

Хроническая обструктивная болезнь легких и тест 6-минутной ходьбы

Абросимов Владимир Николаевич,

д.м.н., профессор, заведующий кафедрой терапии и семейной медицины ФДПО, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, abrosimov_v@mail.ru

Агеева Кира Александровна,

ассистент кафедры инфекционных болезней с курсом инфектологии ФДПО, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, inf-disease@mail.ru

Перегудова Наталия Николаевна,

ассистент кафедры терапии и семейной медицины ФДПО, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, docperegudova@yandex.ru

Филатова Татьяна Евгеньевна,

к.м.н., ассистент кафедры внутренних болезней и поликлинической терапии, ФГБОУ ВО «Рязанский государственный медицинский университет имени акад. И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, tef1972@rambler.ru

Тест 6-минутной ходьбы (6MWT) является ключевым в функциональной диагностике ХОБЛ и используется для определения толерантности к физической нагрузке. У больных ХОБЛ важным является анализ реакции дыхательной системы на физическую нагрузку. В статье приведен анализ исследований с использованием 6MWT у здоровых обследуемых и пациентов с ХОБЛ. Применение дополнительных методов, в частности капнографии, может быть использовано как метод объективной оценки реакции дыхательной системы на физическую нагрузку. Ключевые слова: тест 6-минутной ходьбы (6MWT), ХОБЛ, капнография.

Своевременная диагностика и адекватное лечение хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) имеет важное медико-социальное значение в связи с большой распространенностью заболевания, тяжестью клинических проявлений и частотой развития выраженного бронхообструктивного синдрома, прогрессирующей дыхательной недостаточности и хронического легочного сердца, являющихся основными причинами снижения качества жизни, утраты трудоспособности и преждевременной смерти больных ХОБЛ [1]. В настоящее время ХОБЛ занимает одно из ведущих мест среди всех причин смерти в промышленно развитых странах [1].

ХОБЛ вызвана воспалением дыхательных путей (повышением сопротивляемости дыхательных путей) и разрушением альвеол (уменьшение упругой отдачи), что приводит к «захвату» воздуха (GOLD, 2013) [1], в связи с чем одышка является наиболее частым симптомом ХОБЛ. Кроме того, воспаление при ХОБЛ проявляется не только в дыхательной системе, но и в системе кровообращения, так называемые «системные эффекты ХОБЛ», такие как атрофия скелета, дисфункция и сердечно-сосудистые заболевания. Возникновение одышки и системные эффекты ХОБЛ приводят к ограничению активности и физических нагрузок при прогрессирующей болезни.

Универсальным средством оценки уровня физической работоспособности и определения механизмов нарушений толерантности к физической нагрузке являются кардиопульмональные тесты с физической нагрузкой (cardiopulmonary exercise testing — CPET), считающиеся золотым стандартом для изучения уровня ограничения упражнений и его причин. CPET обеспечивает всестороннюю оценку интегративных ответов, связанных с легочной, сердечно-сосудистой, гемопозитической, нейропсихологической и скелетной системами.

CPET — высокоинформативные методы. Они позволяют не только объективно оценить степень нарушений толерантности к физической нагрузке и определить основные механизмы этих расстройств, но и оказать существенную помощь в установлении диагноза ряда заболеваний и патологических состояний, таких как астма физического усилия, ишемия сердца; в оценке одышки неясного генеза; в дифференциальной диагностике между одышкой сердечного и легочного генеза; при подозрениях на скрытую кардиальную патологию, окклюзию легочных сосудов; в оценке риска предстоящих оперативных вмешательств; в экс-

пертизе утраты трудоспособности [2]. Вместе с тем СРЕТ требуют значительного количества дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала, они достаточно сложны в исполнении и по этим причинам не нашли широкого применения в практике [3,4,5]. В связи с чем в последние годы активное развитие получила разработка более простых, не требующих сложного оборудования функциональных тестов с ходьбой (Functional Walk Tests — FWT), которые позволяют оценить уровень повседневной активности больных, поскольку предусматривают использование нагрузки на субмаксимальном уровне [3,4,5]. При этом оценивается именно тот вид нагрузки, который используется в повседневной жизни больных, то есть ходьба [5].

Впервые тест с ходьбой в 1963 году провел Balke для оценки физической формы обследуемых. Соорег использовал 12-минутный шаговый тест у здоровых военнослужащих военно-воздушных сил, чтобы продемонстрировать сильную корреляцию между максимальным потреблением кислорода и максимальными упражнениями. McGuffin использовал тест с ходьбой для оценки инвалидности у пациентов с ХОБЛ. 6-минутный шаговый тест был введен в качестве функционального теста физических упражнений Lipkin в 1986 году, результаты которого коррелировали с 12-минутным шаговым тестом и велоэргометрией. [7].

