

Возможности 6-минутного шагового теста для стратификации функционального риска резекции легких при туберкулезе и раке легких

Л.Д.Кирюхина^{1,2} ✉, У.И.Матвеева¹, Е.В.Кокорина¹, П.К.Яблонский^{1,3}

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации: 191036, Россия, Санкт-Петербург, Лиговский пр., 2–4

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства России: 115682, Россия, Москва, Ореховый бульвар, 28, стр. 10

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства Российской Федерации: 199034, Россия, Санкт-Петербург, Университетская набережная, 7–9

Резюме

Точная предоперационная оценка функционального резерва у пациентов с заболеваниями легких критична для стратификации риска хирургического вмешательства. «Золотым стандартом» оценки функционального резерва является кардиопульмональный нагрузочный тест (КПНТ), однако этот метод малодоступен. В качестве наиболее простого альтернативного инструмента рассматривается 6-минутный шаговый тест (6-МШТ), однако для клинически обоснованных пороговых значений его показателей для пациентов с туберкулезом легких (ТЛ) требуется валидация. **Целью** исследования являлось определение пороговых значений 6-МШТ, соответствующих клинически значимым уровням пикового потребления кислорода ($VO_{2\text{ peak}}$) по данным КПНТ, для предоперационной стратификации риска у пациентов с ТЛ и раком легкого (РЛ). **Материалы и методы.** В предоперационном периоде обследованы пациенты с ТЛ ($n = 81$) и РЛ ($n = 89$). У всех пациентов проведены 6-МШТ и КПНТ. Оценивалась связь параметров 6-МШТ с $VO_{2\text{ peak}}$ (критерии низкого риска: ≥ 20 мл / кг / мин; высокого: < 15 мл / кг / мин). Пороговые значения определены по результатам ROC-анализа (графический метод оценки качества бинарных классификаторов (*Receiver Operating Characteristic* – ROC), сравнение площади под кривой (*Area Under the Curve* – AUC) выполнено при использовании теста DeLong. **Результаты.** Отмечена устойчивая корреляция показателя дистанции 6-МШТ (м) с $VO_{2\text{ peak}}$ в обеих группах ($r = 0,59–0,65$; $p < 0,05$). Для идентификации высокого риска ($VO_{2\text{ peak}} < 15$ мл / кг / мин) показана высокая точность показателя порога дистанции ≤ 434 м как при ТЛ (AUC – 0,91; чувствительность – 92 %, специфичность – 87 %), так и при РЛ (AUC – 0,82; чувствительность – 89 %, специфичность – 68 %). При сравнении ROC-кривых не выявлено значимых различий AUC для абсолютной дистанции между группами ($p = 0,19$), тогда как значение показателя дистанции ($\%_{\text{долж}}$) выявило нозологически специфичные различия ($p = 0,032$). **Заключение.** Абсолютная дистанция 6-МШТ является валидным и сопоставимым по точности в обеих нозологических группах инструментом скрининга. Значение порога ≤ 434 м может использоваться как универсальный критерий высокого функционального риска ($VO_{2\text{ peak}} < 15$ мл / кг / мин), позволяющий оптимизировать отбор пациентов для углубленного обследования (КПНТ).

Ключевые слова: 6-минутный шаговый тест, кардиопульмональное нагрузочное тестирование, туберкулез легких, рак легкого, предоперационная оценка, функциональный риск.

Конфликт интересов. Конфликт интересов авторами не заявлен.

Финансирование. Спонсорская и финансовая поддержка работы отсутствовала.

Этическая экспертиза. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, одобрено Локальным этическим комитетом Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 101 от 20.12.23). У каждого пациента получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

© Кирюхина Л.Д. и соавт., 2026

Для цитирования: Кирюхина Л.Д., Матвеева У.И., Кокорина Е.В., Яблонский П.К. Возможности 6-минутного шагового теста для стратификации функционального риска резекции легких при туберкулезе и раке легких. *Пульмонология*. 2026; 36 (4): 607–619. DOI: 10.18093/0869-0189-2026-36-4-607-619

Role of the 6-minute walk test in stratifying functional risk associated with lung resection for tuberculosis and lung cancer

Larisa D. Kiryukhina^{1,2} ✉, Uliana I. Matveeva¹, Elena V. Kokorina¹, Pyotr K. Yablonskiy^{1,3}

¹ Russian Federation Healthcare Ministry Saint-Petersburg State Phthiopulmonology Research Institute: Ligovsky pr. 2 – 4, Saint-Petersburg, 191036, Russia

² Federal State Budgetary Institution “Pulmonology Scientific Research Institute” under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation: Orekhovy bul’var 28, build. 10, Moscow, 115682, Russia

³ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “St. Petersburg State University”, Government of the Russian Federation: Universitetskaya Naberezhnaya 7 – 9, Saint-Petersburg, 199034, Russia

Abstract

Accurate preoperative assessment of functional reserve in patients with lung diseases is critical for surgical risk stratification. The “gold standard” for functional reserve assessment, cardiopulmonary exercise testing (CPET), has limited availability. The 6-minute walk test (6MWT) is considered a simpler alternative tool; however, its clinically significant thresholds for patients with pulmonary tuberculosis (PTB) require validation. **The aim** was to determine 6MWT threshold values corresponding to clinically significant levels of peak oxygen consumption ($VO_{2\text{peak}}$) measured by CPET for preoperative risk stratification in patients with PTB and lung cancer (LC). **Methods.** The study enrolled 81 patients with PTB and 89 patients with LC in the preoperative period. All patients underwent both 6MWT and CPET. The association between 6MWT parameters and $VO_{2\text{peak}}$ was assessed using low-risk (≥ 20 ml/kg/min) and high-risk (< 15 ml/kg/min) criteria. Threshold values were determined by ROC analysis, with AUC comparisons performed using the DeLong test. **Results.** The 6MWT distance (m) demonstrated a consistent correlation with $VO_{2\text{peak}}$ in both groups ($r = 0.59 - 0.65$; $p < 0.05$). A distance threshold of ≤ 434 m showed high accuracy for identifying high-risk patients ($VO_{2\text{peak}} < 15$ ml/kg/min) with both PTB (AUC 0.91; sensitivity 92%, specificity 87%) and LC (AUC 0.82; sensitivity 89%, specificity 68%). Comparison of ROC curves revealed no significant differences between the groups in AUC for absolute distance ($p = 0.19$), whereas the percentage of predicted distance showed nosology-specific differences ($p = 0.032$). **Conclusion.** Absolute 6MWT distance is a valid screening tool with comparable accuracy in both medical conditions. The threshold of ≤ 434 m may serve as a universal criterion for high functional risk ($VO_{2\text{peak}} < 15$ ml/kg/min), enabling optimized patient selection for comprehensive assessment (CPET).

