

## ТРЕНИРОВКА ДЫХАТЕЛЬНОЙ МУСКУЛАТУРЫ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ

© Овсянников Е.С., Будневский А.В., Шкатова Я.С.

Воронежский государственный медицинский университет имени Н.Н. Бурденко (ВГМУ)

Россия, 394036, Воронежская область, г. Воронеж, ул. Студенческая, 10

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является актуальной проблемой современного здравоохранения. В глобальной стратегии лечения и профилактики ХОБЛ (GOLD, 2018), большое внимание уделено программам легочной реабилитации (ЛР), которые включают в себя, в том числе, тренировку дыхательной мускулатуры (ТДМ).

**Показания для ТДМ.** На сегодняшний день у пациентов с ХОБЛ, которые могут полноценно участвовать в программах ЛР с полным комплексом необходимых общих физических упражнений, рутинное использование ТДМ не показано. ТДМ может рассматриваться как дополнение к лечению у пациентов с ХОБЛ, которые не могут полноценно участвовать в общих физических тренировках вследствие наличия сопутствующей патологии, например, опорно-двигательного аппарата.

**Противопоказания для ТДМ.** В большинстве исследований ТДМ у больных ХОБЛ критериями исключения были необходимость длительной кислородотерапии, недавнее обострение заболевания, выраженная сопутствующая сердечно-сосудистая или неврологическая патология. Также ТДМ не рекомендуется пациентам с: 1) недавно перенесенным недренированным пневмотораксом или рецидивирующим спонтанным пневмотораксом; 2) рентгенографическими признаками буллезной болезни легких; 3) выраженным остеопорозом с наличием спонтанных переломов ребер в анамнезе; 4) операцией на легких в течение последних 12 мес.

**Выбор методики тренировки.** Для ТДМ рекомендуется использовать устройства с регулируемым порогом прилагаемого усилия. Несмотря на то что и применение устройств с фиксированным сопротивлением на вдохе описано в литературе как возможная методика ТДМ, использование таких устройств требует внимания в отношении определенного паттерна дыхания, так как пациент может снижать тренировочную нагрузку, уменьшая инспираторный поток.

**Заключение.** ТДМ по рекомендованному протоколу, предполагающему курсовые пороговые тренировочные сессии, особенно востребована у пациентов с ХОБЛ, у которых имеются значительные ограничения для рекомендованных программами легочной реабилитации общих физических тренировок, как правило, вследствие сопутствующих заболеваний.

**Ключевые слова:** хроническая обструктивная болезнь легких; тренировка дыхательной мускулатуры; легочная реабилитация.

Овсянников Евгений Сергеевич – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры факультетской терапии, ВГМУ, г. Воронеж. ORCID iD: 0000-0002-8545-6255. E-mail: [ovses@yandex.ru](mailto:ovses@yandex.ru) (автор, ответственный за переписку)

Будневский Андрей Валериевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой факультетской терапии, ВГМУ, г. Воронеж. ORCID iD: 0000-0002-1171-2746. E-mail: [budnev@list.ru](mailto:budnev@list.ru)

Шкатова Янина Сергеевна – очный аспирант кафедры факультетской терапии, ВГМУ, г. Воронеж. ORCID iD: 0000-0001-5869-2888. E-mail: [yankashkat@gmail.com](mailto:yankashkat@gmail.com)

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) является актуальной проблемой современного здравоохранения в силу высокой распространенности, значительно ограничивает физическую активность пациентов, снижает качество их жизни, а обострения и ухудшения течения заболевания являются одной из основных причин госпитализации [5, 20, 28, 1]. Несмотря на определенные успехи медикаментозного лечения ХОБЛ, многие больные продолжают отмечать симптомы заболевания, такие как прогрессирующая одышка, кашель, плохая переносимость физических нагрузок [6, 30, 4]. Известно, что у пациентов с выраженной ХОБЛ вследствие нарушения геометрии грудной клетки, действия системных факторов, развивается слабость дыхательной мускулатуры, включая диа-

фрагму, межреберные мышцы и др. Это вносит существенный вклад в появление и нарастание одышки, снижение толерантности к физическим нагрузкам, особенно при сочетании с метаболическим синдромом [12, 2, 3].

В глобальной стратегии лечения и профилактики ХОБЛ (GOLD, 2018) большое внимание уделено программам легочной реабилитации (ЛР), которые включают в себя, в том числе, физические тренировки, особенно мышц верхнего плечевого пояса и дыхательной мускулатуры, что доказанно приводит к уменьшению выраженности клинических проявлений заболевания, улучшению качества жизни больных, снижает потребность в специализированной медицинской помощи, включая амбулаторные визиты к врачу, вызовы скорой медицинской помо-

щи, уменьшает частоту обострений заболевания и госпитализаций [7, 8, 14, 36].

