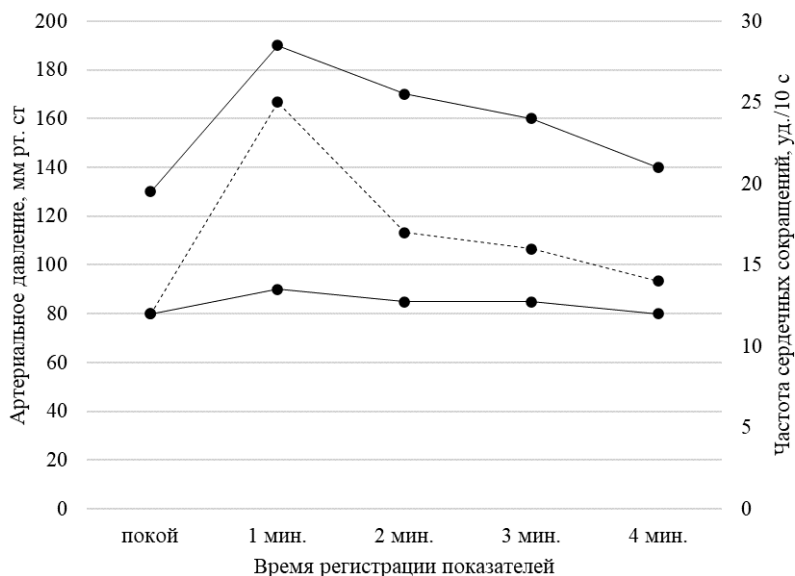


Рис. 7. Физиологическая кривая при гипертонической реакции после однократной физической нагрузки

Примечание – сплошная линия – АД (верхняя – САД, нижняя – ДАД), пунктир – ЧСС; физическая нагрузка – бег в максимальном темпе в течение 15 с.

Повышаются все показатели АД, тонус сосудов и возрастает периферическое сопротивление. ПД и ударный объем увеличиваются не так значительно, как при нормотонической реакции. Время восстановления удлиняется. ПКР менее 0,5 усл. ед. В основе такой гипертонической реакции лежит повышение периферического сопротивления артериол, так как в ответ на нагрузку возникает их спазм вместо расширения. Такая реакция чаще встречается в среднем и пожилом возрасте, на начальных

стадиях гипертонической болезни, при выраженном переутомлении и перенапряжении.

Дистоническая реакция сопровождается резким снижением ДАД⁶ при значительном повышении САД и учащении ЧСС – рисунок 8.

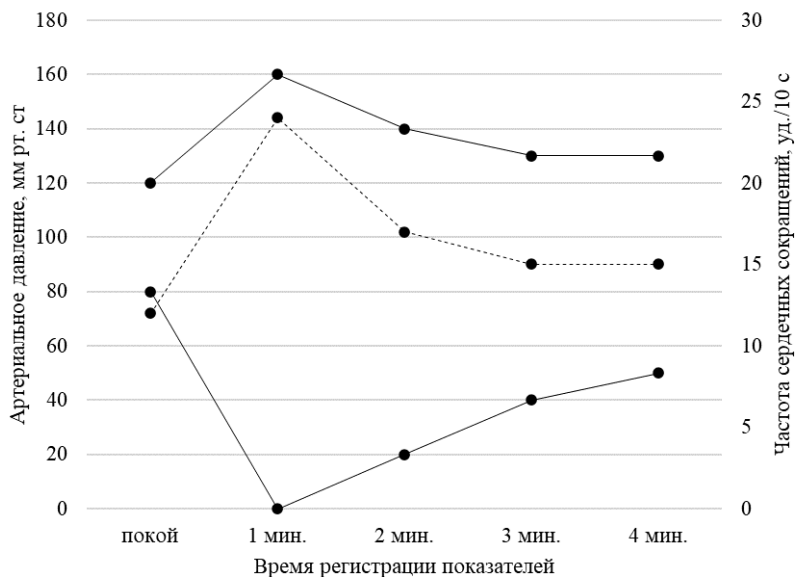


Рис. 8. Физиологическая кривая при дистонической реакции после однократной физической нагрузки

Примечание – сплошная линия – АД (верхняя – САД, нижняя – ДАД), пунктир – ЧСС; физическая нагрузка – бег в максимальном темпе в течение 15 с.