Существуют различные виды тестов с ходьбой:

- Тесты с фиксированным временем исследования — проба с 2-минутной ходьбой (2-min walk test — 2MWT), 5-минутной (5MWT), 6-минутной (6MWT), 9-минутной (9MWT) и 12-минутной (12MWT) [8,9,10].

- Тесты с фиксированной дистанцией — 100 м, 1 миля, 2 км [11,12,13,14].

- Тесты, основанные на оценке скорости ходьбы в ответ на стандартные инструкции: "идите в нормальном темпе", "не быстро и не медленно", "несколько быстрее, но без излишнего напряжения" (self-paced walk test — SPWT) [15].

- Тесты с заданной скоростью ходьбы — шаттл-тест с возрастающим темпом ходьбы (incremental shuttle walk test — SWT) [16].

Наибольшее распространение у больных заболеваниями легких получили тест с 6-минутной ходьбой [2,10,11,18,19] и шаттл-тест с возрастающей скоростью ходьбы [3,4,5,8,9,10,15,16].

В 2002 году ATS [17] изложили руководящие принципы (протокол) для 6MWT, где был проанализирован физиологический ответ на физические нагрузки.

6MWT проводится в соответствии со стандартным протоколом, согласно которому пациенты должны быть проинструктированы о целях теста, им предлагается ходить по измеренному коридору в своем собственном темпе, стараясь пройти максимальное расстояние в течение 6 мин.

У пациентов с долговременной кислородной терапией 6MWT можно проводить с переносным кислородом.

6MWT должен выполняться специалистом, сертифицированным в сердечно-легочной реанимации на базовом уровне жизнеобеспечения, хотя желательно провести расширенную сертификацию поддержки сердечной жизни. Пациентам разрешается останавливаться и отдыхать во время теста, однако они должны возобновлять ходьбу, когда они сочтут это возможным. Во время ходьбы разрешается подбадривать пациентов фразами: "Все идет хорошо", "Продолжайте в том же темпе".

Пациенты должны прекратить ходьбу при возникновении следующих симптомов: очень тяжелая одышка, боль в грудной клетке, головокружение, боль в ногах, а также при снижении SaO₂ до 80–86%, признаки сильного стресса, путаницы, головокружения, потоотделения, тяжелой усталости.

Во время проведения теста оцениваются следующие параметры (до начала выполнения ТШХ в течение 5 мин, во время физических нагрузок в течение 6 мин и в фазу восстановления в течение 10 мин):

- Частота сердечных сокращений

- Электрокардиограмма

- Частота дыхания

- Артериальное давление (включая систолическое артериальное давление, диастолическое артериальное давление, среднее артериальное давление)

- Периферическое насыщение кислородом (SpO₂)

- одышка по шкале Borg [20]

- Количество шагов 6-минутного теста ходьбы

- Расстояние, пройденное за 6 минут ходьбы

Дистанция, пройденная в течение 6 мин (6MWD), измеряется в метрах и сравнивается с должным показателем 6MWD (и).

6MWD (и) вычисляется по нижеприведенным формулам, которые учитывают возраст в годах, массу тела в кг, рост в см, индекс массы тела (ИМТ — отношение массы тела в кг к квадрату роста в м).

Для мужчин

$$6MWD (и) = 7,57 * \text{рост} - 5,02 * \text{возраст} - 1,76 * \text{масса} - 309 \text{ или}$$
$$6MWD (и) = 1140 - 5,61 * \text{ИМТ} - 6,94 * \text{возраст.}$$

Для женщин

$$6MWD (и) = 2,11 * \text{рост} - 2,29 * \text{масса} - 5,78 * \text{возраст} + 667 \text{ или}$$
$$6MWD (и) = 1017 - 6,24 * \text{BMI} - 5,83 * \text{возраст.}$$

Нижняя граница нормы = 6MWD (и) — 139 м.

Показания:

- ответ на медицинские вмешательства у пациентов с тяжелыми сердечно-легочными заболеваниями.

- однократное измерение функционального статуса в качестве критерия легочной привязанности и инвалидности.

- измерение функционального статуса до и после хирургического вмешательства.

- показатели сердечно-легочной заболеваемости и смертности.

