

## Оценка взаимосвязи параметров периферической скелетной и дыхательной мускулатуры у больных хронической обструктивной болезнью легких

А.К. Сулейманова, И.А. Баранова

ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

### Резюме

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) относится к группе заболеваний с высоким уровнем коморбидности. Особое место занимают патологические изменения периферической скелетной и респираторной мускулатуры у больных ХОБЛ, которые часто недооцениваются.

**Цель.** Исследовать у больных ХОБЛ взаимосвязь между функциональными и количественными параметрами периферической (мышцы конечностей) и дыхательной мускулатуры.

**Материалы и методы.** Под наблюдением находились 127 пациентов (98 мужчин/29 женщин, средний возраст  $67,6 \pm 8,2$  года) вне обострения ХОБЛ. Все больные ХОБЛ были классифицированы согласно GOLD (2019 г.) на группы А, В, С, D. Для диагностики саркопении применен алгоритм Европейской рабочей группы по саркопении у людей старшей возрастной категории (EWGSOP2). Мышечная масса измерена с помощью двуэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, оценивался индекс аппендикулярной тощей массы. Максимальные экспираторное и инспираторное усилия исследовались при помощи бодиплетизмографа MasterScreen Body. Площадь респираторных мышц анализировалась по компьютерной томографии органов грудной клетки с использованием программы Vidar Dicom Viewer.

**Результаты.** Саркопения диагностирована у 43,3% больных ХОБЛ. Дисфункция дыхательной мускулатуры определялась у 66,1% пациентов с ХОБЛ, вероятность ее выявления возрастала в группах С и D по сравнению с группами А и В [отношение шансов 6,6 (95% доверительный интервал 2,9–15,0);  $p < 0,0001$ ]. Установлены взаимосвязи между функциональными параметрами саркопении и силой респираторных мышц, а также между массой периферической скелетной мускулатуры и площадью дыхательных мышц по данным компьютерной томографии ( $p < 0,01$ ). Саркопения, как и дисфункция респираторной мускулатуры, наблюдалась чаще у лиц с выраженными симптомами заболевания, с тяжелой и крайне тяжелой обструкцией дыхательных путей, а также у больных с преимущественно эмфизематозным фенотипом ХОБЛ ( $p < 0,01$ ).

**Заключение.** Саркопения – частая коморбидная патология при ХОБЛ, ее развитие связано с тяжестью течения основного заболевания. Определена взаимосвязь между параметрами периферической (мышцы конечностей) и дыхательной мускулатуры у больных ХОБЛ.

*Ключевые слова:* хроническая обструктивная болезнь легких, саркопения, скорость ходьбы, индекс аппендикулярной тощей массы, сила мышц, динамометрия, двуэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, SPPB-тест (Short Physical Performance Battery), тест «встать со стула», тест «встань и иди», площадь поперечного сечения, респираторные мышцы, максимальное инспираторное давление, максимальное экспираторное давление, дисфункция дыхательных мышц.

Для цитирования: Сулейманова А.К., Баранова И.А. Оценка взаимосвязи параметров периферической скелетной и дыхательной 36–41. DOI: 10.26442/00403660.2020.03.000448

## Evaluation of the relationship between the parameters of peripheral skeletal and respiratory muscles in patients with chronic obstructive pulmonary disease

A.K. Suleymanova, I.A. Baranova

Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a group of diseases with high levels of comorbidity. Pathological changes of peripheral skeletal and respiratory muscles in COPD patients, which are often underestimated, occupy a special place.

**Aim.** To study the relationship between functional and quantitative parameters of the peripheral (limb muscle) and respiratory muscles in COPD patients.

**Materials and methods.** 127 patients (98 men/29 women, mean age  $67.6 \pm 8.2$  years) were under observation without acute COPD. All COPD patients were classified according to GOLD (2019) into groups A, B, C, D. The algorithm of the European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP2) was used to diagnose sarcopenia. The muscle mass was measured using dual energy X-ray absorptiometry (DXA) and the appendicular lean mass index (ASM) was estimated. Maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP) were measured by body plethysmograph MasterScreen Body. Quantitative assessment of thoracic muscle cross-sectional areas were performed using the CT scan using Vidar Dicom Viewer software.