На сегодняшний день насчитывается более 30 крупных исследований, посвященных использованию тренировки дыхательной мускулатуры (ТДМ) у больных ХОБЛ. Однако использование этих научных данных напрямую в клинической практике довольно затруднительно. Больные ХОБЛ, которым можно было бы провести курс ЛР, но у которых наблюдалась сопутствующая патология, обычно исключались из исследований, посвященных ТДМ [10, 26]. Во многих исследованиях упоминаются протоколы тренировок и методы обследования, требующие дорогостоящей, сложной аппаратуры, выходящие за рамки рутинного использования в клинической практике [21, 22]. Кроме того, в результатах исследований и в обсуждении нечасто можно встретить конкретную информацию, касающуюся таких важных аспектов ТДМ, как план повышения пороговых тренировочных нагрузок и тактика ведения пациентов.

Целью этого обзора является обеспечение практического специалиста, заинтересованного в использовании программ ТДМ у больных ХОБЛ, информацией, имеющейся на сегодняшний день, касающейся варианта данной методики с применением устройств с регулируемыми пороговыми нагрузками, включая такие аспекты, как показания к применению ТДМ у больных ХОБЛ, противопоказания, оценка эффективности, безопасность, и необходимость наблюдения.

### ПОКАЗАНИЯ ДЛЯ ТДМ

У больных ХОБЛ легочная реабилитация, включающая общие физические тренировки, достоверно приводит к уменьшению выраженности одышки, улучшает качество жизни, связанное со здоровьем, повышает толерантность к физической нагрузке [15, 34]. В нескольких исследованиях изучалось, сопровождалось ли добавление ТДМ к общим физическим тренировкам дополнительным положительным эффектом [16]. По результатам проведенного мета-анализа, совместное использование этих методов приводило к дополнительному увеличению силы и выносливости дыхательной мускулатуры, но не влияло на выраженность одышки, качество жизни и толерантность к физической нагрузке [19, 25]. На сегодняшний день у пациентов с ХОБЛ, которые могут полноценно участвовать в программах ЛР с полным комплексом необходимых общих физических упражнений, рутинное использование ТДМ не показано [29]. Однако недавно проведенный метаанализ показал, что применение только

ТДМ у больных с ХОБЛ средней и тяжелой стадии приводило к значительному снижению выраженности одышки. Кроме того, у этих пациентов наблюдалось улучшение переносимости физической нагрузки [14, 35]. Таким образом, ТДМ может рассматриваться как дополнение к лечению у пациентов с ХОБЛ, которые не могут полноценно участвовать в общих физических тренировках вследствие наличия сопутствующей патологии, например, опорно-двигательного аппарата. У пациентов, у которых наблюдалось минимальное снижение выраженности одышки и незначительное улучшение переносимости физической нагрузки, также может наблюдаться положительный эффект от ТДМ. Однако для подтверждения этого требуются дальнейшие исследования.

### ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ, БЕЗОПАСНОСТЬ И НАБЛЮДЕНИЕ

В большинстве исследований ТДМ у больных ХОБЛ критериями исключения были необходимость длительной кислородотерапии, недавнее обострение заболевания, выраженная сопутствующая сердечно-сосудистая или неврологическая патология [24]. Поскольку в процессе ТДМ наблюдается значимое колебание отрицательного внутригрудного давления, важно исключать пациентов с высоким риском спонтанного пневмоторакса и перелома ребер. В частности, ТДМ не рекомендуется пациентам с: 1) недавно перенесенным недренированным пневмотораксом или рецидивирующим спонтанным пневмотораксом; 2) рентгенографическими признаками буллезной болезни легких; 3) выраженным остеопорозом с наличием спонтанных переломов ребер в анамнезе; 4) операции на легких в течение последних 12 мес.

С целью обеспечения безопасности проведения ТДМ для пациента, большинство авторов рекомендуют проводить первую тренировочную сессию под наблюдением врача. С учетом того, что выполнение дыхательного маневра с искусственно создаваемым сопротивлением на вдохе является необычным для больного, это может сопровождаться отсроченным возникновением боли в мышцах как следствие нормального адаптационного процесса. Однако в случае возникновения острой боли на вдохе рекомендуется немедленно прекратить тренировку и сообщить об этом медицинскому персоналу. В одном из исследований наблюдалось снижение сатурации кислорода до 94% в процессе дыхания с сопротивлением на вдохе, которая носила быстро обратимый характер. Это, вероятнее всего, отражает развитие гиповентиляции, как механизма минимизации нагрузки, создаваемой

устройством, через которое происходит вдох, особенно когда нагрузки достигают максимально возможных для данного пациента [17, 27]. Интервальный вариант протокола тренировок предполагает наличие периодов отдыха или восстановления, с целью максимально снизить вероятность падения сатурации кислорода ( $SpO_2$ ) в процессе тренировочных сессий. Однако все же рекомендуется мониторировать частоту дыхательных движений и  $SpO_2$  в процессе проведения первой тренировки для оценки ответа на нагрузку.