Противопоказания

Инфаркт миокарда в предыдущем месяце, нестабильная стенокардия, частота сердечных со-

кращений > 120/мин, систолическое АД > 180 мм рт. ст., Диастолическое АД >100 мм рт. ст., обморок, артрит, скелетные или нервно-мышечные заболевания. Стабильная стенокардия не является абсолютным противопоказанием (после приема антиангинальных препаратов

Преимущества 6MWT

6MWT прост в выполнении, не требует сложного оборудования и может проводиться как в стационарных, так и в амбулаторных условиях. Тест позволяет оценить уровень повседневной активности больных. Результаты 6MWT хорошо коррелируют с показателями качества жизни и могут быть использованы в качестве дополнительных критериев оценки эффективности лечения и реабилитации больных.

Недостатки 6MWT

Результаты проведения 6MWT в значительной мере определяются влиянием субъективных факторов, основным из которых является характер мотивации пациента [14].

Мы провели анализ нескольких исследований, сделанных во всем мире у здоровых взрослых, в которых использовали 6MWD [3,16, 20-33].

В исследовании, опубликованном Enright & Sherril [3], было установлено, что возраст, пол и вес были независимым фактором, связанным с 6MWD. Они провели 6MWT 117 здоровым мужчинам и 173 здоровым женщинам в возрасте от 40 до 80 лет, медианное расстояние - 576 м для мужчины и 494 м для женщин. Данными исследователями была выведена формула подсчета должного 6MWD (см. выше). Средние значения 6MWD, описанные в различных исследованиях [20-33], составляли 613 ± 93 м и 659 ± 62 м для здоровых субъектов европейской и кавказской расы соответственно.

В исследованиях Devasahayam и др. [22] дистанция, пройденная за 6 минут, у 281 здорового взрослого обследуемого составила $480 \pm 62,33$ м, а в исследованиях Sivaranjani SS и др. [23] у 60 здоровых субъектов - $445 \pm 55,64$ м).

Al Ameri [24] изучил 129 пациентов Саудовской Аравии с ХОБЛ, легочной гипертензией, средняя дистанция 6MWT составила 341 ± 70 м.

В исследовании, проведенном Paul Enright & D Sherril [3] дистанция 6MWT (6MWD) у здоровых взрослых мужчин составила в среднем 576 м, а у женщин 494 м. В исследовании, проведенным Devasahayam et al. [22] - среднее 6MWD было 524 м и 425 м у мужчин и женщин, S. Sivaranjani S и др. [23] 6MWD составили $482 + 45,89$ и $408 + 29,86$ м у мужчин и женщин соответственно.

Таким образом, 6MWD может варьировать у здоровых пациентов.

Показания к проведению клинических испытаний с физической нагрузкой у пациентов с ХОБЛ включают:

- оценку физической работоспособности;
- помощь в диагностике причин ограничения упражнений и симптомов;
- оценку факторов, способствующих ограничению физических упражнений;

-назначение программы обучения физической подготовке;

-оценку потребности в конкретной терапии, которая может улучшить эффективность упражнений, например, кислородная терапия во время тренировок;

-оценку реакцию на терапию, например, легочная реабилитация.

Возможными методами оценки физической работоспособности являются полевые испытания (шестиминутные и шаттл-тесты) и кардиопульмональные тесты с физической нагрузкой (СРЕТ).

Как известно, ОФВ1 (FEV1) часто используется для оценки тяжести заболевания; Однако пациенты с ХОБЛ имеют системные проявления, которые не отражаются в FEV1. Исследователями было выявлено несколько факторов, которые прогнозируют плохую выживаемость при ХОБЛ, в том числе низкий FEV1, активное курение, гипоксемия, плохое питание, наличие *cog pulmonale*, тахикардия, более низкая способность к физической нагрузке, тяжелая одышка.

В исследовании, выполненном Casanova C, et al. [21] для 576 пациентов с ХОБЛ с широким спектром обструкции воздушного потока, наблюдаемых в 4 центрах в двух странах, сообщили о значении 6MWD и SpO2 в течение 6MWT, 6MWD был хорошим независимым предиктором всех причин и респираторной смертности, особенно для группы с FEV1<90%.

В исследовании Kadikar [34] было показано, что толерантность к физической нагрузке и кислородная десатурация во время 6MWT является предиктором смертности у пациентов с ХОБЛ. Показатели, полученные во время физической нагрузки, оказались лучшими предикторами прогноза, чем измерения функции легких, полученные в состоянии покоя.