**Results.** Sarcopenia was diagnosed in 43.3% of COPD patients. Respiratory muscle dysfunction was determined in 66.1% of patients with COPD, its probability increased in groups C and D in comparison with groups A and B [chance ratio 6.6 (95% confidence interval 2.9–15.0);  $p < 0.0001$ ]. Correlations between the functional parameters of sarcopenia and respiratory muscle strength as well as between the mass of peripheral skeletal muscles and respiratory muscle area have been established according to the data of computerized tomography ( $p < 0.01$ ). Sarcopenia as well as respiratory muscle dysfunction was observed more frequently in persons with severe and extremely severe airway obstruction and in patients with predominantly emphysematic COPD phenotype ( $p < 0.01$ ).

**Conclusion.** Sarcopenia is a frequent comorbidity in COPD and its development is connected with the severity of the course of the main disease. Correlation between parameters of peripheral (limb muscle) and respiratory muscles in patients with COPD has been determined.

*Keywords:* chronic obstructive pulmonary disease, sarcopenia, walking speed, appendicular lean mass index, muscle strength, dynamometry, dual energy X-ray absorptiometry (DXA), SPPB-test (Short Physical Performance Battery), the chair stand test, the Timed-Up and Go test, quantitative assessment of thoracic muscle cross-sectional areas, respiratory muscles, maximal inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP), respiratory muscle dysfunction.

For citation: Suleymanova A.K., Baranova I.A. Evaluation of the relationship between the parameters of peripheral skeletal and respiratory muscles in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Therapeutic Archive*. 2020; 92 (3): 36–41. DOI: 10.26442/00403660.2020.03.000448

ДДМ – дисфункция дыхательных мышц  
 ДИ – доверительный интервал  
 ДП – дыхательные пути  
 ИАТМ – индекс аппендикулярной тощей массы  
 КТ – компьютерная томография  
 М – среднее значение  
 Ме – медиана  
 ОФВ<sub>1</sub> – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду  
 ОШ – отношение шансов  
 ППС – площадь поперечного сечения

ХОБЛ – хроническая обструктивная болезнь легких  
 CAT (COPD Assessment Test) – тест для оценки выраженности симптомов ХОБЛ  
 EWGSOP2 – Европейская рабочая группа по саркопении у людей старшей возрастной категории  
 mMRC (Modified Medical Research Council) – шкала одышки  
 PE<sub>max</sub> – максимальное экспираторное давление в полости рта  
 PI<sub>max</sub> – максимальное инспираторное давление в полости рта  
 SD – стандартное отклонение  
 SPPB – тест Short Physical Performance Battery

## Введение

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) относится к группе социально значимых заболеваний. В последние годы большое внимание уделяется системным проявлениям ХОБЛ, одним из которых является поражение скелетной мускулатуры. В процессе течения болезни происходит ремоделирование респираторных и периферических скелетных мышц, проявляющееся как количественными (снижение массы), так и функциональными изменениями скелетной мускулатуры [1].

Термин «саркопения» отражает процесс ремоделирования скелетных мышц. По определению Европейской рабочей группы по саркопении у людей старшей возрастной категории (EWGSOP2) саркопения – это прогрессирующее генерализованное заболевание скелетной мускулатуры, связанное с высоким риском неблагоприятных исходов [2]. Согласно данным, представленным в официальном документе EWGSOP2, основным критерием диагностики саркопении и предиктором плохого прогноза является низкая сила мышц – наиболее важный показатель симптомокомплекса мышечной дисфункции. Диагноз саркопении подтверждается при уменьшении количества или качества мышц. Низкая физическая работоспособность свидетельствует о тяжелой степени саркопении [2]. В современной трактовке выделяют первичную саркопению (связанную с возрастом 65 лет и старше) и вторичную саркопению (обусловленную иными причинами кроме старения) [2]. Вторичная саркопения развивается на фоне различных патологических состояний и заболеваний, например при тяжелой бронхолегочной патологии.

Диагностический алгоритм, изложенный в документе EWGSOP2, применим не только для исследования первичной саркопении, но и для оценки вторичной саркопении, в том числе у больных ХОБЛ. Однако в рекомендациях EWGSOP2 акцент делается на изучение параметров периферической скелетной мускулатуры, а именно мышц конечностей, другие группы мышц, в частности дыхательная мускулатура, не анализируются. Проведенный информационный поиск показал ограниченность данных о корреляции патологических изменений респираторных и периферических скелетных мышц при ХОБЛ. Это обусловило проведение исследования, основной целью которого явилось определение взаимосвязи между параметрами периферической (мышцы конечностей) и дыхательной мускулатуры у больных ХОБЛ. В задачи исследования входило также определение частоты поражения мышц, корреляции с тяжестью течения заболевания.