Поскольку в первые секунды после нагрузки максимальной интенсивности бесконечный тон прослушивается очень часто, что зависит от нормальных гемодинамических явлений, важное диагностическое значение имеет бесконечный тон, который держится не менее одной-двух минут или появляется после нагрузок

⁶ Такое резкое снижение ДАД может сопровождаться феноменом «бесконечного тона», когда звуковые явления продолжаются до очень низкого давления в манжете

умеренной мощности. Расчет ПКР в данном случае нецелесообразен, так как нет зарегистрированных значений ДАД. Время восстановления удлинено. Такой тип реакции наблюдается после перенесенных заболеваний, в отягощенных условиях среды, при нейроциркуляторной дистонии, а также при переутомлении и перетренированности. Наряду с этим такая реакция встречается у подростков и является одним из физиологических вариантов адаптации. Также падение ДАД на первых минутах после прохождения стайерских дистанций в соревновательном режиме не рассматривается как патология.

«Ступенчатая реакция» или реакция ступенчатого подъема давления наблюдается при длительном повышении САД уже после нагрузки – рисунок 9.

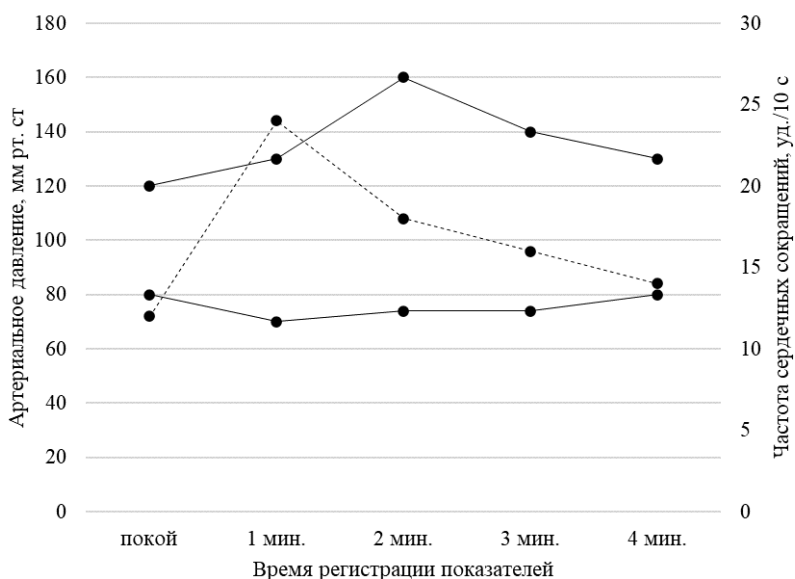


Рис. 8. Физиологическая кривая при «ступенчатой реакции» после однократной физической нагрузки

Примечание – сплошная линия – АД (верхняя – САД, нижняя – ДАД), пунктир – ЧСС; физическая нагрузка – бег в максимальном темпе в течение 15 с.

Максимум своей величины САД достигает ко второй или третьей минуте периода восстановления. Также ступенчато возрастает и ПД. Наряду с этим отмечается учащение пульса. ПКР менее 0,5 усл. ед. Время восстановления увеличено. Такая реакция обусловлена нарушением кровообращения и часто определяется после скоростной работы, когда требуется быстрое включение регуляторных механизмов. Таким образом при недостаточно быстрой адаптации сердечно-сосудистой системы работа выполняется в анаэробном режиме (работа сердца не может обеспечить интенсификацию деятельности). Появление же такой реакции в процессе тренировки будет указывать на переутомление, но может наблюдаться и в других ситуациях, связанных со снижением функции кровообращения (например, в старшем возрасте такая реакция появляется при заболеваниях сердца). Стоит отметить, что вторичный подъем САД нередко возникает в первые секунды после нагрузки. Чем быстрее он исчезает, тем выше уровень подготовленности обследуемого. В данном случае диагностическое значение имеет «ступенька» не менее 10–15 мм рт. ст., которая определяется через 40–60 с после нагрузки.

Частные примеры. Описание всех типов реакции на дозированную физическую нагрузку при проведении *пробы Мартинэ-Кушелевского* представлено в таблице 6. Напомним, что данная проба чаще всего используется в качестве первичной функциональной пробы в тестировании физкультурников и начинающих спортсменов с низким уровнем подготовленности. Проба Мартинэ-Кушелевского является простой, доступной и информативной. В качестве однократной физической нагрузки используют 20 приседаний за 30 секунд. По параметрам ЧСС и АД определяют тип реакции сердечно-сосудистой системы.

Помимо пяти типов реакций ряд авторов рекомендуют использовать еще три характеристики – хорошая, удовлетворительная и неудовлетворительная. Критерии такой оценки реакции ЧСС и АД на функциональные пробы по Епифанову представлены в таблицах 7, 8 и 9. Стоит отметить, что в оценке текущего состояния важна комбинированная реакция,

когда одновременно присутствуют признаки различных атипичных реакций при замедленном периоде восстановления.