У больных с ХОБЛ имеет место целый ряд объективных факторов, затрудняющих интерпретацию 6MWT. При заболеваниях легких в ограничении толерантности к физической нагрузке имеет значение целый ряд причин — бронхиальная обструкция, нарушения диффузии, эластических свойств легких, вентиляционно-перфузионные расстройства. Все эти факторы влияют на физическую работоспособность по-разному. При этом, больные с различными нозологическими формами по-разному субъективно воспринимают одышку, в связи с чем при интерпретации результатов нагрузочных тестов объединять их в одну группу ошибочно. Наблюдаемые при физической работе изменения дыхания обеспечиваются сложным комплексом механизмов. Однако из-за индивидуально лимитирующих факторов биомеханики дыхания, особенностей человека, не всегда удается при выполнении одной и той же нагрузки полностью объяснить точное соответствие вентиляции легких уровню метаболизма [35,35,37].

Например, у больного ХОБЛ с гипоксемией и гиперкапнией в покое повышается порог чувствительности хеморецепторов синокаротидной зоны к

гипоксическому стимулу и дыхательного центра к CO₂. Кроме того, хроническая гипоксемия обуславливает включение компенсаторных механизмов (например, увеличение содержания гемоглобина), в том числе и на уровне тканевого дыхания. В результате уменьшается значение одышки как лимитирующего фактора при выполнении теста с физической нагрузкой, и больной с гипоксемией и гиперкапнией в покое может показать хорошие результаты 6MWT. Однако это не означает, что результаты теста отражают уровень повседневной активности больного [37]. Просто больной выполнил нагрузку, превышающую по объему субмаксимальный уровень из-за низкого восприятия одышки как лимитирующего фактора. При этом объективные лабораторные показатели (например, PaO₂ и PaCO₂) в результате проведения теста значительно ухудшатся, увеличится степень ацидоза и как следствие — слабость, переутомление на долгие часы.

Известно, что определение парциального давления углекислоты в альвеолярном воздухе является методом оценки соответствия вентиляции и интенсивности газообмена. Уровень PaCO₂ интегрально отражает деятельность системы внешнего дыхания [36,37]. Капнографическое исследование является ведущим в диагностике гипокапнических нарушений газообмена — основного критерия гипервентиляции. Снижение PaCO₂ — прямое свидетельство альвеолярной гипервентиляции. Решающим для объективного подтверждения гипервентиляции служат низкие значения PaCO₂ в покое или после пробы с произвольной гипервентиляцией [38].

Применение капнографии во время выполнения 6MWT у пациентов с ХОБЛ может быть использована как метод объективной оценки реакции дыхательной системы на физическую нагрузку (динамическая капнография). Это позволит выявить индивидуальные различия реакции дыхания у больных ХОБЛ, часто ассоциированных с более выраженной одышкой.

Заключение

ХОБЛ является актуальным медико-социальным заболеванием, которое не только влияет на качество жизни пациента, но также является бременем для семьи пациента и общества в целом. Улучшения в диагностике и лечении могут помочь свести к минимуму проблемы, однако на первом этапе стоит ранняя диагностика. Несмотря на то, что для этой цели существует множество различных протоколов обследований, все еще существует потребность в простом методе диагностики.

6MWT представляет собой простой, недорогой и эффективный инструмент оценки функциональной способности пациентов с ХОБЛ. Многочисленные исследования продемонстрировали, что 6MWT является безопасным методом оценки функционального статуса обследуемого. Его достоверность и воспроизводимость изучались в нескольких популяциях по всему миру [20-33].

6MWD является полезным маркером для тяжести и прогрессирования заболевания. Основным

недостатком 6MWT является отсутствие конкретизации о причине ограничения выполнения данного теста.

Дополнение 6MWT динамической капнографией у пациентов с ХОБЛ может быть использована как метод объективной оценки реакции дыхательной системы на физическую нагрузку, что позволит выявить индивидуальные различия реакции дыхания у больных ХОБЛ на нагрузку.

