НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
НАУКА И МИРОВОЗЗРЕНИЕ

УДК-796.015

МЕТОДИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕСТА PWC 170 ДЛЯ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

Джарчыев Ровшен
Преподаватель, Туркменский государственный институт физической культуры и спорта
г. Ашхабад Туркменистан

Аннотация

В настоящей масштабной фундаментальной исследовательской работе осуществляется развернутый, детальный, глубокий и многоаспектный научно-теоретический анализ физиологических механизмов, методических протоколов, расчетных алгоритмов и прикладного значения субмаксимального нагрузочного теста определения физической работоспособности при частоте сердечных сокращений сто семьдесят ударов в минуту в спортивной медицине, физиологии физических упражнений и оздоровительной тренировке. В центре внимания находится исследование линейной и квазилинейной зависимости между мощностью дозированной мышечной работы и частотой сердечных сокращений в диапазоне субмаксимальных нагрузок, выбор эргометрических средств, продолжительность ступеней нагрузки, интервалы отдыха, критерии достижения стационарного состояния, учет массы тела и возраста обследуемых, а также физиологическое обоснование порогового значения пульса сто семьдесят ударов в минуту как границы оптимального функционирования кардиореспираторной системы. В статье подробно рассматриваются протоколы велоэргометрии и ступенчатой эргометрии, линейная интерполяция и экстраполяция мощности, типичные методические ошибки и артефакты измерения, противопоказания и меры безопасности при тестировании, а также интерпретация показателей абсолютной и относительной работоспособности в динамике тренировочного процесса и реабилитации. На основе междисциплинарного синтеза физиологии физических упражнений, кардиологии, спортивной медицины, биометрии и теории тренировки формулируются концептуальные подходы к стандартизации проведения и интерпретации теста физической работоспособности при пульсе сто семьдесят ударов в минуту.

Ключевые слова: тест физической работоспособности, частота сердечных сокращений, велоэргометрия, субмаксимальная нагрузка, физическая работоспособность, кардиореспираторная система, функциональная диагностика, спортивная физиология, адаптация к нагрузкам, дозирование нагрузки.

Введение: значение оценки физической работоспособности и место теста при частоте пульса сто семьдесят ударов в минуту

Оценка физической работоспособности составляет одну из базовых задач спортивной медицины, физиологии физических упражнений, функциональной диагностики и теории спортивной тренировки. Физическая работоспособность отражает интегральную способность организма человека выполнять интенсивную и продолжительную мышечную работу за счет согласованного функционирования сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной, эндокринной и опорно-двигательной систем, а также механизмов энергетического обеспечения и терморегуляции. Объективное измерение этого показателя необходимо для контроля эффективности тренировочных программ, оценки уровня функциональной готовности спортсменов различных специализаций, отбора и индивидуализации нагрузок, мониторинга процессов восстановления и переутомления, а также оценки состояния лиц, проходящих медицинскую реабилитацию или занимающихся оздоровительной физической культурой.

Прямое определение максимальной аэробной производительности в тестах до предельного утомления предъявляет высокие требования к мотивации обследуемого, требует специализированного газоаналитического оборудования и несет повышенные физиологические и медицинские риски, особенно у нетренированных лиц, подростков, пожилых людей или пациентов с ограничениями по состоянию здоровья. В связи с этим в практической и исследовательской практике широкое распространение получили субмаксимальные нагрузочные тесты, позволяющие прогнозировать или оценивать физическую работоспособность по реакции сердечно-сосудистой системы на дозированные нагрузки умеренной и высокой, но не предельной интенсивности.

Среди субмаксимальных методов особое место занимает проба определения мощности физической работы при частоте сердечных сокращений сто семьдесят ударов в минуту. Выбор этого ориентира опирается на физиологические наблюдения, согласно которым при частоте пульса вблизи ста семидесяти ударов в минуту у большинства обследуемых достигается высокий уровень производительности кардиореспираторной системы и интенсивного аэробного метаболизма, при котором ударный объем крови близок к своим функциональным максимумам, а дальнейший рост сердечного выброса обеспечивается преимущественно за счет увеличения частоты сердечных сокращений в условиях еще сохраняющейся линейной связи между мощностью нагрузки и пульсом.

Физиологические предпосылки и математическая модель теста

Физиологическая обоснованность теста при частоте пульса сто семьдесят ударов в минуту строится на закономерностях хронотропного ответа сердца на динамическую мышечную работу. При выполнении ступенчато возрастающих аэробных нагрузок в диапазоне от легкой интенсивности до субмаксимальных

уровней потребление кислорода возрастает практически линейно с увеличением внешней механической мощности, а частота сердечных сокращений в типичных случаях демонстрирует тесную прямую связь с интенсивностью работы и потреблением кислорода. Это позволяет использовать частоту сердечных сокращений в качестве доступного и информативного индикатора степени мобилизации кардиореспираторных резервов при заданной внешней нагрузке.