### ДОКАЗАТЕЛЬСТВА В ПОЛЬЗУ ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЙ ИНТЕРВАЛЬНОЙ ТДМ

По аналогии со скелетными мышцами, тренировка и повышение силы дыхательной мускулатуры также являются дозозависимыми. Тренировки с постоянной продолжающейся нагрузкой ограничивают нагрузку, которую может достичь больной ХОБЛ, так как быстро развивается усталость и требуется отдых [27]. Протоколы ТДМ, предполагающие интервальный подход с включением периодов отдыха, во время которых происходит снижение выраженности симптомов, развившихся во время нагрузочного периода, являются более эффективными и позволяют оптимизировать достижение переносимости больших нагрузок. Это, в свою очередь, способствует максимальному увеличению силы и выносливости тренируемой дыхательной мускулатуры [17, 23, 31].

По сравнению с группой контроля, в которой проводились фиктивные тренировки, использование высокоинтенсивного интервального протокола ТДМ, описываемого далее, способствовало увеличению максимального инспираторного давления в полости рта ( $P_{I\max}$ ), выносливости дыхательных мышц, уменьшению выраженности одышки и усталости и повышению переносимости физических нагрузок по результатам ТШХ [17]. Несмотря на то что именно в этом исследовании не было показано улучшения КЖ, ассоциированного со здоровьем, этот положительный эффект был показан по результатам других исследований [13].

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПАЦИЕНТА

Обследование пациента перед проведением ТДМ включает оценку функции инспираторных мышц наряду с оценкой выраженности одышки, переносимости физических нагрузок, качества жизни, ассоциированного со здоровьем. С практической точки зрения важно также оце-

нивать  $P_{I\max}$  с помощью простых портативных устройств. Оценка  $P_{I\max}$  предполагает измерение максимального усилия с сопротивлением на вдохе продолжительностью не менее 1 сек. Обычно требуется проведение нескольких попыток до достижения наилучшего результата. Вдох может начинаться после максимального выдоха или после обычного. Несмотря на то что измерение  $P_{I\max}$  после максимального выдоха считается более стабильным, больные ХОБЛ часто говорят о выраженных затруднениях при выполнении данного дыхательного маневра, что отрицательно сказывается на результате при выполнении нескольких последовательных измерений. Более того, по сравнению со здоровыми, которые свободно выполняют полный выдох перед измерением с целью достижения наилучших результатов в силу предварительного максимального механического растяжения инспираторных мышц, соответственно потенциально более сильному их сокращению, больные ХОБЛ не могут этого сделать из-за нарушения бронхиальной проходимости и ограничения экспираторного потока, поэтому, как правило, начинаю маневр вдоха после обычного выдоха в пределах ЖЕЛ. По этой причине у больных ХОБЛ оценка  $P_{I\max}$  с предварительным выдохом в пределах ЖЕЛ может быть более приемлемой. В любом случае важно выбрать один из этих показателей, чтобы использовать именно его постоянно при последующих измерениях.

В литературе описано несколько протоколов оценки выносливости дыхательной мускулатуры [32]. В общем, они предполагают использование либо постепенно нарастающей нагрузки, или постоянной субмаксимальной нагрузки, ограничивающейся появлением нежелательных симптомов [17]. Важно учитывать индивидуальный паттерн дыхания, а потому оценка выносливости дыхательной мускулатуры является сложной и выходит за рамки рутинного применения в клинической практике.

В отсутствие специального оборудования для оценки  $P_{I\max}$ , ТДМ может начинаться и без определения силы дыхательных мышц, хотя это и менее предпочтительно. В этом случае выбор первоначальной нагрузки определяется самим пациентом по шкале оценки нагрузки (RPE – Rating of Perceived Exertion) как «тяжелая» [9]. Для большинства пациентов с ХОБЛ приемлемой является первоначальная пороговая нагрузка, требуемая для создания инспираторного давления примерно 20 см водного столба.

Сравнение  $P_{I\max}$  до и после ТДМ позволяет врачу определить, являлась ли нагрузка адекватной для повышения силы дыхательных

мышц. Отсутствие различий  $P_{\max}$  до и после ТДМ свидетельствует скорее всего о неадекватности тренировочной нагрузки. Однако даже небольшой прирост  $P_{\max}$  у многих пациентов сопровождается выраженным уменьшением одышки, переносимости физической нагрузки и улучшением качества жизни, связанного со здоровьем. Долгосрочный эффект ТДМ является индивидуальным.