Литература

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2015 update. [Internet]. [cited 2016 Jul 27]. Available from: http://www.goldcopd.it/materiale/2015/GOLD_Report_2015.pdf
2. Weisman I. M., Zeballos R. J. Cardiopulmonary exercise testing // Pulmonary Critical Care Update series. — 1995. — Vol. 11. — P. 1–9.
3. Alison, Anderson (1981) Six-minute walk test and exercise prescription. Phys Ther 61: 1278-1280.
4. Leach (1992) Improvement in the performance of test with training effects and oxygen supplementation. Thorax 47: 781-789.
5. Probst (2005) Standardized encouragement, medications and use of a wheeled walking frame. Chest 126: 1102-1107.
6. Qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests in the cardiorespiratory domain / Solway S., Brooks D., Lacasse Yv., Thomas S. // Chest. — 2001. — Vol. 119, No 1. — P. 256–270.
7. Nishant Kumar Chauhan, Parul Sanwaria, Surjit Singh., Naveen Dutt, Lokesh Saini, Sunil Kumar, Ashok Kuwal, Suryakant, Ajay Kumar Verma. Correlation between FEV1 Percentage Predicted and 6 Minute Walk Distance In Patients of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Indian J Physiol Pharmacol 2017; 61(1) : 38–42.
8. Buland R. J., Pang J., Gross E. R. Two — , six, and 12 — minute walking tests in respiratory disease // BMJ. — 1982. — Vol. 284. — P. 1607–1608.
9. Kaddoura S., Patel D., Parameshwar J. Objective assessment of the response to treatment of severe heart failure using a 9 — min walk on a patient — powered treadmill // J. Card. Fail. — 1996. — Vol. 2. — P. 133–139.
10. Knox A. J., Morrison J. F., Muers M. F. Reproducibility of walking test results in chronic obstructive airways disease // Thorax. — 1988. — Vol. 43. — P. 388–392.
11. Donnelly J. E., Jacobsen D. J., Jakicic J. M. Estimation of peak oxygen consumption from a sub — maximal half mile walk in obese females // Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord. — 1992. — Vol. 16. — P. 585–589.
12. Laukkanen R., Oja P., Pasanen M. Validity of a two kilometre walking test for estimating maximal aerobic power in overweight adults // Int. J. Obes. — 1992. — Vol. 16. — P. 263–268.
13. Morice A., Smithies T. The 100 m walk: a sample and reproducible exercise test // Br. J. Dis. Chest. — 1984. — Vol. 78. — P. 392–394.