Key words: 6-minute walk test; cardiopulmonary exercise testing; pulmonary tuberculosis; lung cancer; preoperative assessment; functional risk.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Funding. This research received no external funding.

Ethical review. This study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki of the World Medical Association and approved by the local ethics committee of the Russian Federation Healthcare Ministry Saint-Petersburg State Phthisiopulmonology Research Institute (Protocol No.101 dated December 20, 2023). Written informed consent was obtained from each patient participating in the study.

© Kiryukhina L.D. et al., 2026

For citation: Kiryukhina L.D., Matveeva U.I., Kokorina E.V., Yablonskiy P.K. Role of the 6-minute walk test in stratifying functional risk associated with lung resection for tuberculosis and lung cancer. *Pul'monologiya*. 2026; 36 (4): 607–619 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2026-36-4-607-619

Актуальность резекции легких как этапа комплексного лечения больных туберкулезом легких (ТЛ) сохраняется во всем мире [1]. Особое значение хирургия имеет в странах с высоким уровнем множественной и широкой лекарственной устойчивости микобактерий туберкулеза (МБТ), при которых эффективность консервативной терапии деструктивных форм туберкулеза крайне низка [2, 3]. Именно при лекарственно-устойчивых формах, а также при наличии деструктивных изменений в легочной ткани хирургическое вмешательство становится единственным радикальным методом, позволяющим санировать очаг инфекции и предотвратить прогрессирование заболевания [4–6]. При этом резекции легких сопряжены с известным риском развития послеоперационных осложнений и летальности. Несмотря на совершенствование анестезиологического пособия и внедрение малоинвазивных методик послеоперационные кардиопульмональные осложнения встречаются у 10,8–13,8 % оперированных больных, что, в свою очередь, оказывает влияние на сроки госпитализации и выздоровления [7–9]. В значительной мере это обусловлено не только объемом операции, но и исходным снижением функциональных резервов кардиореспираторной системы у больных данной категории. В связи с этим стратификация функционального риска находится в фокусе профессионального интереса не только специалистов функциональной диагностики, но и пульмонологов, торакальных хирургов, анестезиологов, онкологов и фтизиатров, является предметом изучения и активного обсуждения в профессиональной литературе [10–13].

На сегодняшний день «золотым стандартом» функциональной оценки перед торакальными операциями признан кардиопульмональный нагрузочный тест (КПНТ) [14]. Ключевым прогностическим параметром этого теста является пиковое потребление кислорода ($VO_{2\text{peak}}$).

Однако несмотря на свою диагностическую ценность, КПНТ имеет ряд существенных ограничений: для его проведения требуется дорогостоящее специализированное оборудование, обученный персонал, также отмечено, что тест является труднодоступным для широкого применения в рутинной клинической практике, особенно в учреждениях фтизиатрического и онкологического профиля. По данным ряда исследований показано, что альтернативой КПНТ может служить 6-минутный шаговый тест (6-МШТ) [15–18]. Метод отличается простотой выполнения, невысокой стоимостью, доступностью и является субмаксимальной нагрузочной пробой, привычной для пациентов.

Также по результатам ряда исследований последних лет продемонстрирована убедительная прогностическая ценность 6-МШТ у пациентов с раком легкого (РЛ) [7, 9, 19]. Однако по данным метаанализа *I. Cavero-Redondo et al.* указано, что, несмотря на перспективность 6-МШТ как скринингового инструмента, его диагностическая точность и оптимальные пороговые значения для выявления тяжелой функциональной недостаточности остаются неясными и варьируются в зависимости от этиологии заболевания [20]. Данных, касающихся применения 6-МШТ для предоперационной оценки у пациентов с хирургическими формами ТЛ, недостаточно. Ранее было установлено, что у больных ТЛ и РЛ разные патофизиологические механизмы снижения толерантности к нагрузке [21–23], поэтому особый интерес представляет сравнительный анализ диагностической точности 6-МШТ у пациентов с ТЛ и РЛ. С другой стороны, пороговые значения теста, эквивалентные клинически значимым уровням $VO_{2\text{peak}}$, ни для больных РЛ, ни для лиц с ТЛ не разработаны.

Целью настоящего исследования явилось уточнение клинически значимых пороговых значений показателей 6-МШТ при сопоставлении с результа-

тами КПНТ у пациентов с хирургическими формами ТЛ и РЛ для стратификации функционального риска хирургического вмешательства.

Материалы и методы

Проведено проспективное одноцентровое наблюдательное исследование на базе Торакального центра Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации. Материал был набран в 2024–2025 гг. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации, одобрено Локальным этическим комитетом Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации (протокол № 101 от 20.12.23). У каждого пациента получено письменное информированное согласие на участие в исследовании.

В исследование были включены только больные ($n = 170$; возраст — 18–75 лет) с РЛ ($n = 89$) или ТЛ ($n = 81$).

Критерии включения в исследование:

- верифицированный этиологическими и / или гистологическими методами диагноз РЛ или ТЛ;
- наличие показаний к резекции легких и после проведенных нагрузочных тестов (6-МШТ и КПНТ).

Критерии не включения:

- сочетание РЛ и ТЛ;
- признаки нестабильной стенокардии;
- наличие противопоказаний к выполнению нагрузочных тестов;
- отказ от участия в исследовании.

Фиброзно-кавернозным ТЛ страдали 39 (48,15 %) пациентов, кавернозным ТЛ — 23 (28,40 %). У 18 (22,22 %) пациентов операция выполнена в связи с наличием туберкулом, у 1 (1,23 %) — по поводу цирротического ТЛ.