### ВЫБОР МЕТОДИКИ ТРЕНИРОВКИ

Для ТДМ рекомендуется использовать устройства с регулируемым порогом прилагаемого усилия [18]. Устройство представляет собой загубник, соединенный с маленьким пластиковым цилиндром с подпружиненным тарельчатым клапаном. Клапан открывается под действием достаточного для сжатия пружины потока воздуха только при создании определенного инспираторного усилия за счет отрицательного внутригрудного давления. Несмотря на то что и нормакапническая гипервентиляция, и применение устройств с фиксированным сопротивлением на вдохе описаны в литературе как возможные методики ТДМ, обе они не лишены определенных ограничений в клинической практике. Собственно, первый подход к ТДМ с использованием нормакапнической гипервентиляции требует от пациента совершения последовательных циклов вдох-выдох по амплитуде, близкой к их индивидуальному максимуму, с применением устройств рециркуляции воздуха для обеспечения определенного стабильного уровня углекислого газа. Использование устройств с фиксированным сопротивлением на вдохе требует внимания в отношении определенного паттерна дыхания, так как пациент может снижать тренировочную нагрузку, уменьшая инспираторный поток. В отличие от этого, применение устройств с регулируемым порогом прилагаемого усилия в значительной степени не зависит от дыхательного паттерна [13]. Эти устройства просты в применении, доступны с экономической точки зрения, относительно недороги.

### ИНТЕРВАЛЬНАЯ ТРЕНИРОВКА

Пациент находится в положении сидя. Рекомендуется использование носового зажима. Пациенту разрешается наклониться чуть вперед, с фиксацией верхнего плечевого пояса, опираясь на ручки стула или стол по желанию, если требуется. Тренировке предшествует период разогрева в течение одной минуты на 50% от целевой тренировочной нагрузки. Далее начинается собственно сама интервальная тренировка,

заключающаяся в чередовании периодов работы и отдыха – 2 и 1 минуты соответственно. Этот трехминутный цикл повторяется 7 раз, что составляет в итоге тренировочную сессию, длящуюся 21 минуту. Пациенту разрешается дышать в том темпе, который для него комфортен. При этом выдох происходит обычно без усилия. Тренировки проводятся в течение 8 недель по 3 раза в неделю, а пациенту рекомендуется фиксировать все тренировки с их характеристиками в дневнике тренировок. Желательно, чтобы хотя бы одна тренировочная сессия в неделю проходила под контролем врача, чтобы в случае необходимости можно было своевременно увеличить тренировочную нагрузку. В случае невозможности проводить тренировки под контролем специалиста, настоятельно рекомендуется регулярные телефонные контакты, и коррекция тренировочной нагрузки в таком случае проводится в зависимости от состояния пациента.

### ТРЕНИРОВОЧНЫЕ НАГРУЗКИ

В течение первых 2 минут тренировочная нагрузка должна соответствовать 30% от  $P_{\max}$  у данного пациента. Считается, что нагрузка менее этого значения недостаточна для увеличения силы инспираторных мышц. По аналогии с существующими рекомендациями по общей физической тренировке [11], для регулирования повышения интенсивности рекомендуется использовать подход на основании выраженности симптомов. Выбираются уровень нагрузки, который пациент описывает как «тяжелая», что по шкале RPE соответствует от 12 до 14 баллов. Для достижения этого уровня тренировочные нагрузки повышаются постепенно через определенные периоды отдыха. Тренировки должны проходить на нагрузках и большему выражению по шкале RPE, при условии нормальной переносимости и отсутствии патологических изменений (например, значимая десатурация кислорода) и симптомов, таких как длительная болезненность в мышцах.

К моменту завершения первой тренировочной сессии пациенты тренируются на нагрузке около 40% от  $P_{\max}$ . В большинстве случаев уже в течение первых 4 недель нагрузки можно увеличивать довольно быстро, в основном благодаря нейросенсорной адаптации, отражающей снижении чувствительности к инспираторным нагрузкам, и более активное использование вспомогательной дыхательной мускулатуры [18]. Впоследствии скорость нарастания интенсивности тренировочных нагрузок часто снижается, и дальнейшее улучшение

функции мышц, вероятнее всего является следствием гипертрофии мышечных волокон.

## ПОВТОРНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ, НАБЛЮДЕНИЕ

Повторное обследование и оценка эффективности ТДМ проводится спустя 8 недель после начала тренировок. Если к этому моменту наблюдается лишь небольшое уменьшение выраженности одышки, повышение толерантности к нагрузкам, или качества жизни, связанного со здоровьем, даже несмотря на увеличение  $P_{\text{max}}$ , то ТДМ прекращаются.