14. Oja P., Laukkanen R., Pasanen M. A 2 — km walking test for assessing cardio-respiratory fitness of healthy adults // *Int. J. Sports Med.* — 1991. — Vol. 12. — P. 356–362.
15. Basse E. J., Fentem P. H., MacDonald I. C. Self — paced Walking as a method for exercise testing in elderly and young men // *Clin. Sci. Mol. Med.* — 1976. — Vol. 51. — P. 609–612.
16. Singh S. The use of field walking test for assessment of functional capacity in patient with chronic airways obstruction // *Physiotherapy.* — 1992. — Vol. 78. — P. 102–104.
17. American Thoracic Society (ATS) Statement guidelines, for the six-minute walk test. *AM.J. Respir. Crit. Med.* 2002; 166:111-117.
18. Pulmonary Rehabilitation Toolkit (2006) assessing exercise and standardization of 6 MWT <http://www.pulmonaryrehab.com.au>.
19. Enright PL, Sherrill DL Reference equations for the six-minute walk test in healthy adults, *Am.J. Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1384-1387.
20. Borg G. A. V. Psycho — physical bases of perceived exertion // *Med. Sci Sports Exerc.* — 1982. — Vol. 14. — P. 377–381.
20. Basse E. J., Fentem P. H., MacDonald I. C. Self — paced Walking as a method for exercise testing in elderly and young men // *Clin. Sci. Mol. Med.* — 1976. — Vol. 51. — P. 609–612.
21. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, et al. (2011) The 6-min walk distance in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J* 37(1): 150-156.
22. Devasahayam, Christopher J, Naziya Tabasum (2007) 6MWD reference equation in healthy Indians, E-poster P-3526 European respiratory Annual congress 15-19.
23. Sivaranjini S1, Vanamail P, Eason J (2010) Six minute walk test in people with tuberculosis sequelae. *Cardiopulm Phys Ther J* 21(3): 5-10.
24. Hatem FS Al Ameri (2006) 6MWT in respiratory diseases: A university hospital experience. *Annals of Thoracic Medicine* 1(1): 16-19.
25. Bradley J., Howard J., Wallace E. Reliability, Repeatability, and Sensitivity of the Modified Shuttle Test in Adult Cystic Fibrosis // *Chest.* — 2000. — Vol. 117. — P. 1666–1671.
26. Brolin S.E., Cecins N. M., Jenkins S. C. Questioning the use of heart rate and dyspnea in the prescription of exercise in subjects with chronic obstructive pulmonary disease // *J. Cardiopulm. Rehabil.* — 2003. — Vol. 23, No 3. — P. 228–234
27. Buland R. J., Pang J., Gross E. R. Two — , six, and 12 — minute walking tests in respiratory disease // *BMJ.* — 1982. — Vol. 284. — P. 1607–1608.
28. Cahalin L., Pappagianopoulos P., Prevost S. The relationship of the 6 — min walk test to maximal oxygen consumption in transplant patients with end — stage lung disease // *Chest.* — 1995. — Vol. 108. — P. 452–459.
29. Carter R., Holiday D. B., Nwasuruba C. 6 — minute Walk Work for Assessment of Functional Capacity in Patient With COPD // *Chest.* — 2003. — Vol. 123. — P. 1408–1415.
30. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: indications, standardization and interpretation strategies / Roca J., Whipp B. J., Agusti A. G. N. et al. // *Eur. Respir. J.* — 1997. — Vol. 10. — P. 2662–2689.
31. Donnelly J. E., Jacobsen D. J., Jakicic J. M. Estimation of peak oxygen consumption from a sub — maximal half mile walk in obese females // *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* — 1992. — Vol. 16. — P. 585–589.
28. Dyer C. A. E., Singh S. J., Stockley R. A. The incremental shuttle walking test in elderly people with chronic airflow limitation // *Thorax.* — 2002. — Vol. 57. — P. 34–38.
32. Enright P. L., Sherrill D. L. Reference equations for the six — minute walk in healthy adults // *Am. Respir. Crit. Care Med.* — 1998. — Vol. 158. — P. 1384–1387.
33. Enright P. L. The six — minute walk test // *Respir. Care.* — 2003. — Vol. 48, No 8. — P. 783–785.
33. Gallagher C. Exercise and chronic obstructive pulmonary disease // *Med. Clin. N. Am.* — 1990. — Vol. 74. — P. 619–641.
34. Kadikar A., Maurer J., Kesten S. The six — minute walk test: a guide to assessment for lung transplantation // *J. Heart Lung Transplant.* — 1997. — Vol. 16. — P. 313–319.
35. Канаев Н.Н. Общие вопросы методики исследования и критерии оценки показателей дыхания // *Руководство по клинической физиологии дыхания* / Под ред. Л.Л.Шика, Н.Н.Канаева.-Л.: Медицина, 1980.-С.21-36.
36. Тетенов Ф.Ф. Биомеханика дыхания / Ф.Ф. Тетенов. — Томск, 1981. - 309с.
37. Тетенов Ф.Ф. Особенности механики дыхания при различных формах патологии бронхолегочной системы. Обоснование гипотезы о механической активности лёгких: автореф. дис. д-ра мед. наук / Ф.Ф. Тетенов.- М., 1976. — 50с.
38. Абросимов В.Н. «Порочные круги» одышки и ХОБЛ / В.Н. Абросимов // *Одышка и ассоциированные синдромы: сб. науч. тр. / под ред. проф. В.Н. Абросимова. - Рязань, 2005. - С. 7-15.*
39. Котова Т.Г., Гурин А.В. Новейшие исследования в области криохирургии новообразований лёгких // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.* 2015. № 12. С. 145-147.
40. Котова Т.Г., Цыбусов С.Н. Улучшение результатов лечения рака легкого путем оптимизации метода криодеструкции // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.* 2016. № 5. С. 79-81.
41. Котова Т.Г., Коченов В.И., Цыбусов С.Н., Гурин А.В. Расчет эффективного времени замораживания при криохирургии рака легкого // *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки.* 2016. № 4. С. 77-80.
42. Котова Т.Г., Коченов В.И., Цыбусов С.Н., Гурин А.В. Сравнительные результаты лечения гемангиом кожи методом криодеструкции и диа-

термокоагуляции // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2016. Т. 10. № 3. С. 194-199.

Chronic obstructive pulmonary disease and the 6-minute walk test

Ageeva K.A., Peregodova N. N., Abrosimov V.N., Filatova T.E.

Ryazan State Medical University

The 6-minute walk test (6MWT) is the key to the functional diagnosis of COPD and is used to determine exercise tolerance. It is important for patients with COPD to analyze the response of the respiratory system to physical activity. The article analyzes the studies using 6MWT in healthy subjects and patients with COPD. The use of additional methods, in particular capnography, can be used as a method of objective evaluation of the response of the respiratory system to physical activity.

Key words: 6-minute walk test (6MWT), COPD, capnography.

