Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры,
2021, Т. 98, №1, с. 64-70
https://doi.org/10.17116/kurort20219801164

Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy= Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoi fizicheskoi kultury
2021, Vol. 98. no. 1, pp. 64-70
https://doi.org/10.17116/kurort20219801164

Использование нагрузочных тестов и физических тренировок в легочной реабилитации

© М.И. ЧУШКИН[1], Л.А. ПОПОВА[1], С.Ю. МАНДРЫКИН[2], Н.Л. КАРПИНА[1]

[1]ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва, Россия;
[2]Многопрофильный медицинский центр Банка России, Москва, Россия

Резюме

Применение легочной реабилитации уменьшает симптомы, улучшает качество жизни и толерантность к физической нагрузке. В статье представлены описание показаний к проведению физических тренировок, их характеристика и оценка эффективности в процессе реабилитации больных с хроническими заболеваниями легких. Отмечено, что выполнение нагрузочных тестов (исследование с прогрессивным увеличением нагрузки на велоэргометре или тредмилле, нагрузочный тест с постоянной нагрузкой, тест с 6-минутной ходьбой, шаттл-тест с возрастающей нагрузкой и шаттл-тест с постоянной нагрузкой) целесообразно для назначения физических тренировок перед проведением курса реабилитации. Обязательным компонентом легочной реабилитации являются физические тренирующие программы на выносливость. Хороший дополнительный эффект дают тренировки на силу, гибкость и упражнения на мышцы верхних конечностей. Для оценки эффективности после завершения реабилитационных программ целесообразно выполнение тестов с физической нагрузкой. Для оценки эффективности реабилитации нагрузочный тест с постоянной нагрузкой и шаттл-тест с постоянной нагрузкой являются более чувствительными к изменениям, чем тесты с возрастающей нагрузкой.

Ключевые слова: *хронические заболевания легких, нагрузочные тесты, физические тренировки, легочная реабилитация, оценка эффективности.*

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:
Чушкин М.И. — https://orcid.org/0000-0001-8263-8240; eLibrary SPIN: 2568-6781
Попова Л.А. — https://orcid.org/0000-0003-2581-7351
Мандрыкин С.Ю. — https://orcid.org/0000-0003-0734-7421
Карпина Н.Л. — https://orcid.org/0000-0001-9337-3903
Автор, ответственный за переписку: Чушкин М.И. — e-mail: mchushkin@yandex.ru

КАК ЦИТИРОВАТЬ:
Чушкин М.И., Попова Л.А., Мандрыкин С.Ю., Карпина Н.Л. Использование нагрузочных тестов и физических тренировок в легочной реабилитации. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2021;98(1):64–70.
https://doi.org/10.17116/kurort20219801164

Use of exercise tests and physical training in pulmonary rehabilitation

© M.I. CHUSHKIN[1], L.A. POPOVA[1], S.YU. MANDRYKIN[2], N.L. KAPRINA[1]

[1]Central Research Institute of Tuberculosis, Moscow, Russia;
[2]Multidisciplinary Medical Center of the Bank of Russia, Moscow, Russia

Abstract

The use of pulmonary rehabilitation reduces symptoms, improves life quality and exercise tolerance. The article presents indications for physical training, their characteristics and assessment of their effectiveness in the rehabilitation of patients with chronic lung diseases. It was noted that the execution of exercise tests (a monitoring with a progressive load increase on a bicycle ergometer or treadmill, a test with a constant load, a 6-minute walk test, a shuttle test with an increasing load and a shuttle test with a constant load) is appropriate for physical training before rehabilitation course. Physical endurance training programs are an essential component of pulmonary rehabilitation. Strength training, flexibility training and upper limb exercises give a good additional effect. To assess the effectiveness after rehabilitation programs, it is advisable to perform tests with physical activity. To assess the effectiveness of rehabilitation, the constant load exercise test and the constant load shuttle test are more sensitive to changes than the increasing load tests.

Keywords: *chronic lung diseases, exercise tests, physical training, pulmonary rehabilitation, effectiveness evaluation.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Chushkin M.I. — https://orcid.org/0000-0001-8263-8240; eLibrary SPIN: 2568-6781
Popova L.A. — https://orcid.org/0000-0003-2581-7351
Mandrykin S.Yu. — https://orcid.org/0000-0003-0734-7421
Karpina N.L. — https://orcid.org/0000-0001-9337-3903
Corresponding author: Chushkin M.I. — e-mail: mchushkin@yandex.ru

TO CITE THIS ARTICLE:
Chushkin MI, Popova LA, Mandrykin SYu, Karpina NL. Use of exercise tests and physical training in pulmonary rehabilitation. *Problems of balneology, physiotherapy, and exercise therapy*. 2021;98(1):64—70. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/kurort20219801164

Главная задача реабилитации — восстановление нарушенной функции. При легочной реабилитации целью является улучшение функциональной способности кардиореспираторной системы [1, 2].