У всех пациентов диагноз ТЛ верифицирован этиологическими методами. При первичном выявлении заболевания у всех наблюдалось бактериовыделение и была определена лекарственная чувствительность МБТ:

- у 32 (39,5 %) пациентов выявлены чувствительные штаммы;
- у 26 (32,1 %) — множественная лекарственная устойчивость;
- у 13 (16,1 %) — преширокая ЛУ;
- у 5 (6,2 %) — широкая ЛУ;
- у 5 (6,2 %) — другие виды ЛУ.

На момент предоперационного обследования бактериовыделение сохранялось у 30 (37,0 %) пациентов.

Длительность заболевания была распределена следующим образом:

- до 1 года — 30 (37,0 %) пациентов;
- 1–5 лет — 27 (33,3 %);
- более 5 лет — 24 (29,6 %).

Распространенность поражения:

- 1–2 сегмента — 20 (24,7 %) пациентов;
- в пределах 1 доли — 15 (18,5 %);
- поражено все легкое — 15 (18,5 %);
- оба легких — у 31 (38,3 %).

Хирургическое вмешательство проводилось не только у пациентов с бактериовыделением на момент предоперационного обследования, но и у лиц без выделения МБТ при наличии длительно сохраняющихся полостей деструкции или туберкулом, которые могли осложнить течение болезни или снизить эффективность консервативной терапии.

У 73 (82,0 %) пациентов с РЛ выявлен периферический процесс, у 16 (18,0 %) — центральный. Гистологический тип РЛ определялся на основе классификации эпителиальных опухолей Всемирной организации здравоохранения (2021):

- аденокарцинома — у 43 (48,32 %) пациентов;
- плоскоклеточный рак — у 28 (31,46 %);
- немелкоклеточный рак неуточненный — у 9 (10,11 %);
- типичный карциноид — у 4 (4,49 %);
- крупноклеточный нейроэндокринный рак — у 2 (2,25 %);
- эпителиально-миоэпителиальный рак — у 1 (1,12 %);
- мелкоклеточный рак — у 2 (2,25 %).

Стадия РЛ у пациентов определялась по системе стадирования TNM 8-го пересмотра (2017) (Т (*tumor*) — размер первичной опухоли, N (*nodes*) — вовлеченность регионарных лимфатических узлов, М (*metastasis*) — наличие отдаленных метастазов):

- 1A1 — у 6 (6,8 %) пациентов;
- 1A2 — у 16 (18,0 %);
- 1A3 — у 15 (16,9 %);
- 1B — у 10 (11,2 %);
- 2A — у 6 (6,7 %);
- 2B — у 19 (21,3 %);
- 3A — у 15 (16,9 %);
- 3B — у 2 (2,2 %).

Исследование функции внешнего дыхания (ФВД) выполнено на комплексной установке *Master Screen Body Diffusion (VIASYS Healthcare, Германия)* с использованием должных величин, предложенных Европейским сообществом угля и стали (*European Coal and Steel Community, 1993*) [24] и в соответствии с техническими стандартами, изложенными в международных и российских рекомендациях [25–27].

Анализировались показатели объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ₁), форсированной жизненной емкости легких (ФЖЕЛ), ОФВ₁ / ФЖЕЛ, общей емкости легких и ее структуры для выделения вариантов вентиляционной способности.

Интерпретация данных ФВД проводилась на основании технического стандарта Европейского респираторного (*European Respiratory Society — ERS*) и Американского торакального (*American Thoracic Society — ATS*) обществ по стратегии интерпретации рутинных тестов функции легких [28].

КПНТ с одновременным измерением показателей газообмена, вентиляции, постоянным монитори-

ванием 12-канальной электрокардиографии (ЭКГ), артериального давления и насыщения крови кислородом проводился при помощи прибора *OxyconPro* с велоэргометром (*VIASYS Healthcare*, Германия) согласно рекомендациям по проведению и интерпретации КПНТ Американской кардиологической ассоциации и ERS [29, 30]. Применялся ступенчатый протокол нагрузки (длительность ступени — 1 мин). Мощность ступеней рассчитывалась персонально, на основании должной максимальной нагрузки и тяжести состояния. Прирост нагрузки продолжался до лимита возможностей пациента либо появления клинических или ЭКГ-признаков, при которых требуется остановка нагрузки. Оценивались $VO_{2\text{peak}}$ (мл / мин / кг и %_{долж.} $VO_{2\text{max}}$), VO_2 на уровне анаэробного порога ($VO_2\text{-AT}$, мл / мин / кг и %_{долж.} $VO_{2\text{max}}$) и вентиляционный эквивалент по CO_2 (VE / VCO_2) на уровне анаэробного порога.

6-МШТ проводился в соответствии с рекомендациями ATS [31]. Пройденное расстояние (в метрах и %_{долж.}) оценивалось по следующим формулам:

- для мужчин:
 $(7,57 \times \text{рост (см)}) - (5,02 \times \text{возраст (годы)}) - (1,76 \times \text{масса тела (кг)}) - 309$;
- для женщин:
 $(2,11 \times \text{рост (см)}) - (5,78 \times \text{возраст (годы)}) - (2,29 \times \text{масса тела (кг)}) + 667$ [32].

Измерялись показатели частоты сердечных сокращений (ЧСС) и насыщения гемоглобина капиллярной крови кислородом (SpO_2) в покое и на протяжении теста, проводилась субъективная оценка одышки в конце теста по 10-балльной шкале Борга [33]. Для измерения ЧСС в различные промежутки времени использовался пульсоксиметр с пальцевым датчиком; Δ ЧСС определялась как разница ЧСС в покое и по завершении теста. Снижение SpO_2 на $\geq 4\%$ _{исх.} расценивалось как десатурация.

Результаты 6-МШТ сопоставлялись с результатами КПНТ ($VO_{2\text{peak}}$). Функциональный хирургический риск $VO_{2\text{peak}} \geq 20$ мл / кг / мин расценивался как низкий [34, 35], < 15 мл / кг / мин — как высокий [8, 36].