## Материалы и методы

Дизайн исследования: обзорное одномоментное поперечное исследование.

**Критерии включения:** пациенты с доказанной ХОБЛ вне обострения.

**Критерии исключения:**

- отказ пациента от исследования;
- острая тяжелая сопутствующая патология;
- наличие злокачественных опухолей в последние 5 лет;
- злоупотребление алкоголем;
- психические заболевания.

В исследование вошли 127 пациентов с ХОБЛ вне обострения (98 мужчин/29 женщин, средний возраст 67,6±8,2 года). Диагноз ХОБЛ установлен в соответствии с критериями Глобальной инициативы по хронической обструктивной болезни легких [1]. Полный клинический осмотр обязательно включал измерение роста и массы тела с последующей оценкой индекса массы тела. Выраженность симптомов ХОБЛ оценивалась при помощи опросников и шкал: Modified Medical Research Council (mMRC), COPD Assessment Test (CAT).

Спирометрию проводили по стандартной методике в соответствии с рекомендациями Американского торакального общества и Европейского респираторного общества 2005 г. Для исследования использовались только лучшие значения функции внешнего дыхания при стабильном состоянии пациента. Для оценки силы дыхательных мышц применялся аппарат JAEGER с опцией бодиплетизмографии MasterScreen Body и модулем определения силы дыхательной мускулатуры PI<sub>max</sub> (максимальный вдох – максимальное инспираторное давление в полости рта) и PE<sub>max</sub> (максимальный выдох – максимальное экспираторное давление в полости рта). Большим необходимо было в положении сидя выполнить принудительный максимальный вдох для определения PI<sub>max</sub> и выдох с последующей оценкой PE<sub>max</sub> при закрытом мундштуке. Маневр PI<sub>max</sub> проводился от уровня остаточного объема легких (после полного выдоха), маневр PE<sub>max</sub> – от уровня общей емкости легких (после полного вдоха). Для предотвращения утечки воздуха использовался носовой зажим. Таким образом, выполнялось не менее 5 дыхательных маневров. Нормативы максимальных инспираторных и экспираторных давлений в полости рта представлены в **табл. 1**. Значения PI<sub>max</sub> и PE<sub>max</sub> менее референсных нормальных значений, рассчитанных индивидуально для мужчин и женщин разных возрастных групп, свидетельствовали о дисфункции дыхательных мышц (ДДМ).

Сведения об авторах:

Баранова Ирина Александровна – д.м.н., проф., проф. каф. госпитальной терапии педиатрического фак-та

Контактная информация:

Сулейманова Ангелина Курбановна – аспирант и ассистент каф. госпитальной терапии педиатрического фак-та. Тел.: 8(916)078-94-59; e-mail: angelina.suleymanova91@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2387-0370

**Таблица 1. Расчет нормальных показателей максимальных инспираторных и экспираторных давлений в полости рта для мужчин и женщин разных возрастных групп [3, 4]**

Категории пациентов	PI <sub>max</sub> , см вод. ст.	PE <sub>max</sub> , см вод. ст.
Мужчины 18–65 лет	142-1,03 × возраст*	180-0,91 × возраст
Мужчины 65–85 лет	-153+1,3 × возраст - 0,29 × масса тела	219-2,12 × возраст + 0,34 × масса тела
Женщины 18–65 лет	-3+0,71 × рост	3,5+0,55 × рост
Женщины 65–85 лет	-96+0,81 × возраст - 0,29 × масса тела	347-0,295 × возраст + 0,26 × масса тела

\*В уравнения вводятся возраст (лет), масса тела (кг), рост (см).

С целью диагностики саркопении по алгоритму EWGSOP2 у больных ХОБЛ оценивались основные параметры периферической скелетной мускулатуры: сила, масса и работоспособность.

Мышечная сила рук измерялась с помощью кистевого динамометра. Пациенту было необходимо держать рукоятку прибора в одной руке, согнутой в локте под прямым углом, и сжимать динамометр с максимальным изометрическим усилием в течение приблизительно 5 с. Проводилось 3 попытки, выбиралось лучшее значение. Показатели менее 27 кг для мужчин и менее 16 кг для женщин считались сниженными. Сила мышц нижних конечностей (а именно квадрицепса) анализировалась с помощью теста «встать со стула», при котором измерялось и оценивалось время, в течение которого пациент переходит из положения сидя в положение стоя и обратно – всего 5 раз, при этом не помогая себе руками. Если выполнение данного упражнения длилось более 15 с или больной не мог подняться со стула без помощи рук, сила четырехглавых мышц бедра считалась сниженной.