References

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease 2015 update. [Internet]. [Cited 2016 Jul 27]. Available from: http://www.goldcopd.it/materiale/2015/GOLD_Report_2015.pdf
2. Weisman I. M., Zeballos R. J. Cardiopulmonary exercise testing // *Pulmonary Critical Care Update series.* - 1995. - Vol. 11. - P. 1-9.
3. Alison, Anderson (1981) Six-minute walk test and exercise prescription. *Phys Ther* 61: 1278-1280.
4. Leach (1992) Improvement in the performance of the test with training effects and oxygen supplementation. *Thorax* 47: 781-789.
5. Probst (2005) Standardized encouragement, medications and use of a wheeled walking frame. *Chest* 126: 1102-1107.
6. Qualitative systematic tests in the cardiorespiratory domain / Solway S., Brooks D., Lacasse Yv., Thomas S. // *Chest.* - 2001. - Vol. 119, No. 1. - P. 256-270.
7. Nishant Kumar Chauhan, Parul Sanwaria, Surjit Singh., Naveen Dutt, Lokesh Saini, Sunil Kumar, Ashok Kuwal, Suryakant, Ajay Kumar Verma. Correlation between FEV1 Percentage Predicted and 6 Minute Walk Distance In Patients of Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Indian J Physiol Pharmacol* 2017; 61 (1): 38-42.
8. Buland R. J., Pang J., Gross E. R. Two -, six, and 12 - minute walking tests in respiratory disease // *BMJ.* - 1982. - Vol. 284. - P. 1607-1608.
9. Kaddoura S., Patel D., Parameshwar J. Using a 9-min walk on a patient-powered treadmill, *J. Card. Fail.* - 1996. - Vol. 2. - P. 133-139.
10. Knox A. J., Morrison J. F., Muers M. F. Reproducibility of walking test results in chronic obstructive airways disease // *Thorax.* - 1988. - Vol. 43.-P. 388-392.
11. Donnelly, J. E., Jacobsen, D. J., Jakicic, J. M. Estimation of the peak oxygen consumption from a sub-maximal half mile walk in obese females, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* - 1992. - Vol. 16.-P. 585-589.
12. Laukkanen R., Oja P., Pasanen M. Validity of a two kilometer walk test for estimating maximal aerobic power in overweight adults // *Int. J. Obes.* - 1992. - Vol. 16. - P. 263-268.
13. Morice A., Smithies T. The 100 m walk: a simple and reproducible exercise test // *Br. J. Dis. Chest.* - 1984. - Vol. 78.-P. 392- 394.
14. Oja P., Laukkanen R., Pasanen M. A 2 - km walking test for assessing cardio "Intensive J. Sports Med. -- 1991. - Vol. 12. - P. 356- 362.
15. Bassey, E. J., Fentem P.H., MacDonald I. C. Self-paced. Walking as a method for the exercise of testing in elderly and young men. *Clin. Sci. Mol. Med.* - 1976. - Vol. 51.-P. 609-612.
16. Singh S. The use of field walking test for assessment of the functional capacity in the patient with chronic airways obstruction // *Physiotherapy.* - 1992. - Vol. 78.-P. 102-104.
17. American Thoracic Society (ATS) Statement of guidelines, for the sixminute walk test. *AM.J. Respir. Crit.Med.*2002; 166: 111-117.
18. Pulmonary Rehabilitation Toolkit (2006) assessing exercise and standardization of 6 MWT <http://www.pulmonaryrehab.com.au>.
19. Enright PL, Sherill DL Reference for the six-minute walk test in healthy adults, *Am.J. Respir Crit Care Med* 1998; 158: 1384-1387.
20. Borg, G. A. V. Psycho-physical bases of perceived exertion, *Med. Sci Sports Exerc.* - 1982. - Vol. 14. P. 377-381.
20. Bassey, E. J., Fentem P.H., MacDonald I. C. Self-paced. Walking as a method for exercise in elderly and young men, *Clin. Sci. Mol. Med.* - 1976. - Vol. 51.-P. 609-612.
21. Casanova C, Celli BR, Barria P, Casas A, Cote C, et al. (2011) The 6-min walk in healthy subjects: reference standards from seven countries. *Eur Respir J* 37 (1): 150-156.