Статистический анализ выполнялся с использованием пакета *Statistica 10* (*StatSoft Inc.*, США). Оценка нормальности распределения данных выполнялась при помощи критерия Шапиро—Уилка. В качестве описательных статистик использовались медиана и квартили (Me (Q1—Q3)). Для оценки различий между группами с распределением, отличным от нормального, использовался U-критерий Манна—Уитни. Для категориальных данных использовался критерий χ^2 Пирсона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Корреляционный анализ выполнялся с использованием ранговой корреляции Спирмена. Для оценки независимости связи показателей 6-МШТ и $VO_{2\text{peak}}$ от клинико-функциональных характеристик рассчитывались частичные коэффициенты корреляции Пирсона с поправкой на возраст, индекс массы тела (ИМТ), O_{FV_1} (%_{долж.}) и стаж курения. Для оценки прогностической способности 6-МШТ и определения оптимальных пороговых значений применялся ROC-анализ (*Receiver Operating Characteristic*) с оценкой площади под кривой (AUC — *Area Under ROC-*

Curve). Оптимальный порог определялся по индексу Юдена. Сравнение ROC-кривых проводилось путем оценки статистической значимости различий AUC при помощи теста *DeLong*.

Результаты

Клинико-функциональная характеристика больных с ТЛ и РЛ, включенных в исследование, представлена в табл. 1.

Как видно из табл. 1, соотношение мужчин и женщин в группах значимо не различалось. Однако по другим показателям группы пациентов с РЛ и ТЛ оказались не одинаковы: так, пациенты с РЛ были значительно старше (медиана — 65 лет vs 44 года, $p < 0,001$), у них отмечен более высокий ИМТ ($26,1$ кг / м² vs $21,4$ кг / м²; $p < 0,001$). Различались группы и по истории табакокурения: в группе РЛ было больше экс-курильщиков, общий стаж курения также был выше ($36,0$ пачко-лет vs $21,4$ пачко-лет; $p = 0,003$).

При анализе ФВД выявлены ожидаемые различия: только у пациентов с ТЛ были выявлены смешанные нарушения вентиляции, а у пациентов с РЛ чаще определялись обструктивные нарушения. Статистически значимого различия O_{FV_1} в группах не выявлено, но ФЖЕЛ была ниже у пациентов с ТЛ.

Результаты нагрузочных тестов представлены в табл. 2.

Показано, что у больных ТЛ по сравнению с пациентами с РЛ зарегистрированы более низкие значения $VO_{2\text{peak}}$ (%_{долж.}) (см. табл. 2), при этом абсолютные значения $VO_{2\text{peak}}$ (мл / кг / мин), напротив, были выше в группе ТЛ. VO_2 на уровне анаэробного порога (%_{долж.}) также был ниже у пациентов с ТЛ, тогда как в пересчете на мл / кг / мин значения $VO_2\text{-AT}$ в группах оказались сопоставимыми.

Показатели минимальной SpO_2 при КПНТ и VE / VCO_2 статистически значимо не различались между группами. В то же время у пациентов с ТЛ конечная ЧСС и Δ ЧСС были выше, а субъективная одышка по шкале Borg в конце теста была более выраженной.

В обеих нозологических группах продемонстрированы статистически значимые корреляции умеренной силы с $VO_{2\text{peak}}$ и $VO_2\text{-AT}$ показателей дистанции, пройденной при выполнении 6-МШТ, и минимальной SpO_2 по результатам теста, что подтверждает способность 6-МШТ в целом отражать функциональный статус, оцениваемый по данным КПНТ (табл. 3).

Для оценки независимости связи между показателями 6-МШТ и $VO_{2\text{peak}}$ от клинико-функциональных характеристик рассчитывались частичные коэффициенты корреляции Пирсона с поправкой на возраст, ИМТ, O_{FV_1} (%_{долж.}) и стаж курения. По результатам дополнительного анализа показано, что ассоциация дистанции 6-МШТ с $VO_{2\text{peak}}$ сохранялась и после учета этих факторов, что подтверждает ее независимый характер (табл. 4). Ассоциация минимальной SpO_2 с $VO_{2\text{peak}}$, как видно из табл. 4, не подтвердилась.

Для идентификации пациентов с низким функциональным риском ($VO_{2\text{peak}} \geq 20$ мл / кг / мин у больных ТЛ) оптимальным порогом дистанции 6-МШТ

Таблица 1
Клинико-функциональная характеристика пациентов с туберкулезом легких и раком легкого
Table 1
Clinical and functional characteristics of the patients with pulmonary tuberculosis and lung cancer

Показатели	ТЛ (n = 81)	РЛ (n = 89)	p
Возраст, годы	44,0 (37,0–52,0)	65,0 (61,0–73,0)	< 0,001
Пол, n (%):			
• мужской	65 (80,2)	58 (65,2)	0,38
• женский	16 (19,8)	31 (34,8)	
ИМТ, кг / м ²	21,4 (19,38–24,61)	26,1 (23,63–28,7)	< 0,001
Статус курения, n (%):			
• никогда не курили	16 (19,7)	20 (22,5)	0,727
• курильщики	57 (70,4)	47 (52,8)	0,25
• экс-курильщики	8 (9,9)	22 (24,7)	0,033
Стаж курения, пачко-лет	15 (5–30)	36 (4–50)	0,003
ОФВ ₁ , % додж.	87,4 (53,3–103,0)	90,4 (68,9–105,5)	0,069
ФЖЕЛ, % додж.	98,7 (77,1–116,5)	108,4 (93,4–122,6)	0,007
ОФВ ₁ / ФЖЕЛ	67,97 (60,65–74,31)	64,91 (55,84–70,97)	0,062
Без нарушений вентилиации, n (%)	28 (34,6)	24 (27,0)	0,434
Обструкция, n (%)	32 (39,5)	63 (70,8)	0,028
Рестрикция, n (%)	1 (1,2)	2 (2,2)	0,623
Смешанные нарушения, n (%)	20 (24,7)	–	< 0,001

Примечание: ТЛ – туберкулез легких; РЛ – рак легких; ИМТ – индекс массы тела; ОФВ₁ – объем форсированного выдоха за 1-ю секунду; ФЖЕЛ – форсированная жизненная емкость легких; данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); p – уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовались критерий Манна-Уитни (непараметрические данные) и χ^2 Пирсона (категориальные переменные).