Для вычисления искомой мощности нагрузки при заданном целевом пульсе применяется метод линейной графической или аналитической интерполяции и экстраполяции по результатам двух последовательных ступеней нагрузки. При этом первая нагрузка подбирается таким образом, чтобы к концу ступени частота сердечных сокращений находилась в умеренном диапазоне, обычно в пределах от ста десяти до ста тридцати пяти ударов в минуту, а вторая нагрузка повышает пульс до более высокого субмаксимального уровня, как правило в диапазоне от ста сорока до ста шестидесяти пяти ударов в минуту. Чем ближе конечные значения частоты сердечных сокращений обеих ступеней располагаются к целевому уровню и чем более выражена линейность отклика, тем выше точность вычисляемого показателя.

Если в ходе второй ступени частота сердечных сокращений уже достигает или незначительно превышает сто семьдесят ударов в минуту, расчет выполняется методом интерполяции между значениями первой и второй ступеней. Если же частота пульса после второй нагрузки остается ниже ста семидесяти ударов в минуту, применяется экстраполяция прямой линии до пересечения с уровнем ста семидесяти ударов в минуту. Наряду с абсолютным значением мощности в ваттах или килограммометрах в минуту в практике широко используется относительный показатель, отнесенный к массе тела обследуемого, что делает возможным корректное сопоставление лиц с различной массой тела и антропометрическими параметрами.

Организация процедуры, оборудование и протоколы проведения

Корректность результатов теста в значительной степени определяется соблюдением стандартизированных условий подготовки, выбора эргометра и самого протокола нагрузок. Обследование рекомендуется проводить в утренние или дневные часы в спокойной, хорошо проветриваемой и термокомфортной обстановке, не ранее чем через полтора-два часа после приема пищи, исключив в день тестирования интенсивные физические тренировки, употребление кофеина, алкоголя, энергетических напитков и курение. Перед началом работы проводятся медицинский осмотр или допуск врача, измерение антропометрических показателей — массы и длины тела — и регистрация исходных показателей артериального давления и частоты сердечных сокращений в состоянии покоя.

Наиболее распространенным средством дозирования нагрузки выступает велоэргометр, обеспечивающий точное регулирование сопротивления независимо от частоты вращения педалей или при строгом контроле заданного

каденса, обычно составляющего от шестидесяти до семидесяти оборотов в минуту. Альтернативой служат ступенчатые эргометры или беговые дорожки с пересчетом внешней механической работы, однако при использовании различных эргометров необходимо учитывать биомеханические различия вовлечения мышечных групп и невозможность прямого смешения абсолютных значений без учета специфики методики.

Стандартный протокол включает две ступени нагрузки продолжительностью обычно от трех до пяти минут каждая, разделенные интервалом отдыха, достаточным для частичного восстановления пульса и перехода к следующей ступени, либо выполняемые непрерывно в зависимости от принятой методической схемы. Ключевым требованием к окончанию каждой ступени является достижение состояния, близкого к устойчивому или квазистационарному, когда частота сердечных сокращений стабилизируется и не демонстрирует резкого скачкообразного роста. Величина мощности первой ступени назначается с учетом пола, возраста, массы тела и уровня физической подготовленности обследуемого, чтобы избежать как слишком слабой реакции пульса, так и преждевременного утомления уже на первой ступени.

Контроль состояния обследуемого, критерии прекращения и учет погрешностей

Во время проведения теста необходим непрерывный или регулярный контроль частоты сердечных сокращений, а также мониторинг артериального давления, внешнего вида, дыхания и субъективного восприятия нагрузки обследуемым. Регистрация частоты пульса может осуществляться по электрокардиограмме, пульсоксиметрическим или телеметрическим датчикам либо пальпаторно за короткие стандартизированные интервалы в конце каждой минуты и на завершающем отрезке каждой ступени. Важно обеспечивать стабильность темпа работы, поскольку резкие колебания частоты вращения педалей или попытки обследуемого удержаться на ступени за счет натуживания и задержки дыхания искажают гемодинамический отклик.

Тест должен быть немедленно прекращен при появлении клинических или функциональных признаков непереносимости нагрузки: выраженной одышке, не соответствующей уровню работы, головокружении, побледнении или цианозе кожных покровов, боли или дискомфорте в грудной клетке, нарушениях ритма или проводимости, чрезмерном подъеме артериального давления или парадоксальной гипотонии, а также при отказе самого обследуемого от продолжения работы. Наличие острых заболеваний, лихорадочных состояний, выраженной сердечно-сосудистой недостаточности или недавних травм и перенесенных операций служит основанием для переноса или отмены тестирования.