Для измерения мышечной массы больным проводилась двуэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия по программе «Все тело». Рассчитывали индекс аппендикулярной тощей массы (ИАТМ), т.е. отношение суммарной тощей массы верхних и нижних конечностей (кг) к росту (м<sup>2</sup>). Саркопения подтверждалась при показателях ИАТМ ≤ 7,0 кг/м<sup>2</sup> у мужчин и ИАТМ ≤ 6,0 кг/м<sup>2</sup> у женщин.

Физическую работоспособность и функцию мышц оценивали по скорости походки, с помощью теста SPPB (Short Physical Performance Battery) и теста «встань и иди». При невыполнении пациентом хотя бы одного из этих функциональных тестов его физическая работоспособность считалась сниженной. Скорость походки измеряли при прохождении больной дистанции 4 м в максимальном темпе, показатель 0,8 м/с и ниже свидетельствовал о тяжелой саркопении. SPPB – это комплексный тест, включающий измерение скорости походки, проверку на баланс, выполнение теста «встать со стула». Максимальное число баллов равно 12, оценка 8 баллов и ниже свидетельствовала о плохой работоспособности. Для выполнения теста «встань и иди» пациенты должны были встать со стула, пройти 3 м, затем вернуться и сесть обратно. Время выполнения данного теста 20 с и более являлось показателем снижения физической работоспособности.

Площадь поперечного сечения (ППС) дыхательных мышц определялась при оценке компьютерной томографии (КТ) органов грудной клетки согласно методу D. Rozenberg и соавт. [5]. Программа для просмотра и анализа медицинских изображений стандарта DICOM Vidar Dicom Viewer, версия 3, позволяла оценить ППС респираторных мышц. Определялся срез на уровне бифуркации трахеи, затем мы очерчивали границы каждой интересующей нас респираторной мышцы (грудные, межреберные, параспинальные, передние зубчатые, широчайшие мышцы спины) и автоматически получали их площадь в мм<sup>2</sup>.

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета прикладных программ IBM SPSS Statistics 23 (США). Данные анализировались на соответствие распределения значений изучаемого признака закону нормального распределения и представлены как среднее значение (M) ± стандартное отклонение (SD) или медиана (Me) [25; 75-й квартили (Q<sub>1</sub>; Q<sub>3</sub>)]. Для оценки различий категориальных переменных в подгруппах использовался χ<sup>2</sup> или точный метод Фишера. Мерой риска являлось отношение шансов (ОШ), 95% доверительный интервал (ДИ), вычисляемое с помощью таблиц сопряженности. Различия считали статистически значимыми при p < 0,05.

## Результаты

Характеристика пациентов представлена в **табл. 2**. Большинство больных ХОБЛ были мужчины в возрасте старше 65 лет (минимальный возраст 43 года, максимальный – 87 лет), которые имели длительный стаж табакокурения и тяжелую обструкцию дыхательных путей (ДП).

Снижение силы мышц конечностей, оцененной при помощи динамометрии или теста «встать со стула», наблюдалось у 80 (62,9%) больных ХОБЛ. Функциональные показатели периферических скелетных мышц, такие как тест «встать со стула», скорость походки, SPPB коррелировали с объемом форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ<sub>1</sub>), данными по опросникам mMRC и CAT, индексом табакокурения, количеством обострений заболевания за последние 12 мес, в том числе требующих госпитализации (**табл. 3**).

Применив диагностический алгоритм EWGSOP2, мы выявили саркопению у 55 (43,3%) пациентов с ХОБЛ, у 43 из них саркопения была тяжелой. Заболевание чаще отмечалось у пациентов с эмфизематозным, чем с бронхитическим фенотипом ХОБЛ [ОШ 2,8 (95% ДИ 1,1–6,8); p=0,03]. Саркопения наблюдалась при любой степени тяжести обструкции ДП. Однако вероятность саркопении была выше у больных с тяжелой и крайне тяжелой обструкцией ДП, чем у лиц с легкой и среднетяжелой обструкцией [ОШ 4,4 (95% ДИ 1,7–11,4); p=0,001].