Note: the data are presented as median (25th; 75th percentile); p – statistical significance level of differences between the patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ^2 test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

Таблица 2
Показатели кардиопульмонального нагрузочного теста и 6-минутного шагового теста в группах пациентов с туберкулезом легких и раком легкого

Table 2
Results of cardiopulmonary exercise test and 6-minute walk test in the patients with pulmonary tuberculosis and lung cancer

Показатель	ТЛ (n = 81)	РЛ (n = 89)	p
КПНТ			
VO ₂ peak:			
• % додж.	64 (55,0–76,0)	79 (68,0–88,0)	< 0,001
• мл / мин / кг	20,7 (17,1–27,0)	17,8 (15,6–20,3)	< 0,001
VO ₂ -АТ:			
• % додж.	38,14 (27,07–46,01)	53,89 (45,3–67,78)	< 0,001
• мл / мин / кг	12,25 (9,75–15,6)	12,2 (10,3–14,3)	0,833
VE / VCO ₂	32,25 (28,35–36,3)	33,2 (30,0–38,9)	0,172
Минимальная SpO ₂ во время теста	95 (93–96)	95 (93–96)	0,628
Δ SpO ₂ $\geq$ 4 %, n (%)	12 (14,81)	14 (17,73)	0,887
Конечная ЧСС	157 (148–169)	137 (123–150)	< 0,001
Конечная ДЧСС	59 (46–71)	48 (37–63)	0,002
Субъективная одышка по шкале Borg в конце	6 (4–7)	5 (3–6)	0,003
Субъективная мышечная усталость по шкале Borg в конце	6 (5–8)	6 (5–8)	0,521
Параметры 6-МШТ:			
• дистанция	485 (435–540)	448 (410–513)	0,008
• дистанция, % додж.	76,4 (64,67–84,84)	86,06 (77,56–96,79)	< 0,001

Начало. Продолжение табл. 2 см. на стр. 612

Окончание табл. 2. Начало см. на стр. 611

Минимальная SpO ₂ во время теста	97 (96–98)	96 (95–97)	0,411
ΔSpO ₂ ≥ 4 %, n (%)	11 (13,6)	10 (11,24)	0,682
Конечная ЧСС	118 (104–125)	110 (96–121)	0,008
Конечная ΔЧСС	25 (15–35)	24 (18–31,5)	0,865
Субъективная одышка по шкале Borg в конце	2 (1–4)	3 (2–4)	0,747

Примечание: ТЛ – туберкулез легких; РЛ – рак легких; КПНТ – кардиопульмональный нагрузочный тест; VO_{2 peak} – пиковое потребление кислорода; VO₂-АТ – пиковое потребление кислорода на уровне анаэробного порога; VE / VCO₂ – вентиляционный эквивалент по CO₂; ЧСС – частота сердечных сокращений; 6-МШТ – 6-минутный шаговый тест; SpO₂ – насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии; ΔSpO₂ – разница между SpO₂ в покое и в конце теста (на максимальной нагрузке); данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); p – уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовался критерий Манна–Уитни (непараметрические данные) и χ² Пирсона (категориальные переменные).

Note: the data are presented as median (25th; 75th percentile); p – statistical significance level of differences between the patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ² test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

Таблица 3
Коэффициенты корреляции Спирмена между показателями пройденной дистанции при выполнении 6-минутного шагового теста и показателями кардиопульмонального нагрузочного теста

Table 3
Spearman correlation coefficients between the distance covered during the 6-minute walk test and the results of cardiopulmonary exercise test

Показатель КПНТ	ТЛ (n = 81)	РЛ (n = 89)	Объединенная выборка
Дистанция 6-МШТ, м			
VO _{2 peak} :			
• % _{доп.}	0,47*	0,16	0,19*
• мл / мин / кг	0,65*	0,59*	0,64*
VO ₂ -АТ:			
• % _{доп.}	0,28*	0,001	0,008
• мл / мин / кг	0,48*	0,38*	0,41*
VE / VCO ₂	–0,45*	–0,25*	–0,33*
Минимальная SpO₂ во время теста			
VO _{2 peak} :			
• % _{доп.}	0,27*	0,24*	0,19*
• мл / мин / кг	0,4*	0,38*	0,38*
VO ₂ -АТ:			
• % _{доп.}	0,12	–0,004	0,007
• мл / мин / кг	0,24*	0,14	0,19*
VE / VCO ₂	–0,26*	–0,27*	–0,27*

Примечание: КПНТ – кардиопульмональный нагрузочный тест; ТЛ – туберкулез легких; РЛ – рак легких; 6-МШТ – 6-минутный шаговый тест; SpO₂ – насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии; VO_{2 peak} – пиковое потребление кислорода; VO₂-АТ – пиковое потребление кислорода на уровне анаэробного порога; VE / VCO₂ – вентиляционный эквивалент по CO₂; ЧСС – частота сердечных сокращений; в таблице указаны коэффициенты корреляции Спирмена, * – p < 0,05; данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); p – уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовался критерий Манна–Уитни (непараметрические данные) и χ² Пирсона (категориальные переменные).

Note: the table shows the Spearman correlation coefficients; *, p < 0.05; the data are presented as median (25th; 75th percentile); p – statistical significance level of differences between the patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ² test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

оказались ≥ 509 м (AUC – 0,82) (см. рисунок, А) и ≥ 64 %_{доп.} (AUC – 0,81) (табл. 5). У пациентов с РЛ соответствующий порог составил ≥ 460 м (AUC – 0,79) (см. рисунок С).

По результатам анализа данных пациентов с высоким функциональным риском (VO_{2 peak} < 15 мл / кг / мин) показана наибольшая диагностическая значимость дистанции 6-МШТ ≤ 434 м (табл. 6) в обеих нозологических группах (см. рисунок В, D). Показатель минимальной SpO₂ улучшал специфичность, но не превышал диагностическую значимость абсолютной дистанции.

При сравнении AUC-параметров 6-МШТ статистически значимых различий между группами ТЛ и РЛ не получено, кроме дистанции (%_{доп.}) у пациентов с VO_{2 peak} < 15 мл / мин / кг (табл. 7).