Легочная реабилитация — это комплекс терапевтических мероприятий, основанный на оценке состояния пациента, который включает физические тренировки (ФТ), образовательные программы, нутритивную и психологическую поддержку и направлен на улучшение физического и психологического состояния здоровья пациентов с хроническими заболеваниями легких [1—3].

Поскольку легочная реабилитация представляет собой комплекс мероприятий, то в зависимости от условий в процессе могут участвовать пульмонолог, врач функциональной диагностики, врач лечебной физкультуры, физиотерапевт, психотерапевт и специалист по лечебному питанию [1, 2, 4].

Физическая работоспособность менее 5 метаболических единиц (MET; 1 MET=3,5 мл/кг/мин потребления кислорода, что примерно соответствует потреблению кислорода в покое) является признаком высокого риска летальности, а увеличение физической работоспособности на каждые 1—2 MET способствует снижению риска летальности на 10—30% [5].

Для улучшения функциональных возможностей сердечно-легочной системы обязательным и основным компонентом легочной реабилитации являются физические тренирующие программы. Они включают тренировки на выносливость, силу (резистентность), упражнения, воздействующие на мышцы верхних конечностей [1—4, 6—10].

Наиболее точно интенсивность ФТ можно определить на основе результатов нагрузочного теста. В связи с этим перед проведением курса реабилитации для адекватной оценки физической работоспособности, назначения оптимальной интенсивности ФТ и последующей оценки эффективности реабилитационных программ целесообразно выполнение нагрузочных тестов, кардиопульмонального теста с газоанализом (эргоспирометрия). Показатели, полученные при эргоспирометрии, можно использовать для оценки причин низкой толерантности к физической нагрузке и риска осложнений тренировочных программ [8, 11—13].

Тип нагрузочного теста (тредмилл или велоэргометр) предпочтительнее выбирать в зависимости от планируемых тренировок. Поэтому, например, при планировании велотренировок целесообразно проведение нагрузочного теста на велоэргометре. Рассчитать оптимально тренировочную нагрузку на велотренажере на основе антропометрических данных и результата теста 6-минутной ходьбы (ТШХ) в 80% случаев не удается [2, 4, 5, 7, 14—17].

У пациентов без ишемической болезни сердца (ИБС) интенсивность нагрузки можно рассчитать. Для этого используют формулу максимальной должной частоты сердечных сокращений (ЧСС) (220 — возраст) при условии, что пациенты не принимают β-блокаторы. Проведение симптом-лимитированного нагрузочного теста показано перед началом ФТ умеренной (3—6 METs) или высокой (более 6 METs) интенсивности у пациентов со стабильной ИБС, кардиомиопатией, патологией клапанного аппарата сердца. Целью исследования является определение физической работоспособности, максимальной ЧСС, выявление ишемии, нарушений ритма и определение уровня безопасной физической нагрузки (интенсивность нагрузки должна быть ниже уровня возникновения любых ишемических проявлений на 10 уд/мин). Кроме того, у таких пациентов целесообразно проводить мониторирование ЭКГ в течение 6—12 первых тренировок или до того, как станет понятно, что интенсивность тренировок безопасна [2, 8, 11, 13].

В большинстве случаев легочную реабилитацию проводят у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) [2]. Рекомендовано при лечении ХОБЛ назначать легочную реабилитацию всем пациентам с объемом форсированного выдоха за 1-ю секунду ($ОФВ_1$) менее 50% должных величин. Целесообразно рассмотреть возможность проведения реабилитации пациентам с более легкой степенью ХОБЛ, у которых сохраняется симптоматика на фоне оптимальной медикаментозной терапии [18].

Согласно другим рекомендациям, использование показателей функции дыхания для направления на реабилитацию является спорным, поскольку корреляция между симптоматикой и степенью бронхиальной обструкции является слабой. Результаты ряда исследований показали, что реабилитация может иметь положительный эффект независимо от возраста и функционального статуса пациента. Кроме ХОБЛ

Таблица 1. **Правила проведения реабилитации у пациентов с хроническими заболеваниями легких [8]**
Table 1. **Rehabilitation rules for patients with chronic lung diseases**