ДДМ диагностирована у 84 (66,1%) пациентов с ХОБЛ. Как и изменения периферических скелетных мышц, которые оценены с помощью алгоритма EWGSOP2, ДДМ наблюдалась у больных ХОБЛ с обструкцией ДП различной степени тяжести и чаще встречалась у больных с тяжелой и крайне тяжелой обструкцией, чем у лиц с более высокими показателями ОФВ<sub>1</sub> [ОШ 9,0 (95% ДИ 3,9–20,7); p<0,01]. ДДМ определена у 68,6% больных с тяжелой обструкцией и всех пациентов (100%) с крайне тяжелой обструкцией ДП. Вероятность ее выявления возрастала более чем в 6 раз в группах С и D по сравнению с группами А и В [ОШ 6,6 (95% ДИ 2,9–15,0); p<0,0001]. Частота ДДМ, как и саркопении, была выше среди пациентов с эмфизематозным фенотипом ХОБЛ, чем у больных с бронхитическим фенотипом [ОШ 3,9 (95% ДИ 1,6–9,7); p=0,01]. Параметры силы респираторных

**Таблица 2. Характеристика больных**

Параметр	M±SD или Me (Q <sub>1</sub> ; Q <sub>3</sub> )
Возраст, лет	67,6±8,2
Пол мужской/женский, абс.	98/29
Индекс массы тела, кг/м <sup>2</sup>	25,9 (22; 30,4)
Индекс табакокурения, пачка/лет	40±12,9
Табакокурение в настоящем, %; абс.	38,6; 49
Табакокурение в прошлом, %; абс.	61,4; 78
ОФВ <sub>1</sub> (% от должных величин)	47 (29; 64)
Преимущественный фенотип ХОБЛ, %; абс.	
• бронхитический	55,8; 71
• эмфизематозный	44,2; 56
Группы ХОБЛ, %; абс.	
A	19,7; 25
B	25,2; 32
C	26; 33
D	29,1; 37
Число обострений за последние 12 мес	2 (1; 4)
Число обострений с госпитализацией за последние 12 мес	1 (1; 2)
mMRC, степень	2 (1; 3)
CAT, баллы	10 (8,0; 22)

мышц (PI<sub>max</sub>, PE<sub>max</sub>) коррелировали с теми же основными клиническими данными ХОБЛ, что и функциональные показатели периферической скелетной мускулатуры (табл. 4).

Получена значимая взаимосвязь между функциональными и количественными параметрами периферической и дыхательной мускулатуры у больных ХОБЛ. Наблюдалась

корреляция между показателями силы и функции периферических и респираторных мышц ( $p < 0,01$ ). Основные взаимосвязи представлены в табл. 5. ППС всех групп респираторных мышц, оцененная по КТ органов грудной клетки, коррелировала с массой периферической скелетной мускулатуры (ИАТМ). Взаимосвязь площади дыхательных мышц и массы периферической скелетной мускулатуры представлена в табл. 6.

## Обсуждение

Интерес к изучению системных проявлений ХОБЛ растет с каждым годом и оправдан доказанным влиянием патологических изменений в различных органах и тканях, в том числе периферических скелетных мышцах, на прогноз больных. Гипоксия, хроническое системное воспаление, окислительный стресс, преобладание катаболических процессов над анаболическими, прием системных глюкокортикоидов, дефицит витамина D, гормональные нарушения и другие способствуют изменению метаболизма, развитию атрофии и дисфункции скелетных мышц, что, в свою очередь, приводит к снижению толерантности к физической нагрузке и прогрессированию дыхательных расстройств [6].

По некоторым данным, изменения функции и массы мышц конечностей ассоциированы с плохим прогнозом у больных ХОБЛ, в том числе с частыми обострениями, госпитализациями, летальным исходом [7, 8]. Это обуславливает необходимость тщательного анализа скелетных мышц при ХОБЛ. Нарушения функции мышц конечностей, а также изменения их качественного и количественного состава могут быть легко определены с помощью алгоритма диагностики саркопении, разработанного EWGSOP2.

