

ВОЗМОЖНОСТИ КАРДИОПУЛЬМОНАЛЬНОГО НАГРУЗОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТСПОСОБНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ У ЗДОРОВЫХ ЛИЦ

ЛАРИСА БОРИСОВНА ПОСТНИКОВА, докт. мед. наук, доцент, главный внештатный пульмонолог МЗ

Нижегородской области, руководитель Городского пульмонологического консультативного центра

ГБУЗ НО «Городская больница № 28», Нижний Новгород, Россия, тел. (831)-276-84-12, e-mail: plbreath@mail.ru

ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ ДОРОВСКОЙ, врач-терапевт ГБУЗ НО «Городская больница № 28»,

Нижний Новгород, Россия, тел. (831)-276-84-12, 8-915-958-17-70, e-mail: fiatlux2008@rambler.ru

ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ КОСТРОВ, канд. мед. наук, доцент, врач-пульмонолог, консультант

ГБУЗ НО «Городская больница № 28», Нижний Новгород, Россия, тел. 8-902-308-24-97, e-mail: vlakostr@yandex.ru

ИГОРЬ ВАЛЕНТИНОВИЧ ДОЛБИН, докт. мед. наук, доцент, врач-кардиолог ГБУЗ НО «Городская больница № 38»,

Нижний Новгород, Россия, тел. 8-910-796-03-21, e-mail: Dolbina.Olesya20@yandex.ru

АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ФЕДОРЕНКО, канд. мед. наук, врач-терапевт ГБУЗ НО «Городская больница № 30»,

Нижний Новгород, Россия, тел. 8-904-395-01-17, e-mail: feddoc@rambler.ru

Реферат. Нагрузочное тестирование (НТ) с измерением показателей газообмена — надежный инструмент, предоставляющий дополнительную диагностическую информацию о работоспособности и функциональном состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Статья посвящена применению кардиопульмонального нагрузочного тестирования (КПНТ) у здоровых молодых мужчин с целью оценки физической работоспособности и функционального состояния дыхательной системы. Представлены основные показатели, оцениваемые в процессе проведения КПНТ, и их физиологическое значение. Обсуждены вопросы методологии и интерпретации результатов КПНТ. Продемонстрированы возможности использования КПНТ у здоровых лиц с различным уровнем физической подготовки. **Выводы.** КПНТ является информативным методом оценки физического здоровья человека. Предложенный модифицированный протокол Bruce для проведения КПНТ в максимальном нагрузочном тесте (с увеличением нагрузки на 50 Вт каждые 2 мин до отказа) может эффективно использоваться для групповых обследований молодых здоровых мужчин.

Ключевые слова: кардиопульмональное нагрузочное тестирование, велоэргометрия, молодые здоровые мужчины.

A CAPABILITY OF CARDIOPULMONARY EXERCISE TESTING IN THE ASSESSMENT OF PHYSICAL HEALTH AND FUNCTIONAL CONDITION OF RESPIRATORY SYSTEM IN HEALTHY PERSONS

LARISA B. POSTNIKOVA, IVAN A. DOROVSKOY, VLADIMIR A. KOSTROV, IGOR V. DOLBIN, ANDREY A. FEDORENKO,

Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article examines of the use of cardiopulmonary exercise testing (CPET) in healthy young men to assess physical health and functional condition of respiratory system. The authors presented the main indicators for CPET and analyzed their physiological value. They discussed methodology and interpretation of results CPET. The authors demonstrated own results of CPET in healthy persons.

Key words: cardiopulmonary exercise testing, veloergometry, young healthy men.

Нагрузочное тестирование (НТ) с измерением показателей газообмена — надежный инструмент, предоставляющий дополнительную диагностическую информацию о работоспособности и функциональном состоянии дыхательной и сердечно-сосудистой систем (ССС), для выявления ограничения работоспособности при отсутствии клинических проявлений, а также уточнения причин функциональных нарушений [1, 2].

Выделяют два типа НТ: лабораторные высокотехнологичные кардиопульмональные нагрузочные тесты (КПНТ) с использованием дорогостоящего оборудования для оценки функционального состояния кардиореспираторной системы и газообмена и внелабораторные НТ, не требующие специального оборудования [3].

КПНТ — информативный метод, оценивающий реакцию организма человека на физическую нагрузку, позволяющий при патологии выявить конкретную патофизиологическую причину снижения физической активности [4]. Несмотря на преимущества КПНТ для оценки состояния компенсаторно-приспособительных механизмов у здоровых лиц и степени функциональной недостаточности кардиореспираторной системы при различных заболеваниях широкое использование данного метода в клинике ограничивается рядом факторов: сложностью систем КПНТ и их стоимостью, необходимостью специальных знаний, относительно малым числом курсов обучения специалистов [1,3].

В статье рассмотрены основные этапы и параметры, предусмотренные при проведении КПНТ, а

также представлены протоколы нагрузочного тестирования здоровых молодых мужчин.