Показатель Parameter	Тренировка на выносливость Endurance training	Силовая тренировка Strength training	Упражнения на гибкость Flexibility exercises
Частота Frequency	3—5 дней в неделю 3—5 days per week	2—3 дня в неделю (с перерывом в день) 2—3 days per week (one day break)	2—3 дня и более в неделю, оптимально ежедневно 2—3 days and more per week, daily is optimal
Интенсивность Intensity	Умеренной/высокой интенсивности (50—80% от максимальной нагрузки или 4—6 по шкале Борга 10) Moderate / high intensity (50—80% of maximum load or 4—6 on the Borg 10 scale)	Упражнения на силу: сначала 60—70% 1-RM*, затем 80% и более 1-RM Упражнения на силовую выносливость: менее 50% 1-RM Strength exercises: first 60—70% 1-RM*, then 80% or more 1-RM Strength endurance exercises: less than 50% 1-RM	
Время Time duration	20—60 мин в день; у тяжелых пациентов 20 мин и более (одним отрезком или несколько) 20—60 minutes a day; in severe patients 20 minutes or more (one continuous period or several interrupted ones)	Упражнения на силу: 2—4 подхода, 8—12 повторений; Упражнения на силовую выносливость: до 2 подходов, 15—20 повторений Strength exercises: 2—4 sets, 8—12 reps; Strength endurance exercises: up to 2 sets, 15—20 reps	10—30 с на упражнение, 2—4 повтора каждое упражнение 10—30 s per exercise, 2—4 repetitions each exercise
Тип Type	Ходьба, бег, велотренажер, тредмил Walking, running, exercise bike, treadmill	Свободный вес, тренажеры Free weight, exercise equipment	Упражнения на гибкость Flexibility exercises

Примечание. * — 1-RM (1-RM — one repetition maximum) — одно максимальное повторение.
Note. * — 1-RM — one repetition maximum.

легочная реабилитация показана пациентам с другими хроническими заболеваниями легких, особенно тем, кто был госпитализирован по поводу обострения заболевания или при сохранении симптомов на фоне терапии [2, 4, 6].

Таким образом, легочная реабилитация показана пациентам с ХОБЛ и другими хроническими заболеваниями легких, у которых сохраняются симптомы (одышка, нарушение толерантности к физической нагрузке) на фоне оптимальной медикаментозной терапии [4, 19—21] (симптоматическими считают пациентов ХОБЛ с 2 баллами и выше по шкале mMRC, 25 баллами и выше по анкете Госпиталя Святого Георга и 10 баллами и более по шкале CAT [20]).

Противопоказаний к проведению легочной реабилитации немного, они включают любые состояния, которые увеличивают риск осложнений в период проведения реабилитации или значительно затрудняют процесс реабилитации. В большинстве случаев реабилитационный процесс может быть адаптирован к состоянию больного [2]. Протипопоказания включают нестабильную стенокардию и неконтролируемую аритмию; высокое артериальное давление (более 180 мм в покое); острое системное заболевание, высокую температуру; тяжелое состояние вследствие болезни (например, недостаточность кровообращения или химиотерапия), которое может препятствовать участию пациента в реабилитации; инфекционные болезни, которые опасны для окружающих; нестабильные или тяжелые психосоматические расстройства, тяжелые когнитивные расстройства и другие [8, 15, 21].

Основные положения физических тренировок

Основные правила ФТ у пациентов с заболеваниями легких и сердца принципиально не отличаются от тренировок здоровых людей или спортсменов. Для того чтобы ФТ были эффективны, т.е. увеличивали функциональные возможности сердца и легких, их интенсивность должна превышать обычную ежедневную физическую активность. Кроме того, по мере улучшения физической работоспособности интенсивность ФТ должна прогрессивно увеличиваться [2, 10].

Каждая тренировка должна состоять из разминки (5—10 мин), основной части (20—60 мин), периода восстановления (5—10 мин) (10 мин) [8].

Основные положения назначения ФТ основаны на правилах FITT-VP (frequency, intensity, time, type, volume, and progression) — частота тренировок, интенсивность тренировок, продолжительность тренировок, тип упражнений, объем тренировок и увеличение нагрузок. [8, 10, 14] **(табл. 1)**.

Тренировки на выносливость. Аэробные тренировки являются наиболее важными упражнениями для улучшения толерантности к физической нагрузке [14]. Тренировки на выносливость или улучшение функциональных возможностей кардиореспираторной системы следует выполнять 3—5 раз в неделю. [2, 10]. Высокоинтенсивные тренировки более эффективны, чем ФТ с низкой интенсивностью. Однако следует учитывать, что больные легче переносят тренировки умеренной/низкой интенсивности и приверженность больных такому режиму лучше [1, 2, 5, 9]. Интервальные тренировки могут быть альтернативой у больных с тяжелой одышкой, которые тяжело

переносят высокоинтенсивную нагрузку. Для пациентов с тяжелой патологией целесообразно использовать велотренировки [2].

Интенсивность ФТ является ключевым фактором при проведении реабилитации. Существует несколько способов расчета интенсивности тренировок на основе нагрузочного теста. У больных с заболеваниями легких целесообразно проведение ФТ, которые составляют 40—60% от максимальной нагрузки, достигнутой при нагрузочном тесте [2, 8].