Таблица 6

**Типы реакций сердечно-сосудистой системы
при проведении пробы Мартинэ-Кушелевского**

Тип реакции	ЧСС	САД мм рт. ст.	ДАД мм рт. ст.	ВВ мин.
нормотоническая	↑ на 50–70%	↑ на 15–30%	не изменяется или ↓ на 10–30%	до 3
гипотоническая	↑↑ >120%	не изменяется, ↓ или ↑	не изменяется или ↑	>5–10
гипертоническая	↑↑ >100%	↑↑ до 180-200	↑ до 90 и более	>5
дистоническая	↑↑ >100%	↑↑ до 200 и выше	↓↓ до 0	>3
ступенчатая	↑↑ >100%	↑ на 2-й или 3-й мин. периода восстановления	не изменяется или ↑	>3

Примечание – ЧСС – частота сердечных сокращений, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ВВ – время восстановления, ↑ – увеличение, ↑↑ – значительное увеличение, ↓ – снижение, ↓↓ – значительное снижение; все единицы измерения указаны в первой строке, в случае с ЧСС указан % прироста показателя относительного исходного значения.

Таблица 7

**Критерии оценки хорошей реакции сердечно-сосудистой системы
при выполнении функциональной пробы (по Епифанову)**

Показатель	Хорошая реакция
1. Данные в покое	N
2. Изменение на 1 минуте	
% ↑ ЧСС	20 приседаний – 60–80%; бег 2 минуты – 80–100%; бег 3 минуты – 120–130%; бег 15 секунд – 150%
% ↑ ПД	так же как и ЧСС
САД	↑
ДАД	↓ или то же
тип реакции	нормотонический
3. Восстановление	постепенное
характер и время восстановления	20 приседаний – 3 минуты; бег 15 секунд – 4 минуты; остальные – 5 минут

Примечание – N – в пределах нормы, ЧСС – частота сердечных сокращений, ПД – пульсовое давление, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, ↑ – увеличение, ↓ – снижение

Таблица 8

**Критерии оценки удовлетворительной реакции сердечно-сосудистой системы
при выполнении функциональной пробы (по Епифанову)**

Показатель	Удовлетворительная реакция				
	1	2	3	4	5
1. Данные в покое	N	N	N	N	N
2. Изменение на 1 мин.					
% ↑ ЧСС	> N	N	N	N	N
% ↑ ПД	=ЧСС	=ЧСС	=ЧСС	<ЧСС в 2–3 раза	
САД	↑	↑	↑	min ↑	↑
ДАД		↓	то же	то же, ↓ или min ↑	б. т.
тип реакции	н	н	н/о	г (а)	д
3. Восстановление					
характер и время восстановления		з. в.		N	б. т. (–2)
<i>Примечание</i> – N – норма, > N – превышает «норму», ЧСС – частота сердечных сокращений, =ЧСС – изменения аналогичны изменениям ЧСС, <ЧСС – изменения меньше чем в ЧСС, ПД – пульсовое давление, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолические артериальное давление, ↑ – увеличение, ↓ – снижение, min – минимально, б. т. – феномен бесконечного тона, б. т. (–2) – на 2 минуте феномен исчезает, н – нормотоническая реакция, н/о – неопределенная реакция, г (а) – гипотоническая (астеническая), д – дистоническая реакция, з. в. – замедленное восстановление.					

Наличие комбинированной реакции и замедление периода восстановления точно отражает плохое функциональное состояние и снижение уровня тренированности. По мнению ряда исследователей основной недостаток большинства функциональных проб – отсутствие количественных показателей работоспособности, можно компенсировать характеристикой качества выполнения нагрузки (в том числе следить за точным соблюдением заданного темпа, высотой подъема коленей при беге и пр.). Важно помнить, что проба ценна при динамических наблюдениях. Появление атипичных реакций у занимающегося, который ранее демонстрировал нормотоническую реакцию, или замедление восстановления уже указывает на ухудшение функционального состояния. Повышение же уровня тренированности сопровождается улучшением качества реакции и ускорением восстановления.