Способность к выполнению физической нагрузки напрямую связана с возможностью ССС обеспечивать ткани кислородом (O_2), а системы дыхания освободиться от углекислого газа (CO_2). Газообмен условно разделяют на три процесса: 1) легочная вентиляция (движение воздуха в легкие и обратно); 2) легочная диффузия (обмен O_2 и CO_2 между легкими и кровью); 3) капиллярный газообмен или обмен CO_2 между кровью в капиллярах и тканях [5]. Легочная вентиляция обеспечивается активным вдохом и пассивным выдохом. Парциальное давление O_2 (PaO_2) вдыхаемого воздуха составляет около 160 мм рт.ст., $PaCO_2$ — 0,3 мм рт.ст., а PaO_2 крови в легочных капиллярах составляет 40 мм рт.ст., $PaCO_2$ — 45 мм рт.ст. Разница в градиенте давления в альвеолах обеспечивает диффузию газов между кровью и воздухом и обогащение крови O_2 с PaO_2 104 мм рт.ст. при снижении $PaCO_2$ до 40 мм рт.ст. Легочная вентиляция и диффузия — составляющие внешнего дыхания, цель которого перемещение газов из окружающего воздуха в кровь и обратно. Внутреннее дыхание отражает газообмен между тканями организма и кровью. Внешнее и внутреннее дыхание связаны системой кровообращения и обеспечивают транспорт газов кровью [2].

К параметрам, реагирующим на увеличение потребления O_2 при физической нагрузке, относят сердечный выброс ($CB = ЧСС \times$ ударный объем), минутную вентиляцию (VE), дыхательный объем (DO). При увеличении потребления O_2 работающими мышцами повышение CB может повышаться в 6 раз. Параллельно с этим кровь перераспределяется от неактивных тканей (селезенка, почки) к скелетным мышцам, что улучшает доставку O_2 , а также усиливается приток крови к легким вследствие увеличения CB и вазодилатации легочных сосудов. Дополнительно нарастает экстракция O_2 из крови работающими мышцами, что повышает артериовенозную разницу по O_2 [2].

У здоровых лиц VE увеличивается пропорционально физической нагрузке. Во время дыхания только часть вдыхаемого воздуха достигает альвеол, где происходит газообмен. Другая часть воздуха остается в дыхательных путях ($ДП$), не участвующих в газообмене (мертвое пространство — VD). При нагрузке $ДП$ расширяются, а объема VD увеличивается. При этом одновременное увеличение DO сохраняет альвеолярную вентиляцию и газообмен. Совокупность этих процессов называется нормальным вентиляционно-перфузионным соответствием [5].

КПНТ может проводиться на беговой дорожке (тредмил) или велоэргометре (ВЭМ). Выбор методики определяется индивидуально. Беговая дорожка позволяет осуществлять постоянно нарастающую нагрузку через комбинацию увеличения скорости и роста угла наклона поверхности [3, 6]. Протоколы с постоянной нагрузкой приобретают все большую популярность из-за удобства мониторинга ответа кардиореспираторной системы на терапию, анализа динамической вентиляции и кинетики газообмена [7].

КПНТ, проводимое на тредмиле, имеет ряд преимуществ перед ВЭМ. Для многих людей беговая дорожка является более привычной формой упражнений. Ходьба и бег требуют вовлечения в работу всех мышц и приводит к большей нагрузке на все органы. Вследствие этого максимальное потребление O_2 на 5—10% выше на беговой дорожке, чем на ВЭМ. Основным недостатком тредмил-теста — это трудности точного подсчета внешней нагрузки на человека при физическом усилии в связи с влиянием массы тела.

ВЭМ предпочтительней у людей с нарушением походки или равновесия, при ожирении, ортопедических нарушениях, одновременном ультразвуковом исследовании сердца. Велоэргометр требует меньше пространства для проведения исследования, его стоимость ниже, а использование создает меньшее число артефактов при записи ЭКГ. Современные велоэргометры с электронной системой тормозов обеспечивают одинаковый уровень физической нагрузки при различной скорости кручения педалей. При нарушении функций нижних конечностей можно использовать ручную эргометрию [5, 8].

Современные системы КПНТ позволяют анализировать газообмен в состоянии покоя, во время нагрузки, в период восстановления и измеряют следующие основные показатели в течение каждого дыхательного цикла: потребление O_2 , максимальное потребление O_2 , продукция CO_2 , частота респираторного обмена, максимальная аэробная производительность ($METS$), минутная вентиляция, время нагрузки и наступления анаэробного порога, частота сердечных сокращений, артериальное давление.

1. Потребление кислорода (Vo_2) — уровень O_2 , потребляемый организмом каждую минуту, рассчитывается по минутной вентиляции и концентрации O_2 на вдохе и выдохе, стандартизируется по температуре (t) тела ($37^\circ C$), t окружающей среды ($0^\circ C$), барометрическому давлению (101,3 кПа) при нулевой влажности [1, 4]. В норме Vo_2 увеличивается линейно при повышении внешней нагрузки [5], точно измеряемое на велоэргометре, но лишь приблизительно — на беговой дорожке. Кривая Vo_2 — *внешняя нагрузка* — отражает эффективность метаболизма и преобразования потенциальной химической энергии в механическую работу и позволяет оценить общую механическую эффективность мышечно-скелетной системы [4].