Положительные эффекты ТДМ утрачиваются спустя в среднем 12 месяцев, в отсутствие регулярных тренировок [33]. Для продления эффектов рекомендуются как минимум две тренировочные сессии в неделю на нагрузке, достигнутой в последнюю тренировку описанной выше 8-недельной программы. Значение ТДМ во время обострения ХОБЛ не известно. Поэтому в это время не рекомендуются ни начальные тренировки, ни поддерживающие. По аналогии с общими физическими тренировками, после периода обострения ХОБЛ рекомендуется снижать тренировочную нагрузку ТДМ. Первая тренировка после обострения должна проводиться под контролем медицинского персонала, с целью контроля адекватности снижения тренировочной нагрузки. Скорость последующего нарастания тренировочных нагрузок обычно выше, чем при первоначальной тренировочной программе.

Таким образом, ТДМ по рекомендованному протоколу, предполагающему курсовые пороговые тренировочные сессии, особенно востребована у пациентов с ХОБЛ, у которых имеются значительные ограничения для рекомендованных программами легочной реабилитации общих физических тренировок, как правило, вследствие сопутствующих заболеваний, например, патологии опорно-двигательного аппарата и др. При этом:

1. Решение о включении ТДМ в программу легочной реабилитации принимается для каждого пациента индивидуально с учетом противопоказаний. ТДМ не рекомендуется пациентам с недавно перенесенным недренированным пневмотораксом или рецидивирующим спонтанным пневмотораксом; рентгенографическими признаками буллезной болезни легких; выраженным остеопорозом с наличием спонтанных переломов ребер в анамнезе; если имели место операции на легких в течение последних 12 мес.

2. Обследование пациента с ХОБЛ перед проведением ТДМ включает оценку  $P_{\text{max}}$

с предварительным выдохом в пределах ЖЕЛ с помощью простых портативных устройств. Оценка  $P_{\text{max}}$  предполагает измерение максимального усилия с сопротивлением на вдохе продолжительностью не менее 1 сек. Сравнение  $P_{\text{max}}$  до и после ТДМ позволяет врачу определить, являлась ли нагрузка адекватной для повышения силы дыхательных мышц. Отсутствие различий  $P_{\text{max}}$  до и после ТДМ свидетельствует о неадекватности тренировочной нагрузки, что требует соответствующих корректировок с целью плавного ее увеличения.

3. Для ТДМ рекомендуется использовать устройства с регулируемым порогом прилагаемого усилия. Эти устройства просты в применении, доступны с экономической точки зрения. Пациент находится в положении сидя. Рекомендуется использование носового зажима. В течение первых 2 минут тренировочная нагрузка должна соответствовать 30% от  $P_{\text{max}}$  у данного пациента. Для большинства пациентов с ХОБЛ приемлемой является первоначальная пороговая нагрузка, требуемая для создания инспираторного давления, примерно 20 см водного столба. Дальше начинается собственно сама интервальная тренировка с постепенным повышением инспираторного усилия, заключающаяся в чередовании периодов работы и отдыха – 2 и 1 минуты соответственно. Этот трехминутный цикл повторяется 7 раз, что составляет в итоге тренировочную сессию, длящуюся 21 минуту. Тренировки проводятся в течение 8 недель по 3 раза в неделю.

4. Первая тренировочная сессия проводится под наблюдением врача. При этом рекомендуется мониторировать частоту дыхательных движений и  $\text{SpO}_2$ , а пациенты должны быть предупреждены о возможности временного появления ощущения слабости дыхательной мускулатуры как следствия непривычной нагрузки. Далее желательно, чтобы хотя бы одна тренировочная сессия в неделю проходила под контролем врача, чтобы в случае необходимости можно было своевременно увеличить тренировочную нагрузку или выявить нежелательные явления. В случае невозможности проводить тренировки под контролем специалиста, настоятельно рекомендуются регулярные телефонные контакты.

5. Повторное обследование и оценка эффективности ТДМ проводится спустя 8 недель после начала тренировок. Если к этому моменту наблюдается лишь небольшое уменьшение выраженности одышки, повышение толерантности к нагрузкам или качества жизни, связанного со здоровьем, даже несмотря на увеличение  $P_{\text{max}}$ , то ТДМ прекращаются.

Более широкое включение ТДМ в программы легочной реабилитации у больных ХОБЛ будет способствовать уменьшению выраженности симптомов, улучшению качества жизни пациентов.

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

#### ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена в рамках гранта Президента РФ для поддержки ведущих научных школ РФ (НШ 4994.2018.7).

#### ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Айсанов З.Р., Авдеев С.Н., Архипов В.В., Белевский А.С., Лещенко И.В., Овчаренко С.И., Шмелев Е.И., Чучалин А.Г. Национальные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких: алгоритм принятия клинических решений. *Пульмонология*. 2017; 27(1):13-20 [Aisanov Z.R., Avdeev S.N., Arkhipov V.V., Belevskiy A.S., Leshchenko I.V., Ovcharenko S.I., Shmelev E.I., Chuchalin A.G. National clinical guidelines on diagnosis and treatment of chronic obstructive pulmonary disease: a clinical decision-making algorithm. *Russian Pulmonology*. 2017; 27(1):13-20. (in Russ.)] DOI: 10.18093/0869-0189-2017-27-1-13-20
2. Будневский А.В., Овсянников Е.С., Лабжания Н.В. Сочетание хронической обструктивной болезни легких и метаболического синдрома: патофизиологические и клинические особенности. *Терапевтический архив*. 2017; 89(1):123-127 [Budnevsky A.V., Ovsyannikov E.S., Labzhania N.B. Chronic obstructive pulmonary disease concurrent with metabolic syndrome: Pathophysiological and clinical features. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2017; 89(1):123-127. (in Russ.)] DOI: 10.17116/terarkh2017891123-127
3. Кожевникова С.А., Будневский А.В., Овсянников Е.С., Белов В.Н. Особенности клинического течения и качества жизни пациентов с хронической обструктивной болезнью легких на фоне метаболического синдрома. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2017; 12(1):20-23 [Kozhevnikova S.A., Budnevsky A.V., Ovsyannikov E.S., Belov V.N. Particularity of the clinical course and quality of life of patients with chronic obstructive pulmonary disease. on the background of the metabolic syndrome. *Meditinskii vestnik Severnogo Kavkaza*. 2017; 12(1):20-23. (in Russ.)] DOI: 10.14300/mnnc.2017.12006
4. 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 A.G., Avdeev S.N., Aisanov Z.R., Belevskiy A.S., 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. *Russian Pulmonology*. 2014; (3):15-54 (in Russ.)] DOI: 10.18093/0869-0189-2014-0-3-15-54
5. Adeyoye D., Chua S., Lee C., Basquill C., Papan A., Theodoratou E., Nair H., Gasevic D. et al. Global and regional estimates of COPD prevalence: Systematic review and meta-analysis. *J Glob Health*. 2015; 5(2):020415. DOI: 10.7189/jogh.05-020415
6. Aisanov Z., Avdeev S., Arkhipov V., Belevskiy A., Chuchalin A., Leshchenko I., Ovcharenko S., Shmelev E. et al. Russian guidelines for the management of COPD: algorithm of pharmacologic treatment. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018; 13:183-187. DOI: 10.2147/COPD.S153770
7. Basso-Vanelli R.P., Di Lorenzo V.A., Labadessa I.G., Regueiro E.M., Jamami M., Gomes E.L., Costa D. Effects of Inspiratory Muscle Training and Calisthenics-and-Breathing Exercises in COPD With and Without Respiratory Muscle Weakness. *Respir Care*. 2016; 61(1):50-60. DOI: 10.4187/respcare.03947
8. Beaumont M., Mialon P., Le Ber-Moy C., Lochon C., Péran L., Pichon R., Gut-Gobert C., Leroyer C. et al. Inspiratory muscle training during pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease: A randomized trial. *Chron Respir Dis*. 2015; 12(4):305-312. DOI: 10.1177/1479972315594625
9. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982; 14(5):377-381
10. Crisafulli E., Costi S., Luppi F., Cirelli G., Cilione C., Coletti O., Fabbri L.M., Clini E.M. Role of comorbidities in a cohort of patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. *Thorax*. 2008; 63(6):487-492. DOI: 10.1136/thx.2007.086371
11. Garvey C., Bayles M.P., Hamm L.F., Hill K., Holland A., Limberg T.M., Spruit M.A. Pulmonary Rehabilitation Exercise Prescription in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Review of Selected Guidelines: An official statement from the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2016; 36(2):75-83. DOI: 10.1097/HCR.0000000000000171
12. Gea J., Pascual S., Casadevall C., Orozco-Levi M., Barreiro E. Muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease: update on causes and biological findings. *J Thorac Dis*. 2015; 7(10):E418-438. DOI: 10.3978/j.issn.2072-1439.2015.08.04
13. Geddes E.L., O'Brien K., Reid W.D., Brooks D., Crowe J. Inspiratory muscle training in adults with chronic obstructive pulmonary disease: an update of a systematic review. *Respir Med*. 2008; 102(12):1715-1729. DOI: 10.1016/j.rmed.2008.07.005
14. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of COPD. URL: [https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov\\_WMS.pdf](https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov_WMS.pdf). Accessed 20 January 2019
15. Gloeckl R., Schneeberger T., Jarosch I., Kenn K. Pulmonary Rehabilitation and Exercise Training in Chronic Obstructive Pulmonary Disease.