Более предпочтительным считают использование резерва ЧСС или резерва потребления кислорода (VO_2) [4, 8, 14, 22].

Резерв ЧСС/VO_2 можно рассчитать по формуле:

$$\text{Резерв} = \text{ЧСС}_{\text{покой}} + (\text{ЧСС}_{\text{макс}} - \text{ЧСС}_{\text{покой}}) \cdot \text{целевой \%}$$

или

$$\text{Резерв} = \text{VO}_{2\text{покой}} + (\text{VO}_{2\text{макс}} - \text{VO}_{2\text{покой}}) \cdot \text{целевой \%},$$

где VO_2 — максимальное потребление кислорода, достигнутое при нагрузочном тесте [23].

Для большинства здоровых лиц целесообразно выполнение физической нагрузки более 45—50% от резерва ЧСС/VO_2 [5, 10]. Пороговым значением для эффективной физической нагрузки (для увеличения физической работоспособности), вероятно, является 30% от резерва ЧСС/VO_2 [10].

Для оценки интенсивности нагрузки можно использовать шкалу Борга и разговорный тест. Исследования показали, что пациент способен свободно говорить при выполнении физической нагрузки до достижения анаэробного порога, а затрудненность разговора свидетельствует об интенсивности физической нагрузки на уровне анаэробного порога. По шкале Борга, интенсивность нагрузки должна соответствовать 4—6 баллам [2, 8, 24, 25].

Для реабилитации наиболее часто применяют велотренировки или упражнения на тредмилле. При отсутствии тренажеров можно использовать ходьбу [2, 9, 22, 26].

Упражнения следует выполнять в течение 20—60 мин. При невозможности выполнить длительную нагрузку упражнения можно разделить на меньшие отрезки (оптимально более 10 мин) [2, 8].

При ходьбе работает большее количество мышц, поэтому потребление кислорода примерно на 10—20% выше и, соответственно, метаболический эффект может быть сильнее, чем при велотренировках. В свою очередь, потребление кислорода при скандинавской ходьбе больше примерно на 20%, чем при ходьбе по ровной поверхности [11, 13, 27].

Для больных с тяжелой ХОБЛ целесообразно проведение тренировок низкой интенсивности. В последующем при хорошей переносимости интенсивность можно увеличивать. У больных с тяжелой ХОБЛ часто наблюдают тахикардию в покое, кроме того, некоторые лекарства увеличивают ЧСС. Поэтому использование VO_{2max} для назначения интенсивности нагрузки вместо ЧСС может быть предпочтительным [8].

Тренировки на развитие силы. Силовые тренировки являются одним из видов физических упражнений с использованием сопротивления. Для силовых упражнений можно использовать свободный вес, специальные тренажеры, эластичные ремни [2, 8, 28].

Целью тренировок на развитие и сохранение силы мышц является профилактика остеопороза, увеличение силы мышц и ежедневной физической активности [2, 29].

В настоящее время не существует четких рекомендаций по выбору режима силовых упражнений. Американский колледж спортивной медицины рекомендует проводить тренировки на силу (или резистентность) 2—3 раза в неделю. Для упражнений на каждую группу мышц следует выполнять 1—3 подхода по 8—12 повторений. Сначала следует использовать 60—70% от одного максимального повторения (1-RM — one repetition maximum), затем при хорошей переносимости нагрузку можно увеличивать на 5—10% до достижения 60—80% от 1-RM. Добавление силовых упражнений к тренировкам на выносливость значительно увеличивает эффективность реабилитационных мероприятий [4, 8, 28].

Упражнения на мышцы верхних конечностей. Этот тип тренировок менее эффективен, чем упражнения на мышцы нижних конечностей, однако сочетание упражнений для верхних и нижних конечностей может быть эффективнее, чем изолированное использование ходьбы или велотренировок. [1, 2].

Тренировки на гибкость. Целью упражнений на гибкость является увеличение объема движений в суставах и растяжимость мышц верхних и нижних конечностей. Выполнять упражнения на гибкость следует более 3 раз в неделю, лучше ежедневно [2, 8].

Упражнения на дыхательную мускулатуру. Слабость дыхательной мускулатуры способствует возникновению одышки и ограничению физической активности. Силу дыхательной мускулатуры оценивают с помощью PI_{max} (максимальное давление в полости рта, развиваемое пациентом во время максимального вдоха), и, соответственно, упражнения на дыхательную мускулатуру должны быть направлены на увеличение PI_{max} (тренировка инспираторной мускулатуры). Упражнения на дыхательную мускулатуру могут быть полезны в комплексе с тренировками на выносливость, особенно у пациентов со слабостью дыхательной мускулатуры (PI_{max}<60 см вд.ст). Для упражнений наиболее часто используют сопротивление на вдохе, которое должно быть не менее 30% PI_{max}. Тренировки дыхательной мускулатуры выполняют 1—2 раза в день по 15 мин [1, 2, 4, 8, 9].