2. Максимальное потребление кислорода (Vo_{2max}) определяет границы возможностей ССС при пиковой нагрузке. Определяется уравнением Фика как результат CB и артериовенозной разницы по O_2 : $Vo_{2max} = (ЧСС \times$ ударный объем) $\times SaO_2$, где SaO_2 — сатурация O_2 , измеряется в литрах O_2 в мин, но обычно выражается в мл O_2 на 1 кг массы тела в мин [1]. Измерение Vo_{2max} подразумевает, что достигнут максимальный физиологический предел (или максимальный аэробный предел) для данного индивидуума. Истинная Vo_{2max} обычно определяется как график Vo_2 между двумя финальными уровнями нагрузки и требует достижения и поддержания максимального усилия в течение определенного

времени. $Vo_2\max$ редко наблюдается у пациентов с сердечно-сосудистыми или легочными заболеваниями, и в связи с этим для описания нагрузочной возможности в клинике чаще используется пиковая Vo_2 . Показатель $Vo_2\max$, прежде всего, оценивают у спортсменов, когда достижение максимального физиологического ответа является наиболее вероятным. Значение $Vo_2\max$ может увеличиваться от 3,5 мл/мин/кг в состоянии покоя до 30—50 мл/мин/кг при физической нагрузке. У спортсменов при нагрузке его значение может возрасти в 20 раз (до 80 мл/мин/кг).

3. Продукция углекислого газа (Vco_2) — количество CO_2 , вырабатываемое организмом каждую минуту, рассчитывается с учетом концентрации CO_2 на вдохе и выдохе. При непродолжительной нагрузке основным источником энергии является гликоген, и взаимосвязь между потреблением O_2 и продукцией CO_2 практически эквивалентна. При нарастающем увеличении нагрузки Vco_2 увеличивается в той же мере, что и Vo_2 , и соотношение Vco_2/Vo_2 остается немногим меньше единицы. При достижении анаэробного предела обычно наблюдается резкое изменение угла наклона кривой Vco_2/Vo_2 , однако зависимость сохраняет линейный характер. Более крутой угол наклона кривой означает большую выработку CO_2 по сравнению с потреблением O_2 при включении анаэробных механизмов. Избыточное количество Vco_2 в выдыхаемом воздухе также может быть результатом «вымывания» CO_2 из-за гипервентиляции [4].

4. Частота респираторного обмена (Vco_2/Vo_2), (RER, отн. ед.) дыхательный коэффициент (R, RC) — параметр, позволяющий оценить вклад системы энергообеспечения (аэробной и/или анаэробной) при выполнении КПНТ и отражает зависимость объема выделенного CO_2 к объему потребленного O_2 . Значение RER больше 1 может быть вызвано увеличением выработки CO_2 из молочной кислоты или избыточной продукцией CO_2 вследствие гипервентиляции, (когда концентрация CO_2 в выдыхаемом воздухе повышается за счет уменьшения его уровня в крови). Пиковое значение RER является надежным и точным маркером усилий конкретного индивидуума. RER более 1,1 расценивается как показатель очень значительных усилий во время КПНТ, но не является показателем к прекращению исследования. Значение RER менее 1,0 при прекращении исследования по просьбе пациента при отсутствии ЭКГ и гемодинамических нарушений указывает на субмаксимальный уровень сердечно-сосудистой нагрузки [4].

5. Максимальная аэробная производительность может быть выражена в метаболических единицах (METS). Одна METS соответствует энергетическому обмену в покое со средним потреблением O_2 3,5 мл/мин/кг. Соответственно могут быть рассчитаны значения максимального энергетического обмена у людей с различным уровнем физической подготовленности: пациенты — 5 METS; нетренированные — 10 METS; тренированные спортсмены — 15 METS; высокоотренированные спортсмены — 20 METS и выше [1, 5].

6. Время наступления порога анаэробного обмена (ПАНО, мин) — интегральный показатель работоспособности, характеризующий аэробную производительность. Наиболее часто ПАНО считают момент, когда Vo_2 становится равен Vco_2 на фоне нагрузки. В среднем диапазоне работы Vco_2 увеличивается более резко, чем Vo_2 , что влияет на накопление молочной кислоты свыше порога лактицидоза. Вследствие этого анаэробный порог (АТ или ПАНО) часто называют лактатным. Согласно теории К. Вассермана (1973), на уровне ПАНО коэффициент R равен 1,0 (рис. 1).

Другим способом определения наступления ПАНО является изменение характера зависимости дыхательного эквивалента для O_2 (EQO_2) и CO_2 ($EQCO_2$). Этот показатель отражает количество воздуха VE, необходимое для вдыхания 1 л O_2 или выдоха 1 л CO_2 . До наступления анаэробного порога $EQO_2 = VE/Vo_2$ и имеет незначительные колебания в начале нагрузки. Однако при аэробно-анаэробном переходе график зависимости EQO_2 начинает резко расти и его значение после ПАНО описывается следующей формулой: $EQO_2 = (VE - VDa \times Rf) / Vo_2$, где VDa — мертвое альвеолярное пространство (мл), Rf — частота дыхания (1/мин), Vo_2 — потребление O_2 (мл/мин) [1, 4, 5, 7].

Следовательно, при увеличении нагрузки до максимальных величин вентиляция легких повышается непропорционально потреблению O_2 , т.е. наступает момент снижения эффективности вентиляции легких. Системное увеличение EQO_2 без сопутствующего повышения $EQCO_2$ является специфическим критерием оценки анаэробного порога, так как постоянство вентиляционного эквивалента по CO_2 свидетельствует о соответствии вентиляции потребности организма в выведении CO_2 (рис. 2).

Таким образом, в настоящее время наиболее часто используемым и научно обоснованным подходом определения времени наступления анаэробного вентиляционного порога (точки респираторной компенсации, RC) при выполнении КПНТ является момент нелинейного увеличения показателя VE и соответствующий ему момент системного увеличения EQO_2 без сопутствующего повышения $EQCO_2$.