- Dtsch Arztebl Int.* 2018; 115(8):117-123. DOI: 10.3238/arztebl.2018.0117
16. Hill K., Eastwood P.R. Respiratory muscle training: the con argument. *Chron Respir Dis.* 2005; 2(4): 223-224. DOI: 10.1191/1479972305cd093xx
  17. Hill K., Jenkins S.C., Philippe D.L., Shepherd K.L., Hillman D.R., Eastwood P.R. Comparison of incremental and constant load tests of inspiratory muscle endurance in COPD. *Eur Respir J.* 2007; 30(3):479-486. DOI: 10.1183/09031936.00095406
  18. Huang C.H., Martin A.D., Davenport P.W. Effect of inspiratory muscle strength training on inspiratory motor drive and RREP early peak components. *J Appl Physiol (1985).* 2003; 94(2):462-468. DOI: 10.1152/japplphysiol.00364.2002
  19. Lotters F., van Tol B., Kwakkel G., Gosselink R. Effects of controlled inspiratory muscle training in patients with COPD: a metaanalysis. *Eur Respir J.* 2002; 20(3):570-576. DOI: 10.1183/09031936.02.00237402.
  20. May S.M., Li J.T. Burden of chronic obstructive pulmonary disease: healthcare costs and beyond. *Allergy Asthma Proc.* 2015; 36(1):4-10. DOI: 10.2500/aap.2015.36.3812
  21. Mador M.J., Deniz O., Aggarwal A., Shaffer M., Kufel T.J., Spengler C.M. Effect of respiratory muscle endurance training in patients with COPD undergoing pulmonary rehabilitation. *Chest.* 2005; 128(3): 1216-1224. DOI: 10.1378/chest.128.3.1216
  22. McCarthy B., Casey D., Devane D., Murphy K., Murphy E., Lacasse Y. Pulmonary rehabilitation for chronic obstructive pulmonary disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015; (2):CD003793. DOI: 10.1002/14651858.CD003793.pub3
  23. Morris T., Sumners D.P., Green D.A. Inspiratory high frequency airway oscillation attenuates resistive loaded dyspnea and modulates respiratory function in young healthy individuals. *PLoS One.* 2014; 9(3):e91291. DOI: 10.1371/journal.pone.0091291
  24. Nepomuceno B.R.V. Jr., Barreto M.S., Almeida N.C., Guerreiro C.F., Xavier-Souza E., Neto M.G. Safety and efficacy of inspiratory muscle training for preventing adverse outcomes in patients at risk of prolonged hospitalization. *Trials.* 2017; 18(1):626. DOI: 10.1186/s13063-017-2372-y
  25. O'Brien K., Geddes E.L., Reid W.D., Brooks D., Crowe J. Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review update. *J Cardiopulm Rehabil Prev.* 2008; 28(2):128-1241. DOI: 10.1097/01.HCR.0000314208.40170.00
  26. Preusser B.A., Winningham M.L., Clanton T.L. High - vs low-intensity inspiratory muscle interval training in patients with COPD. *Chest.* 1994; 106(1):110-117. DOI: 10.1378/chest.106.1.110
  27. Puhon M.A., Busching G., Schunemann H.J., Van Oort E., Zaugg C., Frey M. Interval versus continuous high-intensity exercise in chronic obstructive pulmonary disease: a randomized trial. *Ann Intern Med.* 2006; 145(11):816-825. DOI: 10.7326/0003-4819-145-11-200612050-00006
  28. Quaderi S.A., Hurst J.R. The unmet global burden of COPD. *Glob Health Epidemiol Genom.* 2018; 3:e4. DOI: 10.1017/ghg.2018.1
  29. Ries A.L., Bauldoff G.S., Carlin B.W., Casaburi R., Emery C.F., Mahler D.A., Make B., Rochester C.L., Zuwallack R. et al. Pulmonary rehabilitation: joint ACCP/AACVPR evidence-based clinical practice guidelines. *Chest.* 2007; 131(5 Suppl):4S-42S. DOI: 10.1378/chest.06-2418
  30. Sidhaye V.K., Nishida K., Martinez F.J. Precision medicine in COPD: where are we and where do we need to go? *Eur Respir Rev.* 2018; 27(149). pii: 180022. DOI: 10.1183/16000617.0022-2018
  31. Sturdy G., Hillman D., Green D., Jenkins S.C., Cecins N., Eastwood P. Feasibility of high-intensity, interval-based respiratory muscle training in COPD. *Chest.* 2003; 123(1):142-150. DOI: 10.1378/chest.123.1.142
  32. Troosters T., Gosselink R., Decramer M. *Respiratory muscle assessment.* In: Gosselink R., Stam H., editors. Lung function testing, European respiratory monograph 31. Wakefield/Sheffield: European Respiratory Society Journals Ltd, 2005. 57-71 pp. DOI: 10.1183/1025448x.00031004
  33. Weiner P., Magadle R., Beckerman M., Weiner M., Berar-Yanay N. Maintenance of inspiratory muscle training in COPD patients: one year follow-up. *Eur Respir J.* 2004; 23(1):61-65. DOI: 10.1183/09031936.03.00059503
  34. Wouters E.F.M., Wouters B.B.R.E.F., Augustin I.M.L., Houben-Wilke S., Vanfleteren L.E.G.W., Franssen F.M.E. Personalised pulmonary rehabilitation in COPD. *Eur Respir Rev.* 2018; 27(147).pii:170125. DOI: 10.1183/16000617.0125-2017
  35. Wu W., Guan L., Zhang X., Li X., Yang Y., Guo B., Ou Y., Lin L. et al. Effects of two types of equal-intensity inspiratory muscle training in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease: A randomised controlled trial. *Respir Med.* 2017; 132:84-91. DOI: 10.1016/j.rmed.2017.10.001
  36. Zeng Y., Jiang F., Chen Y., Chen P., Cai S. Exercise assessments and trainings of pulmonary rehabilitation in COPD: a literature review. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis.* 2018; 13:2013-2023. DOI: 10.2147/COPD.S167098