**Таблица 3. Взаимосвязь между функциональными параметрами периферических скелетных мышц и основными клиническими данными пациентов с ХОБЛ**

Функциональные параметры периферических скелетных мышц	ОФВ <sub>1</sub>	mMRC	CAT	Индекс табакокурения	Число обострений в год	Число обострений в год
SPPB	0,430*	-0,344*	-0,504*	-0,269**	-0,343*	-0,452*
Скорость походки	0,462*	-0,526*	-0,531*	0,321*	-0,460*	-0,498*
Тест «встать со стула»	-0,260*	0,270*	0,242*	0,362*	0,177**	0,200**

Здесь и далее в табл. 4–6: \*уровень значимости различий  $p < 0,01$ ; \*\*уровень значимости различий  $p < 0,05$ .

**Таблица 4. Взаимосвязь между параметрами силы респираторных мышц и основными клиническими данными пациентов с ХОБЛ**

Клинические данные пациентов с ХОБЛ	PI <sub>max</sub>	PE <sub>max</sub>
Индекс табакокурения	-0,268*	-0,217**
Число обострений за предшествующий год	-0,433*	-0,394*
Число обострений с госпитализацией за предшествующий год	-0,406*	-0,383*
mMRC	-0,437*	-0,399*
CAT	-0,516*	-0,505*

**Таблица 5. Корреляция между показателями силы и функции периферических и респираторных мышц**

Функциональные параметры периферических скелетных мышц	PI <sub>max</sub>	PE <sub>max</sub>
SPPB	0,572*	0,596*
Скорость походки	0,608*	0,604*
Тест «встань и иди»	-0,230**	-0,181**
Тест «встать со стула»	-0,455*	-0,435*
Мышечная сила кисти	0,406*	0,342*

Дисфункция респираторных мышц является одной из основных причин дыхательной недостаточности [9]. Сила мышц вдоха и выдоха отражается давлением, развивающимся в грудной клетке при дыхании. Наиболее простым методом для оценки силы дыхательных мышц служит измерение максимальных статических давлений на уровне рта, которые пациент создает при закрытых ДП во время максимального вдоха ( $PI_{max}$ ) и максимального выдоха ( $PE_{max}$ ) [10]. Достоинствами тестов для оценки давлений в полости рта являются их относительная простота, хорошая переносимость больными, возможность проведения исследований во всех возрастных группах, а также наличие принятых нормативов [3, 4].

По данным проведенного исследования снижение силы – основной показатель дисфункции периферических скелетных мышц – наблюдалось у 80 (62,9%) больных ХОБЛ. Дисфункция респираторных мышц диагностирована у 84 (66,1%) пациентов с ХОБЛ. И в том и в другом случае функциональные мышечные показатели коррелировали с основными клинико-функциональными параметрами заболевания (тяжесть обструкции, выраженность симптомов, количество обострений, эмфизематозный фенотип ХОБЛ), что согласуется с данными ранее опубликованных исследований о взаимно усугубляющем влиянии патологических процессов в легких и скелетных мышцах [6].

Снижение массы периферических скелетных мышц, подтверждающее диагноз саркопении, выявлено у 43,3% больных ХОБЛ. Нами установлено, что как саркопения, так и ДДМ развиваются чаще при эмфизематозном фенотипе ХОБЛ, чем при бронхитическом, а также у больных с тяжелой и крайне тяжелой обструкцией ДП, что, вероятно, связано с преобладанием симптомов одышки, гиподинамией, частым развитием дыхательной недостаточности у данной группы пациентов.

По аналогии исследования периферической скелетной мускулатуры мы анализировали не только функцию респираторных мышц, но и их количество. Для этого проводилось измерение площади дыхательных мышц с помощью КТ, которая считается «золотым стандартом» для измерения мышц [11]. Так, по некоторым данным, ППС, взятая из одного осевого среза КТ брюшной полости, отражает показатели общей скелетной массы тела [12], а низкая ППС грудных мышц у пациентов с ХОБЛ связана с тяжестью основного заболевания [13] и неблагоприятным прогнозом у таких больных [14]. Четких критериев пороговых значений для ППС респираторных мышц в настоящее время нет, поэтому оценить, насколько выражены количественные изменения дыхательной мускулатуры у больных ХОБЛ, мы не могли. Однако мы оценили взаимосвязь параметров ППС респираторных мышц и массы периферических скелетных мышц (ИАТМ). По нашим данным отмечалась значимая ас-

**Таблица 6. Корреляция между ИАТМ и площадью респираторных мышц**

Респираторные мышцы	R (p)
Грудные	0,518*
Параспинальные	0,462*
Передние зубчатые	0,626*
Широчайшие мышцы спины	0,432*
Межреберные	0,446*
Сумма всех дыхательных мышц	0,647*

социация площади всех групп дыхательных мышц и их суммы с массой периферических скелетных мышц у больных ХОБЛ.