7. Минутная вентиляция (VE) — исследование вентиляционной функции легких, выполненное до КПНТ, дает основание для анализа исходных паттернов дыхания и позволяет выявить нарушения функции легких, ограничивающие толерантность к нагрузке. Компьютерная спирометрия, проводимая перед КПНТ, регистрирует жизненную емкость легких (VC), объем форсированного выдоха за первую секунду (FEV1), максимальную вентиляцию легких (MMV) и другие параметры. Резерв дыхания при выполнении упражнений является индикатором того, насколько близко легочная вентиляция приближается к максимальной вентиляции легких и обычно вычисляется как 1 (пиковая вентиляция/MMV). В норме этот показатель у здоровых лиц превышает 0,2. Спортсмены с высоким сердечно-сосудистым потенциалом могут использовать значимо большую часть функционального резерва легких, и при выполнении нагрузки их легочная вентиляция прибли-

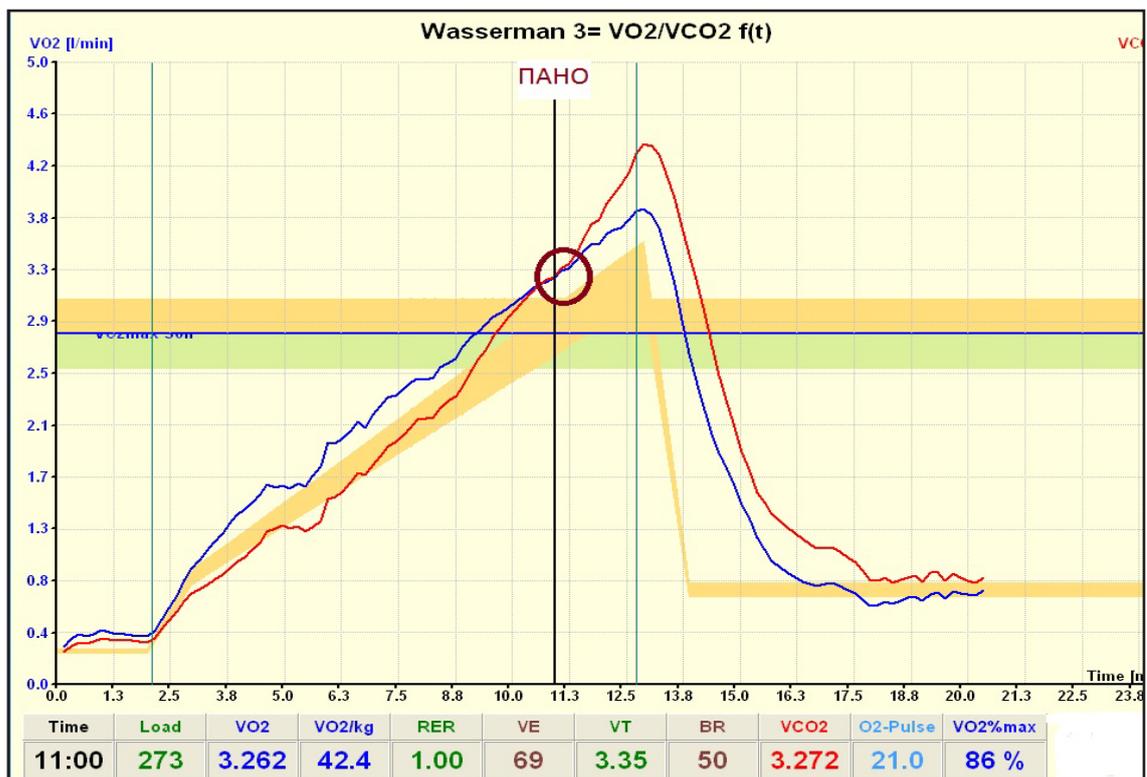


Рис. 1. Момент времени наступления порога анаэробного обмена (ПАНО) при пересечении кривых потребления O_2 и выделения CO_2 во время нагрузочного тестирования (Wasserman K., 1973)