При анализе результатов следует учитывать потенциальные источники методических погрешностей и физиологических отклонений. Недостаточная

длительность ступеней при высокой инерционности кардиореспираторного ответа, значительный эмоциональный или предстартовый подъем пульса в покое, сильное утомление локальных мышечных групп ног при слабой аэробной базе, а также нелинейность кривой зависимости пульса от мощности при приближении к индивидуальным максимумам способны приводить к завышению или занижению расчетного значения. Поэтому интерпретация результатов требует оценки не только итогового числа, но и хода пульсовой кривой на обеих ступенях и в период восстановления.

Интерпретация результатов и области прикладного применения

Повышение показателя физической работоспособности при частоте пульса сто семьдесят ударов в минуту в динамике наблюдений свидетельствует о том, что для достижения того же уровня мобилизации сердечно-сосудистой системы организм способен развить большую механическую мощность, что характерно для развития аэробной выносливости и благоприятной структурно-функциональной адаптации к регулярным тренировкам. Напротив, снижение показателя при сопоставимых условиях тестирования может указывать на недостаточное восстановление, накопление утомления, перетренированность, снижение объема тренировочной работы, перенесенное заболевание или временное ухудшение функционального состояния.

В спортивной практике этот тест применяется как в видах спорта на выносливость, так и в игровых, сложнокоординационных и скоростно-силовых дисциплинах для регулярного текущего и этапного контроля функционального состояния, сопоставления различных возрастных групп и индивидуального планирования нагрузок. В массовой физической культуре, студенческом и школьном спорте, а также в восстановительной медицине тест помогает объективировать исходный уровень физической подготовленности и отслеживать прогресс занимающихся на доступном и безопасном субмаксимальном уровне.

Вместе с тем при интерпретации важно учитывать границы информативности теста. Показатель при пульсе сто семьдесят ударов в минуту характеризует прежде всего аэробную работоспособность на субмаксимальном уровне и не раскрывает в полной мере анаэробную гликолитическую мощность, скоростно-силовые качества, технико-тактическое мастерство или специфическую выносливость в конкретном соревновательном движении. Кроме того, индивидуальные различия в максимальной частоте сердечных сокращений — например, у лиц старшего возраста или при индивидуальных особенностях хронотропного резерва — требуют осторожного подхода при сравнении абсолютных значений и учета всей совокупности функциональных показателей.

Заключение

Проведение теста определения физической работоспособности при частоте сердечных сокращений сто семьдесят ударов в минуту представляет собой научно

обоснованный, информативный и практически удобный метод субмаксимальной функциональной диагностики, сочетающий физиологическую содержательность с относительной безопасностью и доступностью применения. Опираясь на закономерности кардиореспираторного ответа на дозированную мышечную работу и линейную аппроксимацию зависимости пульса от мощности, тест позволяет объективно оценивать уровень и динамику работоспособности в спорте, образовании и восстановительной практике.

Надежность и сопоставимость результатов при проведении теста обеспечиваются строгим соблюдением правил подготовки обследуемых, корректным подбором нагрузочных ступеней, контролем гемодинамических и субъективных реакций, учетом массы тела и критической оценкой возможных методических ограничений. В сочетании с другими функциональными и клиническими методами тест остается важным инструментом мониторинга адаптации и управления тренировочным и оздоровительным процессом.

Литература

1. Карпман В. Л., Белоцерковский З. Б., Гудков И. А. Тестирование в спортивной медицине. — М.: Физкультура и спорт, 2020. — 208 с.
2. Михайлов С. С. Спортивная биохимия: учебник для вузов. — М.: Советский спорт, 2020. — 348 с.
3. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник. — М.: Спорт, 2020. — 624 с.
4. Земцовский Э. В. Спортивная кардиология: руководство для врачей. — СПб.: Гиппократ, 2020. — 448 с.
5. Дубровский В. И. Спортивная медицина: учебник для вузов. — М.: Владос, 2019. — 512 с.
6. Макарова Г. А. Спортивная медицина: учебник. — М.: Советский спорт, 2020. — 480 с.
7. Kenney W. L., Wilmore J. H., Costill D. L. Physiology of Sport and Exercise. — Champaign: Human Kinetics, 2020. — 648 p.
8. McArdle W. D., Katch F. I., Katch V. L. Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance. — Philadelphia: Wolters Kluwer, 2019. — 1120 p.
9. European Journal of Applied Physiology. — 2025. — Vol. 125, No. 3. — P. 615–632.
10. Journal of Sports Sciences. — 2026. — Vol. 44, No. 2. — P. 142–159.