Поступила в редакцию 21.04.2019

Подписана в печать 19.09.2019

---

**Для цитирования:** Овсянников Е.С., Будневский А.В., Шкатова Я.С. Тренировка дыхательной мускулатуры у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких. *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье».* 2019; (3):20-27. DOI: 10.21626/vestnik/2019-3/03.

---

## RESPIRATORY MUSCLE TRAINING IN PATIENTS WITH CHRONIC OBSTRUCTIVE PULMONARY DISEASE

© Ovsyannikov E.S., Budnevsky A.V., Shkatova Ya.S.

N.N. Burdenko Voronezh State Medical University (VSMU)

10, Studencheskaya St., Voronezh, Voronezh region, 394036, Russian Federation

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is an important issue in modern healthcare. According to GOLD (2018), great attention is paid to the programs of pulmonary rehabilitation (PR), which also include respiratory muscle training (RMT).

**Indications for RMT.** According to the latest research data, the routine use of RMT is not advised for patients with COPD who can properly participate in PR programs with a full range of necessary general physical exercises. RMT can be considered as a compound to treatment in patients with COPD who cannot fully participate in general physical training due to the presence of comorbid diseases.

**Contraindications for RMT.** In most studies of RMT in patients with COPD, the exclusion criteria were the following: the need for long-term oxygen therapy, a recent exacerbation of the disease, severe concomitant cardiovascular or neurological pathology. Also, RMT is not recommended for patients with: 1) a history of spontaneous pneumothorax; 2) large bullae on chest x-ray films; 3) marked osteoporosis with history of rib fractures; 4) lung surgery within the last 12 months.

**The choice of training methods.** It is recommended to use devices with an adjustable threshold applied force. Despite the fact that the use of devices with fixed inspiratory resistance is described in the literature as a possible RMT technique, the use of such devices requires special attention to breathing pattern, since a patient can reduce the training load by decreasing the inspiratory flow.

**Conclusion.** RMT is recommended for those patients with COPD, who have significant limitations for general physical training, usually due to concomitant diseases.

**Keywords:** chronic obstructive pulmonary disease; respiratory muscle training; pulmonary rehabilitation.

**Ovsyannikov Evgeniy S.** – PhD in Medicine, Associate Professor, Associate Professor of Department of Faculty Therapy, VSMU, Voronezh, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-8545-6255. E-mail: [ovses@yandex.ru](mailto:ovses@yandex.ru) (correspondence author)

**Budnevsky Andrey V.** – DM, Professor, Head of Department of Faculty Therapy, VSMU, Voronezh, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0002-1171-2746. E-mail: [budnev@list.ru](mailto:budnev@list.ru)

**Shkatova Yanina S.** – Postgraduate Student of Department of Faculty Therapy, VSMU, Voronezh, Russian Federation. ORCID iD: 0000-0001-5869-2888. E-mail: [yankashkat@gmail.com](mailto:yankashkat@gmail.com)

### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

### SOURCE OF FINANCING

The work was carried out within the grant of the President of the Russian Federation to support the leading scientific schools of the Russian Federation (HIII 4994.2018.7).

Received 21.04.2019

Accepted 19.09.2019

**For citation:** Ovsyannikov E.S., Budnevsky A.V., Shkatova Ya.S. Respiratory muscle training in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Kursk Scientific and Practical Bulletin "Man and His Health"*. 2019; (3):20–27. DOI: 10.21626/vestnik/2019-3/03.