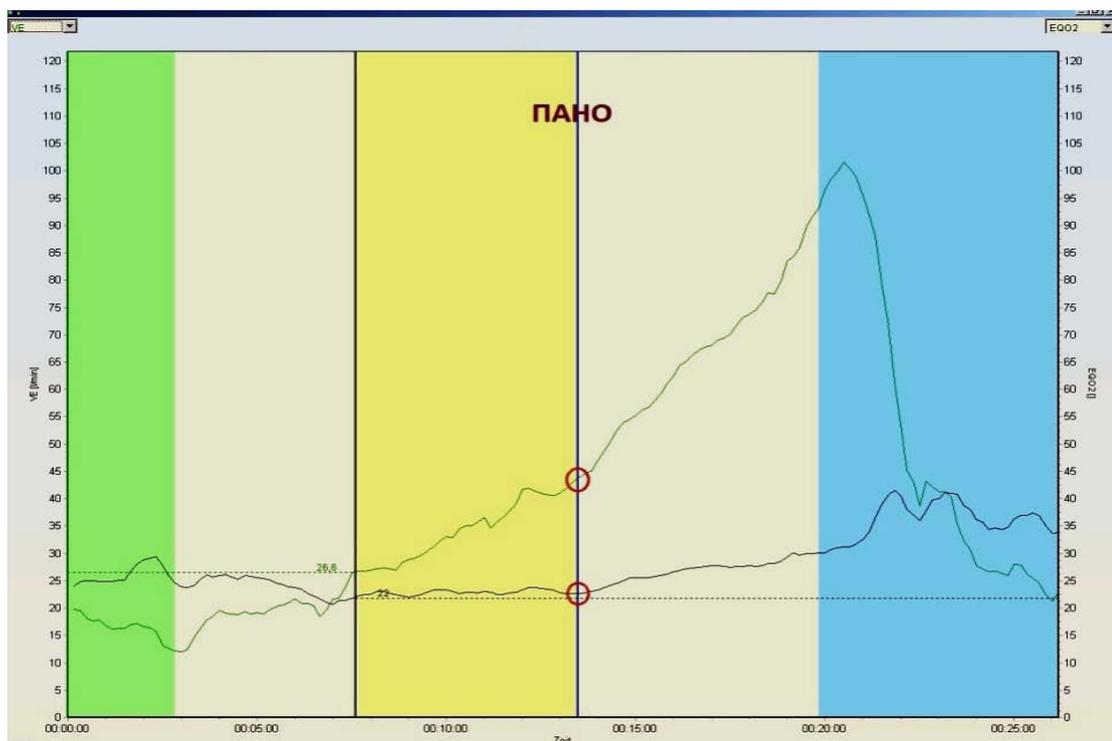


Рис. 2. Момент времени наступления порога анаэробного обмена (ПАНО) при наступлении системного увеличения дыхательного эквивалента для кислорода (EQO_2) и нелинейного увеличения легочной вентиляции (VE) на фоне нагрузочного тестирования (Wasserman K., 1973)

жается к максимальным значениям, что отражается в низком или нулевом резерве дыхания [1, 4].

8. Время нагрузки (t, мин) — максимально возможное для пациента на момент тестирования

время выполнения нагрузки. Это наиболее информативный, прогностически значимый показатель функционального состояния тестируемого, который отражает уровень его физической работоспособ-

ности и адаптационных возможностей. Время нагрузки — интегральный показатель «успешности» выполнения любого функционального тестирования, не лимитированного временем [5].

9. Частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин) зависит от многих факторов, включая возраст, пол, положение тела, состояния перетренированности или недовосстановления. У спортсменов в покое ЧСС обычно ниже, чем у нетренированных [5].

10. Систолическое и диастолическое артериальное давление (АД). У здоровых людей АД при физической нагрузке увеличивается. Начальный период увеличения АД при ритмичной работе длится 1—2 мин, после чего оно устанавливается на стабильном уровне в зависимости от интенсивности работы. После прекращения работы АД резко падает и впервые 5—10 мин в восстановительном периоде может оказаться ниже исходного уровня с последующей его нормализацией [5].

Для оценки физической работоспособности спортсменов с помощью КПНТ используется протокол Bruce RA [2, 9]. Данный протокол представляет собой ступенчатое увеличение нагрузки в ходе тестирования на тредмиле/велозергометре и 5-минутный период восстановления.

При проведении КПНТ на аппарате Quark CPET фирмы COSMED (Италия) (рис. 3) у здоровых молодых мужчин для определения физической работоспособности мы использовали модифицированный протокол Bruce. По данному протоколу начальная нагрузка соответствовала мощности 70 Вт. Затем каждые 2 мин увеличивали нагрузку на 50 Вт, которая к 12-й мин составляла 320 Вт (таблица). При достижении этой ступени мощность больше не по-

вышали. По желанию обследуемого или решению врача вследствие усталости, одышки или других причин тестирование завершали при меньших значениях нагрузки с переходом в период восстановления.

Модифицированный протокол нагрузочного тестирования у здоровых молодых мужчин с использованием велозергометра

Ступень	Мощность, Вт	Продолжительность, мин
Разминка	1	20 сек
	2	2
	3	2
	4	2
	5	2
	6	2
	7	≥ 2
Восстановление	8	5

Ниже представлены сводные протоколы КПНТ двух тестируемых мужчин. Исследуемый № 1 — здоровый некурящий мужчина 23 лет, систематически занимающийся физической культурой (рис. 4). Исследуемый № 2 — здоровый курящий мужчина 23 лет, эпизодически занимающийся физической культурой (рис. 5). В ходе анализа протоколов КПНТ этих мужчин установили различия по многим параметрам.

В первом случае максимальное время выполнения нагрузки составило 11,42 мин, во втором случае — лишь 7,48 мин (в 1,5 раза ниже). Время наступления ПАНО у исследуемого № 1 было почти в 2 раза больше (8,24 мин), чем у 2-го тестируемого (4,55 мин). Максимальное потребление O_2 у ис-