Обсуждение

По результатам исследования выявлено, что показатели 6-МШТ коррелируют с результатами КПНТ у пациентов с хирургическими формами ТЛ и РЛ. Показатель абсолютной дистанции (м) продемонстрировал хорошую диагностическую точность для

Таблица 4
Частичная корреляция Пирсона между показателями пикового потребления кислорода (мл / кг / мин) и 6-минутного шагового теста с учетом возраста, индекса массы тела, объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (%_{доп.ж.}) и стажу курения (пачко-лет)

Table 4

Partial Pearson's correlation between peak oxygen consumption (ml/kg/min) and 6-minute walk test, taking into account age, body mass index, forced expiratory volume in 1 second (% of predicted), and smoking history (pack-years)

Показатель	ТЛ (n = 81)	РЛ (n = 89)	Объединенная выборка
Дистанция 6-МШТ	0,31*	0,46*	0,41*
Минимальная SpO ₂ при выполнении 6-МШТ	0,14	0,16	0,14

Примечание: ТЛ – туберкулез легких, РЛ – рак легких; 6-МШТ – 6-минутный шаговый тест; SpO₂ – насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии; в таблице представлены коэффициенты частичной корреляции Пирсона, * – $p < 0,05$; данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); p – уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовался критерий Манна-Уитни (непараметрические данные) и χ^2 Пирсона (категориальные переменные).

Note: the table shows the Pearson's partial correlation coefficients; *, $p < 0.05$; the data are presented as median (25th; 75th percentile); p – statistical significance level of differences between indicators in patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ^2 test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

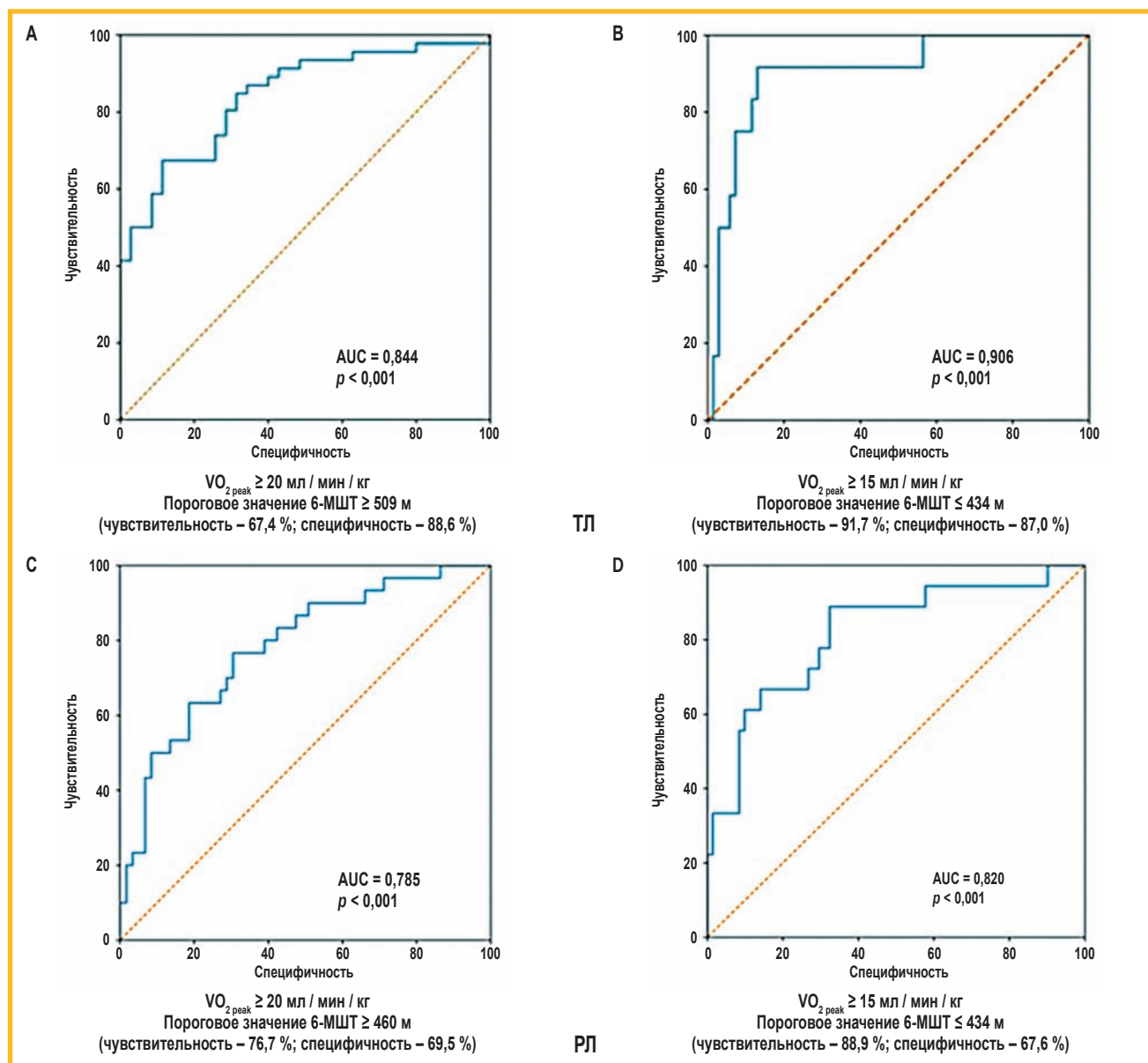


Рисунок. ROC-кривые для пройденной дистанции при выполнении 6-минутного шагового теста (м) при порогах пикового потребления кислорода ≥ 20 и < 15 мл / кг / мин у пациентов с туберкулезом легких и раком легких

Примечание: ROC-кривая (Receiver Operating Characteristic) – графический метод оценки качества бинарных классификаторов; AUC (Area Under the Curve) – площадь под кривой; ТЛ – туберкулез легких; $VO_{2\text{ peak}}$ – пиковое потребление кислорода; 6-МШТ – 6-минутный шаговый тест; РЛ – рак легких.