Таблица 9

Критерии оценки неудовлетворительной реакции сердечно-сосудистой системы при выполнении функциональной пробы (по Епифанову)

Показатель	Неудовлетворительная реакция				
	1	2	3	4	5
1. Данные в покое	N или $\neq N$	N	N или $\uparrow AD$	N	N
2. Изменение на 1 мин.					
% $\uparrow$ ЧСС	> N	> N	N или $> N$	N или > N	N или > N
% $\uparrow$ ПД	=ЧСС	$\uparrow, \downarrow$, то же	=ЧСС		=ЧСС
САД	$\uparrow$	min $\uparrow$	$\uparrow\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
ДАД	$\downarrow$, то же	$\uparrow$, то же	$\uparrow$	б. т.	$\downarrow$, то же
тип реакции	н	г (а)	г	д	с
3. Восстановление	о. ф.	п	п		$\uparrow AD$ (2–3)
характер и время восстановления	нет в.	N, з. в.	N, з. в.	нет в., б. т. (3–5)	б. т. (–2)
<i>Примечание</i> – N – в пределах нормы, > N – превышает нормативные значения, $\neq N$ – отличается от нормативных значений, ЧСС – частота сердечных сокращений, =ЧСС – изменения аналогичные изменениям ЧСС, <ЧСС – изменения меньше чем в ЧСС, АД – артериальное давление, ПД – пульсовое давление, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, $\uparrow$ – увеличение, $\uparrow\uparrow$ – значительное увеличение, $\downarrow$ – снижение, min – минимально, б.т. – феномен бесконечного тона, б.т. (–2) – на второй минуте восстановления феномен бесконечного тона исчезает, н – нормотоническая реакция, н/о – неопределенная реакция, г (а) – реакция приближена к гипотонической (или астенической), г – реакция приближена к гипертонической, д – дистоническая реакция, с – ступенчатая реакция, о. ф. – отрицательная фаза пульса, п – постепенное, $\uparrow AD$ (2–3) – повышение показателей на 2-3 минутах восстановления, в. – восстановление, з. в. – замедленное восстановление, б. т. (3–5) – феномен бесконечного тона наблюдается длительно на 3-5 минутах восстановления.					

Вопросы для самоподготовки

1. Какие типы реакции сердечно-сосудистой системы традиционно выделяют? Каковы их отличительные особенности? (*попробуйте кратко сформулировать характеристику каждого типа*)
2. Какие условия должны соблюдаться при определении нормотонической реакции? Какие показатели имеют первостепенное значение?

3. Что характеризует показатель качества реакции?
4. Повышение артериального давления после выполнения физической нагрузки является признаком атипической реакции? *(поясните свой ответ)*
5. При каких состояниях может регистрироваться атипичная реакция? *(аргументируйте свой ответ)*
6. Спортсмен (I разряд, легкая атлетика) тренируется регулярно, жалоб не предъявляет. Какой тип реакции сердечно-сосудистой системы по результатам пробы Летунова можно ожидать? *(обоснуйте свой ответ)*
7. Спортсменка-гимнастка (II разряд) 10 дней лечилась по поводу лакунарной ангины на фоне высокой температуры. Жалобы на утомляемость, слабость, сердцебиение. Какой тип реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку можно ожидать? *(обоснуйте свой ответ)*
8. Какова продолжительность периода восстановления при проведении пробы Мартинэ-Кушелевского? О чем свидетельствуют результаты пробы, если показатели не изменились?
9. Какой вариант ответной реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку определяет ее хорошее функциональное состояние?

Задание для подготовки дополнительного конспекта

Выполните практическое задание «Функциональные пробы с физическими нагрузками: определение физической работоспособности», представленное в практикуме по спортивной медицине. В рамках практического задания необходимо провести простые и комбинированную пробы, нарисовать физиологические кривые, а также представить свое заключение о типе реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку в каждом случае.

Для самостоятельного изучения. Капилевич Л. В. Спортивная медицина : практикум / Л. В. Капилевич, А. В. Кабачкова. – Томск: Томский государственный университет, 2009. – 86 с.

ГЛОССАРИЙ

Адаптация – это процесс приспособления организма к изменяющимся условиям среды.

Астенизация – это состояние психофизиологического истощения, которое развивается в результате длительного перенапряжения.

Валидность – это точность, с которой производится измерение того или иного параметра.

Вегетативное обеспечение деятельности – это способность вегетативной нервной системы к долговременному поддержанию вегетативной реактивности на определенном уровне той или иной системы организма в процессе деятельности.

Врачебно-педагогическое наблюдение – это совместное наблюдение врача и преподавателя (или тренера) за занимающимся физической культурой или спортом в процессе учебно-тренировочных занятий.

Врачебный контроль – это медицинское наблюдение за лицами, занимающимися физической культурой и спортом, с целью способствовать наиболее эффективному применению средств физического воспитания для укрепления здоровья, повышению физической подготовленности и тренированности, а также достижению высоких спортивных результатов.