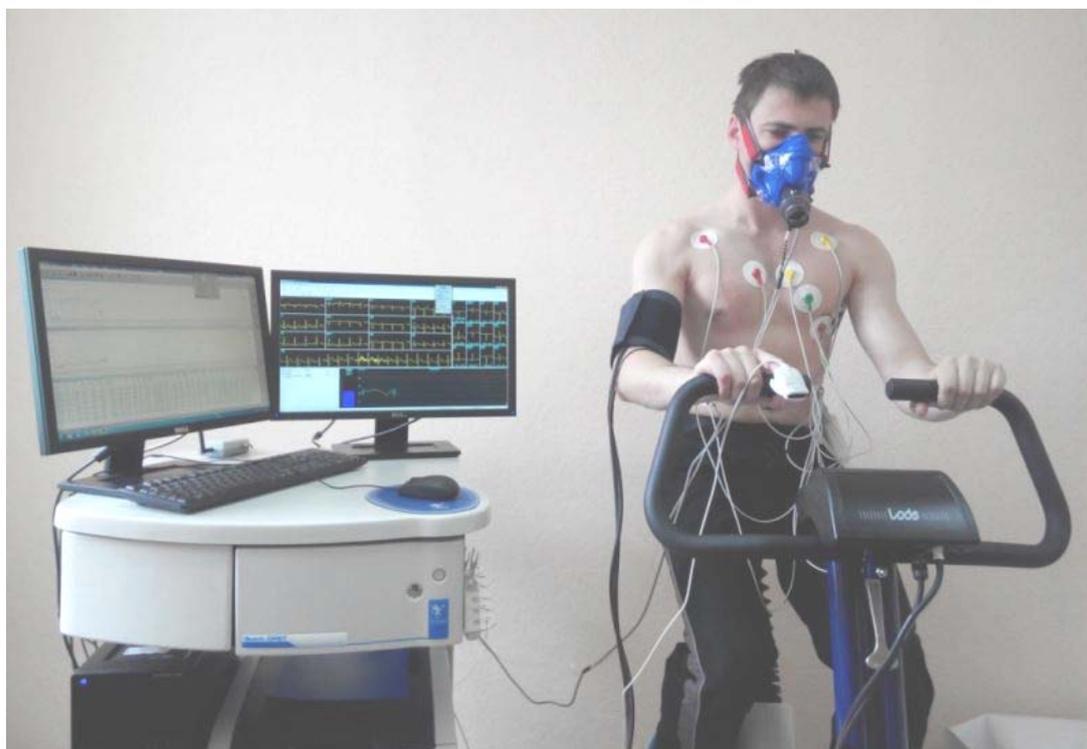


Рис. 3. Методика проведения КПНТ (собственный архив)

Test Information									
Test Duration	00:17:20		Exercise duration						00:09:22
Ergometer:	Lode bike prot dev		Protocol:						
Test type:	Велоэргометрия		Reason for Test:						
Physician:			Technician:						
Reasons for Stopping Test:									
Subject's Response:									
ECG File:	C:\Program Files\PCECG\ECGDBase\Stress\								
Spirometry	Pre Ex	Pred	%Pred	Post Ex	%Pre Ex				
FVC (l)	6.47	5.46	119	---	---				
FEV1 (l)	6.06	4.61	131	---	---				
MVV (l/min)									
IC (l)									
Exercise Testing	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred	Recov+2min	
t (hh:mm:ss)	00:00:12	00:01:57	00:04:11	00:08:24	00:11:42	---	---	00:02:00	
Power (Watt)	---	70	120	270	320	256	125	20	
RPM (1/min)	55	63	63	---	54	---	---	---	
Metabolic Response	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred	[Hansen]	
VO2 (ml/min)	971	1379	1730	3191	3955	3307	120		
VO2/Kg (ml/min/Kg)	13.12	18.64	23.39	43.12	53.45	44.69	120		
METS (---)	3.7	5.3	6.7	12.3	14.7	12.8	115		
R (---)	0.83	0.78	0.86	1.01	1.22	---	---		
Ventilatory Response	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred		
VE (l/min)	28.8	34.3	51.3	97.5	206.6	242.4	85		
BR (%)	88	85	78	59	14	30.00	47		
VT (l)	1.139	1.437	1.496	2.941	3.099	---	---		
Rf (b/min)	25.3	23.9	34.3	33.1	66.7	50.0	133		
IC (l)									
Cardiovascular Response	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred		
HR (bpm)	48	116	134	163	176	198	89	160	
HRres (%)	---	---	32	17	11	15	73	---	
VO2/HR (ml/bpm)	20.2	11.9	12.9	19.6	21.6	16.7	129	12.9	
Qt (l/min)	11.7	14.7	16.8	22.5	24.0	---	---	18.4	
SV (ml/beat)	244	127	125	138	137	---	---	115	
P Syst (mmHg)									
P Diast (mmHg)									
DP (mmHg/min)									
ST V5 (mm)	0.3	0.8	0.7	1.5	1.3	---	---	1.9	
S V5 (mV/sec)	1.0	2.3	4.2	7.6	1.3	---	---	7.6	
Gas Exchange	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred		
PetCO2 (mmHg)	35	38	38	38	27	---	---		
PetO2 (mmHg)	105	97	103	106	121	---	---		
VE/VO2 (---)	29.7	24.9	29.6	30.6	54.3	---	---		
VE/CO2 (---)	35.9	31.9	34.3	30.3	46.9	---	---		
SpO2 (%)									

Рис. 4. Протокол КПНТ некурящего мужчины 23 лет (исследуемый № 1)

следуемого № 1 составило 53,45 мл/мин/кг против 35,50 мл/мин/кг у второго мужчины. Максимальная частота респираторного обмена (R Peak) в обоих случаях составила 1,2. Но максимальная аэробная производительность ($METS_{max}$) у исследуемого № 1 достигала 14,7, а у исследуемого № 2 — 8,7, максимальная мощность педалирования — 320 Вт и 220 Вт соответственно. Максимальная минутная вентиляция (VE) в первом случае достигала 206,6 л/мин, у исследуемого № 2 была в 2,7 раза ниже (78 л/мин). Максимальное выделение CO_2 у некурящего спортсмена — 4642 мл/мин, во втором

случае — 3554 мл/мин (показатель высчитывается по аппаратным данным).