Термин «доза физических тренировок» означает количество энергии, затраченной при тренировке. Дозу ФТ измеряют в килокалориях (ккал) или МЕТ·мин. Для учета объема тренировок используют

Таблица 2. Наиболее часто используемые тесты [12]

***Table 2.* Most commonly used tests**

Тест, параметр Test, parameter	Параметр/Parameter	MCID	Повторяемость Repeatability	Изменения при реабилитации Changes during rehabilitation
НТ/ET	VO_{2max}	—	5—10%	0,1—0,5 л/мин, 1—1,5 мл/кг/мин или 10—40% (11% в среднем) 0.1—0.5 l/ min, 1—1.5 ml/kg/min or 10—40% (11% on average)
	WR_{peak}	4±1 ватт 4±1 watt	5—10%	6,8 ватт 6,8 watt
НТ-П/CLT	T_{lim}	105 с 105 s	5—10%	105 с или 33% 105 s or 33%
ШТ/ST	Дистанция Distance	47 м 47 m	—	38 м 38 m
ШТ-П/ST-C	Время Time	56—71 с 56-71 s	7±72 с 7±72 s	Более 100 с More than 100 s
	Дистанция Distance	72—81 м 72-81 m	7±113 м 7±113 m	
ТШХ/6MWT	Дистанция Distance	25—33 м 25-33 m	5—8%	44 м 44 m

Примечание. НТ — нагрузочный тест; НТ-П — нагрузочный тест с постоянной нагрузкой; ШТ — шаттл-тест с возрастающей нагрузкой; ШТ-П — шаттл-тест с постоянной нагрузкой; ТШХ — тест с 6-минутной ходьбой; VO_{2max} — максимальное потребление кислорода; MCID (minimal clinically important difference) — минимальная клинически значимая разница; WR_{peak} — максимальная нагрузка в ваттах; T_{lim} — время исследования для теста с постоянной нагрузкой.

Note. ET — exercise test; CLT — constant load test; ST — shuttle test with increasing load; ST-C — shuttle test with constant load; 6MWT — 6-minute walk test; VO_{2max} — maximum oxygen consumption; MCID — minimal clinically important difference; WR_{peak} — maximum load in watts; T_{lim} — test time for constant load test.

количество энергии, затраченной за неделю. По мнению экспертов, для здоровых лиц рекомендованная доза ФТ или физической активности умеренной интенсивности (более 3 МЕТ) должна составлять более 1000 ккал/неделю; тренировки в дозе 1500 ккал/нед предупреждают развитие атеросклероза [14, 22, 30].

Увеличение физических нагрузок должно происходить постепенно, например, увеличение длительности нагрузки на 1—5 мин или интенсивности на 5—10% [8, 14].

Для достижения значимого эффекта продолжительность курса реабилитации должна составлять 6—12 нед (не менее 4 нед или 12 тренировок). В любом случае пациент должен получить достаточную дозу ФТ для достижения значимого эффекта [2, 19, 31].

При заболеваниях легких курс реабилитации обычно проводят у пациентов, которые находятся в стабильном состоянии. Имеются разные мнения насчет целесообразности проведения реабилитации при обострении и в ранний период после обострения (менее 3 нед). Одни авторы считают, что проведение реабилитации следует начинать после обострения ХОБЛ, а назначение ФТ в течение госпитализации по поводу обострения ХОБЛ нецелесообразно [32]. Другие авторы полагают, что мероприятия легочной реабилитации следует начинать еще в период госпитализации и продолжать сразу после выписки [33].

Использование тестов с физической нагрузкой для оценки эффективности реабилитации

После курса ФТ не происходит значительного изменения спирометрических показателей [2, 34, 35], поэтому для оценки ее эффективности в начале и по окончании реабилитационных программ рекомендуют выполнение тестов с физической нагрузкой. Наиболее часто используют методики с прогрессивным увеличением нагрузки на велоэргометре или тредмилле (НТ), нагрузочный тест с постоянной нагрузкой (НТ-П), ТШХ, шаттл-тест с возрастающей нагрузкой (ШТ) и шаттл-тест с постоянной нагрузкой (ШТ-П) **(табл. 2)** [4, 12].

VO_{2max} можно использовать как критерий эффективности ФТ. Этот параметр обладает хорошей повторяемостью (коэффициент вариабельности 3—9%), однако дает мало информации о величине минимальной клинически значимой разницы (MCID). Увеличение VO_{2max} после реабилитации составляет 1—1,5 мл/кг/мин. WR_{peak} — наибольшая величина нагрузки, достигнутая в процессе теста. Преимуществом этого показателя является то, что его можно получить без использования дорогостоящего оборудования для газоанализа. WR_{peak} имеет меньшую чувствительность к изменениям, чем VO_{2max}. В среднем увеличение показателя после реабилитации составляет 6,8 (1,9—11,6) ватта. Однако при реабилитации у больных с легочной гипертензией увеличение WR_{peak} может достигать 15—25 ватт [12].