22. Devasahayam, Christopher J, Naziya Tabassum (2007) 6MWD reference equation in healthy Indians, E-poster P-3526 European respiratory Annual congress 15-19.
23. Sivaranjini S1, Vanamail P, Eason J (2010) Six minute walk, test in people with tuberculosis sequelae. *Cardiopulm Phys Ther J* 21 (3): 5-10.
24. Hatem FS Al Ameri (2006) 6MWT in respiratory diseases: A university hospital experience. *Annals of Thoracic Medicine* 1 (1): 16-19.
25. Bradley J., Howard J., Wallace E. Reliability, Repeatability, and Sensitivity of the Modified Shuttle Test in Adult Cystic Fibrosis // *Chest.* - 2000. - Vol. 117.-P. 1666-1671.
26. Brolin, S.E., Cecins, N.M., Jenkins, S.C., "Questioning the use of heart rate and dyspnea in the prescription of exercise in subjects with chronic obstructive pulmonary disease." *J. Cardiopulm. Rehabil.* - 2003. - Vol. 23, No. 3. - P. 228-234
27. Buland R. J., Pang J., Gross E. R. Two -, six, and 12 - minute walking tests in respiratory disease // *BMJ.* - 1982. - Vol. 284. - P. 1607-1608.
28. Cahalin L., Pappagianopoulos P., Prevost S. The relationship of the 6-minute walk test to maximal oxygen consumption in transplant patients with end-stage lung disease // *Chest.* - 1995. - Vol. 108.-P. 452-459.
29. Carter R., Holiday D. B., Nwasuruba C. 6-minute Walk Work for Assessment of Functional Capacity in Patient With COPD // *Chest.* - 2003. - Vol. 123.-P. 1408-1415.
30. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: indications, standardization and interpretation strategies / Roca J., Whipp BJ, Agusti AGN et al., *Eur. Respir J.* - 1997. - Vol. 10. - P 2662-2689.
31. Donnelly, J. E., Jacobsen, D. J., Jakicic, J. M. Estimation of the Maximum Oxygen Consumption from a sub-maximal half mile walk in obese females, *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* - 1992. - Vol. 16.-P. 585-589.
28. Dyer, C. A. E., Singh, S. J., Stockley, R., The incremental shuttle walk, *Thorax.* - 2002. - Vol. 57. - P. 34-38.
32. Enright P. L., Sherrill, D.L., Reference equations for the six-minute walk in heal of adults, *Am. Respir. Crit. Care Med.* - 1998. - Vol. 158.-P. 1384-1387.
33. Enright P. L. The six-minute walk test // *Respir. Care.* - 2003. - Vol. 48, No. 8. - P. 783-785.
33. Gallagher C. Exercise and chronic obstructive pulmonary disease // *Med. Clin. N. Am.* - 1990. - Vol. 74.-P. 619-641.
34. Kadikar A., Maurer J., Kesten S. The six-minute walk test: a guide to assessment for lung transplantation. *J. Heart Lung Transplant.* - 1997. - Vol. 16. - P. 313-319.
35. Kanaev NN General questions of the research methodology and criteria for assessing respiration rates // *Guide to clinical respiratory physiology*, Ed. LL Shika, NN Kanaeva.-L. : Medicine, 1980.-P.21-36.
36. Tetenev F.F. Biomechanics of respiration / F.F. Tetenev. - Tomsk, 1981. - 309s.
37. Tetenev F.F. Features of breathing mechanics for various forms of pathology of the bronchopulmonary system. Justification of the hypothesis of mechanical activity of the lungs: author's abstract. *Dis. Dr. med. Sciences / F.F. Tetenev, M., 1976. 50c.*
38. Abrosimov V.N. "Vicious Circles" of dyspnea and COPD / VN Abrosimov // *Dyspnea and Associated Syndromes: Sat. Sci. Tr. / Ed. Prof. V.N. Abrosimova. - Ryazan, 2005. - P. 7-15.*
39. Kotova T.G., Gurin A.V. The latest research in the field of cryosurgery of lung tumors // *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences.* 2015. No. 12. P. 145-147.
40. Kotova T.G., Tsybusov S.N. Improving the results of lung cancer treatment by optimizing the cryodestruction method // *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences.* 2016. No. 5. P. 79-81.
41. Kotova T.G., Kochenov V.I., Tsybusov S.N., Gurin A.V. Calculation of the effective freezing time for cryosurgery of lung cancer // *Modern Science: Actual Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences.* 2016. No. 4. P. 77-80.
42. Kotova T.G., Kochenov V.I., Tsybusov S.N., Gurin A.V. Comparative results of treatment of skin hemangiomas with cryodestruction and diathermocoagulation // *Bulletin of new medical technologies. Electronic edition.* 2016.V. 10. No. 3. S. 194-199.