Выводы. КПНТ является информативным методом оценки физического здоровья человека. Предложенный модифицированный протокол Bruce для проведения КПНТ в максимальном нагрузочном тесте (с увеличением нагрузки на 50 Вт каждые 2 мин до отказа) может эффективно использоваться для групповых обследований молодых здоровых мужчин. Планируется проведение такого исследования для оценки физической работоспособности, оценки функционального состояния дыхательной и

Test Information									
Test Duration 00:13:29					Exercise duration 00:05:26				
Ergometer: Lode bike prot dev					Protocol:				
Test type: Велозргометрия					Reason for Test:				
Physician:					Technician:				
Reasons for Stopping Test:									
Subject's Response:									
ECG File:					C:\Program Files\PCCECG\ECGDBase\Stress\				
Spirometry									
	Pre Ex	Pred	%Pred	Post Ex	%Pre Ex				
FVC (l)	4.84	5.14	94	---	---				
FEV1 (l)	4.54	4.37	104	---	---				
MVV (l/min)									
IC (l)									
Exercise Testing									
	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred	Recov+2min	
t (hh:mm:ss)	00:00:15	00:01:58	00:03:17	00:04:55	00:07:48	---	---	00:02:00	
Power (Watt)	---	70	120	170	220	237	93	20	
RPM (1/min)	77	69	64	75	20	---	---	---	
Metabolic Response									
	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred	[Hansen]	
VO2 (ml/min)	779	1283	1684	1990	2840	3285	86		
VO2/Kg (ml/min/Kg)	9.74	16.04	21.05	24.87	35.50	41.06	86		
METS (---)	2.8	4.6	6.0	7.1	8.7	11.7	75		
R (---)	0.72	0.77	0.85	1.00	1.20	---	---		
Ventilatory Response									
	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred		
VE (l/min)	17.1	27.8	36.5	49.7	78.0	181.6	43		
BR (%)	90	84	79	72	57	30.00	190		
VT (l)	0.826	1.409	1.596	2.088	1.912	---	---		
Rf (l/min)	20.7	19.7	22.9	23.8	40.8	50.0	82		
IC (l)									
Cardiovascular Response									
	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred		
HR (bpm)	44	98	121	138	178	197	90	155	
HRres (%)	---	---	38	29	9	15	60	---	
VO2/HR (ml/bpm)	17.7	13.1	13.9	14.4	13.8	16.7	82	11.0	
Qt (l/min)	9.1	12.3	14.1	15.2	16.6	---	---	14.2	
SV (ml/beat)	206	125	117	110	93	---	---	91	
P Syst (mmHg)									
P Diast (mmHg)									
DP (mmHg/min)									
ST V5 (mm)	1.0	1.4	1.1	0.7	0.4	---	---	1.3	
S V5 (mV/sec)	1.1	1.6	0.4	1.8	4.4	---	---	4.9	
Gas Exchange									
	Rest	Warm-up	LT	RC	Peak	Pred	%Pred		
PetCO2 (mmHg)	37	41	45	44	41	---	---		
PetO2 (mmHg)	95	91	91	97	105	---	---		
VE/VO2 (---)	21.9	21.7	21.7	25.0	31.9	---	---		
VE/VC02 (---)	30.4	28.0	25.5	24.9	28.3	---	---		
SpO2 (%)									

Рис. 5. Протокол КПНТ молодого курящего мужчины 23 лет (исследуемый № 2)

сердечно-сосудистой систем и выработки индивидуальных рекомендаций по проведению тренировок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кербигов, О.Б. Кардиопульмональное нагрузочное тестирование в клинической практике / О.Б. Кербигов, А.В. Аверьянов, Е.Н. Борская, Т.В. Крутова // Журнал клиническая практика. — 2012. — № 2. — С.58—70.
2. Balady, G.J. Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association / G.J. Balady, R. Arena, K. Sietsema [et al.] // Circulation. — 2010. — Vol. 122. — P.191—225.
3. Мустафина, М.Х. Кардиореспираторный нагрузочный тест / М.Х. Мустафина, А.В. Черняк // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. — 2013. — № 3. — С.56—62.
4. Mezzania, A. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation European tion / A. Mezzania, P. Agostonib, A. Cohen-Solald // Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilita. — 2009. — Vol. 16. — P.249—267.
5. Тавровская, Т.В. Велозргометрия: практическое пособие для врачей / Т.В. Тавровская. — СПб., 2007. — С.4—26, 68—71.

6. *Sherwood, L.* The respiratory system / L. Sherwood // *Fundamentals of Human Physiology.* — 4th ed. (Chapter 12). — 2011. — P.344—435.
7. *Wasserman, K.* Coupling of external to cellular respiration during exercise: the wisdom of the body revisited / K. Wasserman // *Am. J. Physiol.* — 1994. — Vol. 266(4/1). — P.519—539.
8. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. — 8th ed. — Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. — P.286—299.
9. *Forman, D.* Cardiopulmonary exercise testing: Relevant but underused / D. Forman, J. Myers, C.J. Lavie [et al.] // *Postgrad. Med.* — 2010. — Vol. 122(6). — P.68—86.