Перед НТ-П должен быть выполнен стандартный симптом-лимитированный тест (НТ). Непосредственно НТ-П лучше назначать на следующий день или в этот же день после достаточного периода отдыха. Обычно НТ-П назначают на уровне 75—80% от WR_{peak}. При НТ-П определяют время, в течение которого пациент может выполнять данную нагрузку (T_{lim}). Рекомендованная продолжительность НТ-П составляет 180—480 с. Если пациент выполняет нагрузку за пределом указанного времени, исследование лучше повторить, изменив величину нагрузки в соответствую-

щую сторону. Увеличение пост-реабилитационного T_{lim} на 100 с или 33% считают значительным [12].

ШТ проводят на отрезке длиной 10 м, по которому исследуемый должен ходить со скоростью, регулируемой аудиосигналом. Начальная скорость составляет 0,5 м/с (30 м/мин), и каждую минуту ее увеличивают на 0,17 м/с. Разница результатов между двумя исследованиями считается достоверной, если она превышает 47 м (значительное улучшение — более 79 м). ШТ-П осуществляют после теста с возрастающей нагрузкой. Определяют постоянную скорость, составляющую приблизительно 80—85% от скорости, достигнутой при ШТ. Аналогично нагрузочному тесту оптимальная продолжительность ШТ-П должна составлять 180—480 с. Увеличение результата на 56—71 с или 72—81 м считают значительным [12, 36].

ТШХ проводят в закрытом помещении, в прямом коридоре с твердым покрытием, по которому легко ходить, длиной 30 м (можно проводить в коридоре длиной 20—50 м). Увеличение пройденного расстояния при повторном тесте на 25—35 м считают значительным, однако для прогноза важно общее пройденное расстояние (менее 380—440 мм показывает неблагоприятный прогноз) [12, 36].

В целом тесты с постоянной нагрузкой (НТ-П и ШТ-П) считают более чувствительными для оценки эффективности реабилитации, чем тесты с возрастающей нагрузкой (НТ, ТШХ, ШТ) [9, 12].

Главной задачей реабилитации при заболеваниях легких является восстановление или улучшение нарушенной функциональной способности кардиореспираторной системы, и обязательным компонентом легочной реабилитации являются физические тренирующие программы на выносливость. Наиболее точно интенсивность ФТ можно определить на основе результатов нагрузочного теста с газоанализом (эргоспирометрии). Наиболее часто интенсивность ФТ составляет 40-60% от достигнутой при нагрузочном тесте максимальной нагрузки. Упражнения выполняют в течение 20—60 мин. Продолжительность курса достигает 8 нед (тренировки 3 раза в неделю при амбулаторном лечении, 5 раз и более в стационаре). Применение легочной реабилитации может значительно улучшать физическую работоспособность. Ввиду ее высокой эффективности у пациентов с хроническими заболеваниями легких может широко использоваться в клинической практике.

Статья подготовлена в ходе выполнения темы НИР 0515-2019-0019.

Источник финансирования: ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва, Россия.