Figure. ROC curves for the 6-minute walk test distance (m) at peak oxygen consumption thresholds of ≥ 20 and < 15 ml/kg/min in patients with pulmonary tuberculosis and lung cancer

Таблица 5

Пороговые значения показателей 6-минутного шагового теста для пикового потребления кислорода ≥ 20 мл / мин / кг для пациентов с туберкулезом легких и раком легких

Table 5

Threshold values for the 6-minute walk test for peak oxygen consumption ≥ 20 ml/min/kg in patients with pulmonary tuberculosis and lung cancer

Показатели 6-МШТ	Пороговое значение	Чувствительность	Специфичность	p	Индекс Юдена	AUC
ТЛ						
Дистанция 6-МШТ:						
• м	≥ 509	67,4	88,6	$< 0,001$	0,48	0,84
• % _{доп.}	≥ 64	78,3	74,3	$< 0,001$	0,53	0,81
Минимальная SpO ₂ во время теста	≥ 95	93,5	25,7	0,049	0,19	0,63
РЛ						
Дистанция 6-МШТ:						
• м	≥ 460	76,7	69,5	$< 0,001$	0,46	0,79
• % _{доп.}	$\geq 89,17$	63,3	64,4	0,017	0,28	0,66
Минимальная SpO ₂ во время теста	≥ 97	76,7	64,4	$< 0,001$	0,41	0,73

Примечание: AUC (Area Under the Curve) — площадь под кривой; 6-МШТ — 6-минутный шаговый тест; ТЛ — туберкулез легких; SpO₂ — насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии; РЛ — рак легких; данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); p — уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовался критерий Манна-Уитни (непараметрические данные) и χ^2 Пирсона (категориальные переменные).

Note: the data are presented as median (25th; 75th percentile); p — statistical significance level of differences between the patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ^2 test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

Таблица 6

Пороговые значения показателей пройденной дистанции при выполнении 6-минутного шагового теста для пикового потребления кислорода < 15 мл / мин / кг для пациентов с туберкулезом легких и раком легких

Table 6

Threshold values for the 6-minute walk test distance for peak oxygen consumption < 15 ml/min/kg in patients with pulmonary tuberculosis and lung cancer

Показатели 6-МШТ	Пороговое значение	Чувствительность	Специфичность	p	Индекс Юдена	AUC
ТЛ						
Дистанция 6-МШТ:						
• м	≤ 434	91,7	87,0	0,001	0,79	0,91
• % _{доп.}	≤ 63	83,3	87,0	0,001	0,70	0,87
Минимальная SpO ₂ во время теста	≤ 94	50	91,3	0,0095	0,41	0,73
РЛ						
Дистанция 6-МШТ:						
• м	≤ 434	88,9	67,6	$< 0,001$	0,51	0,82
• % _{доп.}	$\leq 72,9$	47,4	90,0	0,095	0,37	0,63
Минимальная SpO ₂ во время теста	≤ 94	47,4	85,7	0,011	0,33	0,69

Примечание: 6-МШТ — 6-минутный шаговый тест; AUC (Area Under the Curve) — площадь под кривой; ТЛ — туберкулез легких; SpO₂ — насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии; РЛ — рак легких; данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); p — уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовался критерий Манна-Уитни (непараметрические данные) и χ^2 Пирсона (категориальные переменные).

Note: the data are presented as median (25th; 75th percentile); p — statistical significance level of differences between the patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ^2 test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

выявления пациентов как с низким ($VO_{2\text{ peak}} \geq 20$ мл / мин / кг), так и высоким функциональным риском ($VO_{2\text{ peak}} < 15$ мл / мин / кг). Определены клинически значимые пороги для каждой нозологии: так, показано, что дистанция ≤ 434 м может служить универсальным ориентиром низкой функциональной способности. При сравнительном ROC-анализе не выявлено

существенных различий прогностической ценности дистанции (м) и минимальной SpO₂ между ТЛ и РЛ, продемонстрировано нозологически-специфичное поведение показателя дистанции (%_{доп.}).

Пациенты с ТЛ были моложе, но имели статистически значимо более низкие показатели (%_{доп.}) как для КПНТ, так и для 6-МШТ, т. е. ТЛ вызывает бо-

Таблица 7
Сравнение AUC (тест DeLong) для показателей 6-минутного шагового теста в группах пациентов с туберкулезом легких и раком легких

Table 7
Comparison of AUC (DeLong test) for 6-minute walk test results in the patients with pulmonary tuberculosis and lung cancer

Исход (позитивный класс)	Показатель 6-МШТ	AUC		Z (DeLong)	p
		ТЛ	РЛ		
VO _{2 peak} ˆ					
• ≥ 20	• М	0,84	0,79	0,82	0,41
	• % _{допж.}	0,81	0,66	1,59	0,11
	• min SpO ₂	0,63	0,73	−1,07	0,28
• < 15	• М	0,91	0,82	1,31	0,19
	• % _{допж.}	0,87	0,63	2,14	0,032
	• min SpO ₂	0,73	0,69	0,63	0,63

Примечание: AUC (Area Under the Curve) – площадь под кривой; 6-МШТ – 6-минутный шаговый тест; ТЛ – туберкулез легких; VO_{2 peak} – пиковое потребление кислорода; РЛ – рак легких; данные представлены как медиана (25-й; 75-й перцентили); SpO₂ – насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии; p – уровень статистической значимости различий между показателями у пациентов с туберкулезом легких и раком легких; для межгрупповых сравнений использовался критерий Манна-Уитни (непараметрические данные) и χ² Пирсона (категориальные переменные).

Note: the data are presented as median (25th; 75th percentile); p – statistical significance level of differences between the patients with pulmonary tuberculosis and pulmonary cancer; Mann – Whitney test (nonparametric data) and Pearson's χ² test (categorical variables) were used for intergroup comparisons.

лее глубокое истощение функциональных резервов относительно должных возрастных норм по сравнению с больными РЛ, что, вероятно, обусловлено системным воспалительным ответом и длительной интоксикацией. Интересным наблюдением является расхождение между относительными и абсолютными показателями VO_{2 peak}: в пересчете на 1 кг массы тела VO_{2 peak} был даже выше, а VO₂-АТ сопоставим между группами. Вероятно, это связано с более молодым возрастом и меньшим ИМТ в когорте больных ТЛ, что обеспечивает более высокое удельное потребление кислорода на 1 кг массы тела при одинаковом или даже несколько меньшем их значении от должных величин. Фактически это подчеркивает ограниченность интерпретации только относительных (%_{доп.}) значений VO_{2 peak} и необходимость учитывать как абсолютные, так и относительные показатели в зависимости от клинического контекста.

Отсутствие значимых различий по VE / VCO₂ и минимальной SpO₂ во время проведения КПНТ между нозологическими группами при более высокой конечной ЧСС и выраженности одышки у пациентов с ТЛ может отражать различия в субъективной толерантности к нагрузке и структуре респираторных нарушений.