Надежность – это воспроизводимость результатов тестирования при сохранении неизменными функционального состояния организма испытуемого и внешних условий проведения теста.

Натуживание – это напряжение выдыхательной мускулатуры при закрытой голосовой щели, которым обычно сопровождается силовое напряжение. Натуживание содействует развитию максимального мышечного усилия, вызывая при этом увеличение внутригрудного давления. Такое изменение давления отражается на деятельности сердечно-сосудистой системы (приток крови к обоим

предсердиям уменьшается, происходит венозный застой). При этом следующее за натуживанием быстрое падение внутригрудного давления вызывает усиленный приток крови к правому предсердию.

Одышка – это субъективное ощущение нехватки воздуха или затруднения дыхания на вдохе, на выдохе или в сочетании.

Предпатологическое (или донозологическое) *состояние* – это состояние, при котором жизнедеятельность поддерживается за счет более высокого, чем в норме, напряжения регуляторных систем и функций. В частности при таком состоянии физиологические изменения еще не выходят за пределы клинической нормы, поэтому зачастую выпадают из поля зрения врачей при проведении диспансерных и профилактических осмотров.

Протокол тестирования – это информация, достаточная для повторения функциональной пробы, которая включает в себя план тестирования и изложение результатов.

Толерантность к физической нагрузке отражает степень физической тренированности пациента и его способность переносить предъявляемую физическую нагрузку (фактически это объем нагрузки, выполненной обследуемым до появления первых признаков неадекватной реакции кислородтранспортных систем).

Функциональное состояние организма – это интегральный комплекс характеристик тех функций и качеств человека, которые прямо или косвенно обуславливают выполнение любой деятельности.

Функциональные резервы организма – это диапазон возможного уровня изменений функциональной активности физиологических систем для обеспечения жизнедеятельности организма в необычных или экстремальных условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 568 с.
2. Граевская Н. Д. Спортивная медицина: Курс лекций и практические занятия / Н. Д. Граевская, Т. И. Долматова. – М.: Советский спорт, 2004. – 304 с.
3. Функциональные пробы в спортивной медицине / Н. А. Гамза, Г. Р. Гринь, Т. В. Жукова. – Минск: БГУФК, 2018. – 57 с.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андриянова Е. Ю. Спортивная медицина. – М.: Юрайт, 2020. – 325 с.
2. Дополнительные материалы к изданию «Спортивная медицина» : практическое руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 536 с.
3. Елифанов А. В. Спортивная медицина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 536 с.
4. Ериков В. М. Спортивная медицина / В. М. Ериков, А. А. Никулин. – М.: Русайнс, 2021. – 123 с.
5. Ландырь А. П. Мониторинг частоты сердечных сокращений в управлении тренировочным процессом в физической культуре и спорте / А. П. Ландырь, Е. Е. Ачкасов. – М.: Спорт, 2018. – 237 с.
6. Минка И. Н. Методы регистрации и оценивания функционального состояния организма спортсменов. – Комсомольск-на-Амуре, Саратов : Амурский гуманитарно-педагогический государственный университет, Ай Пи Ар Медиа, 2019. – 122 с.
7. Тулякова О. В. Комплексный контроль в физической культуре и спорте. – М.: Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 106 с.
8. Улумбекова Г. Спортивная медицина у детей и подростков : монография. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 384 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Методические указания по работе с пособием	3
Используемые сокращения	3
1 Функциональное тестирование	4
2 Функциональная проба	6
3 Классификация функциональных проб	9
4 Классификация проб с физическими нагрузками	12
5 Моделирование пробы с физической нагрузкой	14
6 Реакция сердечно-сосудистой системы на нагрузку	19
Глоссарий	34
Список используемой литературы	36
Список рекомендованной литературы	36

Учебное издание

Анастасия Владимировна КАБАЧКОВА, Анна Николаевна Захарова

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ
ТЕСТИРОВАНИЕ:
пробы с физическими нагрузками**

Учебно-методическое пособие

*Издание подготовлено в авторской редакции
Дизайн обложки Л.Д. Кривцова*

Подписано к печати 06.12.2020 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага для офисной техники. Гарнитура Times.
Печ. л. 2,3. Усл. печ. л. 2,2.
Тираж 50 экз. Заказ № 4872.

Отпечатано на оборудовании
Издательства Томского государственного университета
634050, г. Томск, пр. Ленина, 36
Тел. 8+(382-2)–52-98-49
Сайт: <http://publish.tsu.ru>
E-mail: rio.tsu@mail.ru