Таким образом, саркопения, описывающая прежде всего дисфункцию периферических скелетных мышц, а также изменения их массы, действительно носит генерализованный характер при ХОБЛ и затрагивает не только периферическую скелетную мускулатуру, но и респираторные мышцы. Это является результатом сложного сочетания функциональных, метаболических и анатомических изменений, ведущих к неоптимальной работе мышц. Атрофия, изменение типа мышечных волокон и их метаболизма, ремоделирование дыхательной мускулатуры способствуют генерализованному патологическому процессу в скелетных мышцах и напрямую зависят от тяжести течения ХОБЛ. Более глубокое понимание патофизиологии и клинической значимости взаимного патологического влияния респираторных и периферических скелетных мышц при ХОБЛ может стать ключом к изучению системных проявлений ХОБЛ и поиску новых мишеней для таргетной терапии и реабилитации данной группы больных.

## Заключение

Саркопения является распространенной патологией при ХОБЛ и связана с тяжестью течения основного заболевания. Патологический процесс затрагивает не только периферическую скелетную мускулатуру, но и дыхательные мышцы. Установлена четкая взаимосвязь между параметрами периферической (мышцы конечностей) и дыхательной мускулатуры у больных ХОБЛ. Так, сила респираторных мышц достоверно коррелирует с силой и функцией периферической скелетной мускулатуры, а площадь всех групп респираторных мышц значимо взаимосвязана с массой периферических скелетных мышц.

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.**

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease (GOLD 2019); <http://goldcopd.org>
- Alfonso J Cruz-Jentoft, Güllistan Bahat, et al. Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2; Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*. 2018;169. doi: 10.1093/ageing/afy169
- Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, et al. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular health study research group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149:430-8. doi: 10.1164/ajrcm.149.2.8306041
- Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, et al. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in caucasian adults and children. *Thorax*. 1984;39(7):535-8. doi: 10.1136/thx.39.7.535.
- Rozenberg D, Singer LG, Mendes P, et al. Association of Thoracic Muscle Cross-Sectional Area and Clinical Outcomes in Lung Transplant Candidates. *J Heart Lung Transplant*. 2015;34:S15-6. doi: 10.1016/j.healun.2015.01.029
- Barreiro E, Jaitovich A. Muscle atrophy in chronic obstructive pulmonary disease: molecular basis and potential therapeutic targets. *J Thorac Dis*. 2018;10(12):1415-24. doi: 10.21037/jtd.2018.04.168

7. Ischaki E, Papatheodorou G, Gaki E, et al. Body mass and fat-free mass indices in COPD: relation with variables expressing disease severity. *Chest*. 2007;132:164-9. doi: 10.1378/chest.06-2789
8. Schols AM, Broekhuizen R, Weling-Scheepers CA, et al. Body composition and mortality in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Clin Nutr*. 2005;82:53-9. doi: 10.1093/ajcn.82.1.53
9. American Thoracic Society/European Respiratory Society: ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:518-624. doi: 10.1164/rccm.166.4.518
10. Black L, Hyatt R. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969;99:696. doi: 10.1164/arrd.1969.99.5.696
11. Goodpaster BH, Thaete FL, Kelley DE. Composition of skeletal muscle evaluated with computed tomography. *Ann N Y Acad Sci*. 2000;904:18. doi: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06416.x
12. Shen W, Punyanitya M, Wang Z, et al. Total body skeletal muscle and adipose tissue volumes: estimation from a single abdominal cross-sectional image. *J Appl Physiol*. 2004;97:2333. doi: 10.1152/jappphysiol.00744.2004
13. McDonald ML, Diaz AA, Ross JC, et al. Quantitative computed tomography measures of pectoralis muscle area and disease severity in chronic obstructive pulmonary disease. A cross-sectional study. *Ann Am Thorac Soc*. 2014;11:326. doi: 10.1513/AnnalsATS.201307-229OC
14. Tanimura K, Sato S, Fuseya Y, et al. Quantitative assessment of erector spinae muscles in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Novel chest computed tomography-derived index for prognosis. *Ann Am Thorac Soc*. 2016;13:334. doi: 10.1513/AnnalsATS.201507-446OC

Поступила 26.07.2019