Участие авторов: концепция и дизайн исследования — М.И. Чушкин, Л.А. Попова, Н.Л. Карпина; поиск литературных источников — М.И. Чушкин, Л.А. Попова, С.Ю. Мандрыкин; написание текста — М.И. Чушкин, С.Ю. Мандрыкин; редактирование — Л.А. Попова, Н.Л. Карпина.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
The authors declare no conflict of interest.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Ries AL, Bauldoff GS, Carlin BW, Casaburi R, Emery CF, Mahler DA, Make B, Rochester CL, Zuwallack R, Herrerias C. Pulmonary rehabilitation: Joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. Chest. 2007;131(suppl. 5):4-42. https://doi.org/10.1378/chest.06-2418
2. Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, ZuWallack R, Nici L, Rochester C, Hill K, Holland AE, Lareau SC, Man WD-C, Pitta F, Sewell L, Raskin J, Bourbeau J, Crouch R, Franssen FME, Casaburi R, Vercoulen JH, Vogiatzis I, Gosselink R, Clini EM, Effing TW, Maltais F, van der Palen J, Troosters T, Janssen DJA, Collins E, Garcia-Aymerich J, Brooks D, Fahy BF, Puhan MA, Hoogendoorn M, Garrod R, Schols AMWJ, Carlin B, Benzo R, Meek P, Morgan M, Rutten-van Mölken MP, Ries AL, Make B, Goldstein RS, Dowson CA, Brozek JL, Donner CF, Wouters EFM; ATS/ERS Task Force on Pulmonary Rehabilitation. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2013;188(8):13-64. https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST
3. Чучалин А.Г., Авдеев С.Н., Айсанов З.Р., Белевский А.С., Лещенко И.В., Мещерякова Н.Н., Овчаренко С.И., Шмелев Е.И.. Российское респираторное общество. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких. *Пульмонология*. 2014;3:15-54.
Chuchalin AG, Avdeev SN, Aisanov ZR, Belevskiy A, Leshchenko I.V, Meshcheryakova N.N., Ovcharenko S.I., Shmelev E.I.. Russian Respiratory Society. Federal guidelines on diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Pulmonologia*. 2014;3:15-54. (In Russ). https://doi.org/10.18093/0869-0189-2014-0-3-15-54
4. Güell Rous MR, Díaz Lobato S, Rodríguez Trigo G, Morante Vélez F, at al. Rehabilitación respiratoria. Arch Bronconeumol. 2014;50:332-344. https://doi.org/10.1016/j.arbres.2014.02.014
5. Ross R, Blair SN, Arena R, Church TS, et al; American Heart Association Physical Activity Committee of the Council on Lifestyle and Cardiometabolic Health; Council on Clinical Cardiology; Council on Epidemiology and Prevention; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Functional Genomics and Translational Biology; Stroke Council. Importance of Assessing Cardiorespiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2016;134(24):653-699. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000461
6. Rochester CL, Vogiatzis I, Holland AE, Lareau SC, at al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society policy statement: Enhancing implementation, use, and delivery of pulmonary rehabilitation. Am J Respir Crit Care Med. 2015;192:1373-1386. https://doi.org/10.1164/rccm.201510-1966ST
7. Singh SJ, ZuWallack RL, Garvey C, Spruit MA; American Thoracic Society/European Respiratory Society Task Force on Pulmonary Rehabilitation. Learn from the past and create the future: the 2013 ATS/ERS statement on pulmonary rehabilitation. Eur Respir J. 2013;42:1169-1174. https://doi.org/10.1183/09031936.00207912
8. American College of Sport Medicine's guidelines for exercise testing and prescription, 10th ed, 2018.
9. Gloeckl R, Marinov B, Pitta F. Practical recommendations for exercise training in patients with COPD. Eur Respir Rev. 2013;22:178-186. https://doi.org/10.1183/09059180.00000513

10. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, et al. American College of Sports Medicine position stand. The quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(7):1334-1359. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb
11. American Thoracic Society; American College of Chest Physicians. ATS/ACCP statement on cardiopulmonary exercise testing. Am J Respir Crit Care Med. 2003;167:211-277. https://doi.org/10.1164/rccm.167.2.211
12. Puente-Maestu L, Palange P, Casaburi R, Leveneziana P, et al. Use of exercise testing in the evaluation of interventional efficacy: an official ERS statement. Eur Respir J. 2016;47(2):429-460. https://doi.org/10.1183/13993003.00745-2015
13. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, at al. American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee of the Council on Clinical Cardiology, Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism, Council on Cardiovascular and Stroke Nursing, and Council on Epidemiology and Prevention. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2013;128(8):873-934. https://doi.org/10.1161/CIR.0b013e31829b5b44
14. Squires RW, Kaminsky LA, Porcari JP, Ruff JE, at al. Progression of exercise training in early outpatient cardiac rehabilitation. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2018;38(3):139-146. https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000337
15. Bolton CE, Bevan-Smith EF, Blakey J D, Crowe P, et al. British Thoracic Society Pulmonary Rehabilitation Guideline Development Group; British Thoracic Society Standards of Care Committee. British Thoracic Society guideline on pulmonary rehabilitation in adults. Thorax. 2013;68(suppl 2):1-30. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-203808
16. Radtke T, Crook S, Kaltsakas G, Louvaris Z, et al. ERS statement on standardisation of cardiopulmonary exercise testing in chronic lung diseases. Eur Respir Rev. 2019;28(154):180101. https://doi.org/10.1183/16000617.0101-2018
17. Sillen MJ, Vercoulen JH, van 't Hul AJ, Klijn PH, at al. Inaccuracy of Estimating Peak Work Rate from Six-Minute Walk Distance in Patients with COPD. COPD. 2012;9(3):281-288. https://doi.org/10.3109/15412555.2012.655866
18. Qaseem A, Wilt TJ, Weinberger SE, Hanania NA, et al. Diagnosis and Management of Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Clinical Practice Guideline Update from the American College of Physicians, American College of Chest Physicians, American Thoracic Society, and European Respiratory Society. Ann Intern Med. 2011;155:179-191. https://doi.org/10.7326/0003-4819-155-3-201108020-00008
19. Alison JA, McKeough ZJ, Johnston K, et al. Australian and New Zealand pulmonary rehabilitation guidelines. Respirology. 2017;22:800-819. https://doi.org/10.1111/resp.13025
20. Vogelmeier CF, Criner GF, Martinez FJ, Anzueto A, et al.; Global Strategy for the Diagnosis, Management, and Prevention of Chronic Obstructive Lung Disease 2017 Report. GOLD Executive Summary. Am J Respir Crit Care Med. 2017;195(5):557-582. https://doi.org/10.1164/rccm.201701-0218PP
21. Rochester CL. Patient assessment and selection for pulmonary rehabilitation. Respirology. 2019;24:844-853. https://doi.org/10.1111/resp.13616
22. Kaminsky LA, Brubaker PH, Guazzi M, Lavie CJ, et al. Assessing Physical Activity as a Core Component in Cardiac Rehabilitation: a position statement of the American association of cardiovascular and pulmonary rehabilitation. J Cardiopulm Rehabil Prev. 2016;36(4):217-229. https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000191
23. Чушкин М.И., Мандрыкин С.Ю., Карпина Н.Л., Попова Л.А. Физическая активность и физические тренировки как метод профилактики сердечно-сосудистых заболеваний. *Кардиология*. 2018;58(S9):10-18. Chushkin MI, Mandrykin SYu, Karpina NL, Popova LA. Physical activity and physical training as methods of prevention of cardiovascular diseases. *Kardiologiia*. 2018;58(S9):10-18 (In Russ). https://doi.org/10.18087/cardio.2518
24. Noble BJ, Borg GA, Jacobs I, Ceci R, et al. A category-ratio perceived exertion scale: relationship to blood and muscle lactates and heart rate. Med Sci Sports Exerc. 1983;15(6):523-528.
25. Persinger R, Foster C, Gibson M, Fater DC, et al. Consistency of the talk test for exercise prescription. Med Sci Sports Exerc. 2004;36(9):1632-1636.
26. Leung RW, Alison JA, McKeough ZJ, Peters MJ. Ground walk training improves functional exercise capacity more than cycle training in people with chronic obstructive pulmonary disease (COPD): a randomised trial. J Physiotherapy. 2010;56(2):105-112. https://doi.org/10.1016/s1836-9553(10)70040-0
27. Barberan-Garcia A, Arbillaga-Etxarri A, Gimeno-Santos E, Rodríguez DA, at al. Nordic Walking Enhances Oxygen Uptake without Increasing the Rate of Perceived Exertion in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Respiration. 2015;89(3):221-225. https://doi.org/10.1159/000371356
28. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(3):687-708. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670
29. O'Shea SD, Taylor NF, Paratz J. Peripheral muscle strength training in COPD: a systematic review. Chest. 2004;126:903-914. https://doi.org/10.1378/chest.126.3.903
30. Wasfy MM, Baggish AL. Exercise Dose in Clinical Practice. Circulation. 2016;133:2297-2313. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.018093
31. McCarthy B, Casey D, Devane D, Murphy K, at al. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. Cochrane Database Syst Rev. 2015;2:CD003793. https://doi.org/10.1002/14651858.CD003793.pub3
32. Wedzicha JA, Miravitlles M, Hurst JR, et al. Management of COPD exacerbations: a European Respiratory Society/American Thoracic Society guideline. Eur Respir J. 2017;49:1600791. https://doi.org/10.1183/13993003.00791-2016
33. Spruit MA, Singh SJ, Rochester CL, et al. Pulmonary rehabilitation for patients with COPD during and after an exacerbation-related hospitalisation: back to the future? Eur Respir J. 2018;51:1701312. https://doi.org/10.1183/13993003.01312-2017
34. Troosters T, Maltais F, Leidy N, et al. Effect of bronchodilation, exercise training, and behavior modification on symptoms and physical activity in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;198:1021-1032. https://doi.org/10.1164/rccm.201706-1288OC
35. Berry MJ, Rejeski WJ, Adair NE, Zaccaro D. Exercise rehabilitation and chronic obstructive pulmonary disease stage. Am J Respir Crit Care Med. 1999;160:1248-1253. https://doi.org/10.1164/ajrccm.160.4.9901014
36. Отс О.Н., Малиев Б.М., Чушкин М.И., Мандрыкин Ю.В., Ярцев С.С. Использование тестов с ходьбой в пульмонологии. *Терапевтический архив*. 2012;84(3):62-67. PMID: 22708426 Ots ON, Maliev BM, Chushkin MI, Mandrykin SYu, Yarcev SS. Use of Walk Tests in Pulmonology. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2012;84(3):62-67 (In Russ).

Получена 14.02.2020
Received 14.02.2020
Принята в печать 17.06.2020
Accepted 17.06.2020