REFERENCES

1. *Kerbikov, O.B.* Kardiopul'monal'noe nagruzochnoe testirovanie v klinicheskoi praktike [Cardiopulmonary exercise testing in clinical practice] / O.B. Kerbikov, A.V. Aver'yanov, E.N. Borskaya, T.V. Krutova // *Zhurnal klinicheskaya praktika [Zhurnal clinical practice].* — 2012. — № 2. — S.58—70.
2. *Balady, G.J.* Clinician's Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults: A Scientific Statement From the American Heart Association / G.J. Balady, R. Arena, K. Sietsema [et al.] // *Circulation.* — 2010. — Vol. 122. — P.191—225.
3. *Mustafina, M.H.* Kardiorespiratornyi nagruzochnyi test [Cardiopulmonary exercise testing] / M.H. Mustafina,

- A.V. Chernyak // *Atmosfera. Pul'monologiya i allergologiya [Zhurnal Atmosphere. Pulmonology and allergology].* — 2013. — № 3. — S.56—62.
4. *Mezzania, A.* Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation European tion / A. Mezzania, P. Agostonib, A. Cohen-Solald // *Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilita.* — 2009. — Vol. 16. — P.249—267.
5. *Tavrovskaya, T.V.* Veloergometriya: prakticheskoe posobie dlya vrachei [Veloergometry. A practical guide for physicians] / T.V. Tavrovskaya. — SPb., 2007. — S.4—26, 68—71.
6. *Sherwood, L.* The respiratory system / L. Sherwood // *Fundamentals of Human Physiology.* — 4th ed. (Chapter 12). — 2011. — P.344—435.
7. *Wasserman, K.* Coupling of external to cellular respiration during exercise: the wisdom of the body revisited / K. Wasserman // *Am. J. Physiol.* — 1994. — Vol. 266(4/1). — P.519—539.
8. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. — 8th ed. — Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. — P.286—299.
9. *Forman, D.* Cardiopulmonary exercise testing: Relevant but underused / D. Forman, J. Myers, C.J. Lavie [et al.] // *Postgrad. Med.* — 2010. — Vol. 122(6). — P.68—86.

Принята 11.08.2014

© Г.Р. Рувинская, Ю.В. Фазылова, 2015

УДК 616.314.18-002-085

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОТИВОМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ В ЛЕЧЕНИИ ОБРАТИМЫХ ПУЛЬПИТОВ БИОЛОГИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

ГУЗЕЛЬ РЕНАДОВНА РУВИНСКАЯ, канд. мед. наук, доцент кафедры терапевтической детской стоматологии и ортодонтии ГБОУ ДПО «Казанская государственная медицинская академия» Минздрава России, Казань, Россия, тел. 8-917-278-98-34, e-mail: guzelruv@mail.ru

ЮЛИЯ ВИЛЬДАНОВНА ФАЗЫЛОВА, канд. мед. наук, доцент кафедры терапевтической стоматологии ГБОУ ВПО «Казанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Казань, Россия, тел. 8-903-341-63-82, e-mail: fazylovayulia@mail.ru

Реферат. Цель исследования — провести клиническую оценку эффективности комбинированных препаратов, содержащих кортикостероид местного действия, при лечении обратимых форм пульпита биологическим методом. *Материал и методы.* Проведен анализ лечения 17 пациентов с острым очаговым серозным пульпитом, гиперемией пульпы по результатам электровозбудимости пульпы, рентгенологической картине периапикальных тканей, оценке болевого синдрома с помощью числовой ранговой шкалы. *Результаты и их обсуждение.* Установлено, что при применении комбинированного средства, содержащего антибиотик и кортикостероид местного действия, развивается выраженный обезболивающий эффект, возникающий в 22% случаев в первые часы после наложения препарата, в 66,7% — в течение одних суток. Обосновано применение пасты, содержащей антибиотик и кортикостероид местного действия, для сохранения жизнеспособности пульпы, за счет выраженного противовоспалительного и антимикробного действия, наступающего на 2—3-и сут от начала лечения и сохраняющегося в течение всего реабилитационного периода у 77,8% пациентов.

Ключевые слова: пульпит обратимый, биологический метод лечения.

EFFICIENCY OF ANTIMICROBIC TREATMENT IN TREATMENT OF REVERSIBLE PULPITISES BY THE BIOLOGICAL METHOD

GUZEL R. RUVINSKAYA, Ph.D., associate professor of Department of therapy pediatric and orthodontic dentistry of SBEI APE «Kazan State Medical Academy», Russia, Kazan, tel. 8-917-278-98-34 e-mail: guzelruv@mail.ru

JULIA V. FAZYLOVA, Ph.D., associate professor of Department of therapy, pediatric and orthodontic dentistry of SBEI APE «Kazan State Medical University», Russia, Kazan, tel. 8-903-341-63-82, e-mail: fazylovayulia@mail.ru

Abstract. The purpose of the study was to conduct a clinical evaluation of the effectiveness of combination products containing topical corticosteroids for the treatment of reversible forms of pulpitis by biological method. *Material and methods.* We analyzed the treatment of 17 patients with acute focal serous pulpitis, hyperemia of the pulp by the results of the pulp electroexcitability, X-ray pattern of the periapical tissues, assessment of pain using a numeric rank scale. *Results and discussion.* We demonstrated that the application of combined drugs containing an antibiotic and topical