Полученные данные в целом согласуются с результатами предыдущих работ, по данным которых продемонстрирована высокая прогностическая ценность 6-МШТ у пациентов, подготовленных к резекционным вмешательствам на легких. Показано также, что дистанция 6-МШТ < 450–460 м ассоциирована с повышенным риском послеоперационных кардиореспираторных осложнений у больных РЛ. N.Maki et al. продемонстрировано, что дистанция ≤ 450 м является независимым предиктором 30-дневных послеоперационных легочных осложнений (пневмония, ателектаз) (отношение шансов – 5,6) [7], тогда как в исследовании M.Salati et al. результат < 458 м ассоциировался

с 3–4-кратным повышением риска кардиопульмональных осложнений [9]. Соответствующий порог для представленной когорты пациентов с РЛ (≥ 460 м для VO_{2 peak} ≥ 20 мл / кг / мин и ≤ 434 м – для VO_{2 peak} < 15 мл / кг / мин) составляет близкий диапазон, что подтверждает клиническую применимость этих значений. Интересно, что полученный порог 434 м близок к общепопуляционным критериям «медленной ходьбы» (< 0,8 м / с), что косвенно подтверждает его физиологическую обоснованность.

В отличие от большинства ранее опубликованных работ, в представленном исследовании оценена связь 6-МШТ с объективными показателями аэробного резерва по данным КПНТ. Использование общепринятых порогов VO_{2 peak} (≥ 20 и < 15 мл / кг / мин) позволяет интерпретировать найденные пороги 6-МШТ в контексте действующих международных рекомендаций по предоперационной оценке рисков у оперируемых больных.

Существенные клинко-функциональные различия между группами ТЛ и РЛ потенциально могли влиять на толерантность к нагрузке и результаты 6-МШТ / КПНТ. Больные РЛ были старше, у них чаще отмечались обструктивные нарушения вентиляции, большие ИМТ и стаж курения, у больных ТЛ чаще выявлялись смешанные расстройства вентиляции. Тем не менее дискриминационная способность абсолютной дистанции 6-МШТ и минимальной SpO₂ в отношении порогов VO_{2 peak} оказалась сопоставимой в обеих нозологических группах, а различия пороговых значений, выраженных в метрах, статистически незначимы. Это позволяет предположить, что именно абсолютная дистанция отражает суммарный функциональный резерв вне зависимости от специфики поражения легких.

В то же время относительные показатели дистанции (%_{доп.}), рассчитываемые по референсным уравне-

ниям, продемонстрировали значимое снижение AUC у больных РЛ при пороге $VO_{2\text{ peak}} < 15$ мл / кг / мин. Вероятно, это связано с тем, что формулы должных значений чувствительны к возрастному и антропометрическому профилю популяции и структуре сопутствующей патологии, что ограничивает переносимость пороговых значений дистанции (%_{долж.}) между различными группами пациентов.

По результатам дополнительного анализа частичных корреляций с поправкой на возраст, ИМТ, ОФВ₁ и стаж курения показано, что независимая ассоциация минимальной SpO_2 при выполнении 6-МШТ с $VO_{2\text{ peak}}$ была слабой и статистически незначимой, в отличие от дистанции. Это согласуется с результатами ROC-анализа, где минимальная SpO_2 имела лишь умеренную дискриминационную способность ($AUC = 0,63-0,73$) и уступала по информативности абсолютной дистанции. Однако минимальная SpO_2 позволяла повысить специфичность моделей при сочетании с дистанцией, что указывает на необходимость учитывать ее значение при анализе результатов 6-МШТ.

Таким образом, полученные пороги позволяют использовать 6-МШТ в качестве доступного инструмента первичной стратификации функционального риска у пациентов, готовящихся к резекционным вмешательствам на легких, особенно в условиях ограниченной доступности КПНТ. Дистанция 6-МШТ ≥ 509 м у больных ТЛ и ≥ 460 м — у больных РЛ с высокой вероятностью соответствует $VO_{2\text{ peak}} \geq 20$ мл / кг / мин и низкому функциональному риску. При отсутствии других факторов риска такие пациенты могут быть направлены на хирургическое лечение. Напротив, дистанция ≤ 434 м в сочетании с минимальной $SpO_2 \leq 94$ % указывает на высокую вероятность $VO_{2\text{ peak}} < 15$ мл / кг / мин и выраженное снижение аэробного резерва. В таких ситуациях рекомендуются выполнение КПНТ и индивидуальные реабилитационные мероприятия.

К ограничениям исследования следует отнести объем выборки, особенно в подгруппах с крайне низкими значениями $VO_{2\text{ peak}}$, а также использование в качестве функциональных критериев высокого и низкого риска уровней $VO_{2\text{ peak}}$. Перспективным направлением является валидация полученных пороговых значений 6-МШТ с оценкой данных о реальных послеоперационных осложнениях и летальности.

Заключение

Продemonстрирована клиническая значимость показателей 6-МШТ для предоперационной оценки функционального статуса пациентов, которые могут быть направлены на хирургическое лечение ТЛ и РЛ. Показатели дистанции и минимальной SpO_2 при выполнении 6-МШТ умеренно коррелируют с ключевыми показателями КПНТ, что подтверждает возможность их использования для первичного функционального скрининга.

Показана наибольшая информативность абсолютной дистанции 6-МШТ для выявления пациентов как с низким, так и высоким функциональным риском

по $VO_{2\text{ peak}}$. Показатели минимальной SpO_2 и ее сочетания с дистанцией обладают дополнительной, но меньшей прогностической ценностью.

Отсутствие статистически значимых различий в диагностической мощности (AUC) порога по абсолютной дистанции и минимальной SpO_2 между пациентами с ТЛ и РЛ позволяет предлагать единый клинический порог 6-МШТ для предоперационной стратификации высокого функционального риска в обеих нозологических группах.

Список сокращений

ИМТ — индекс массы тела
КПНТ — кардиопульмональный нагрузочный тест
МБТ — микобактерии туберкулеза
ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за 1-ю секунду
РЛ — рак легких
ТЛ — туберкулез легких
ФВД — функция внешнего дыхания
ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких
ЧСС — частота сердечных сокращений
6-МШТ — 6-минутный шаговый тест
ATS (*American Thoracic Society*) — Американское торакальное общество
AUC (*Area Under the Curve*) — площадь под кривой
ECCS (*European Community for Coal and Steel*) — Европейское сообщество угля и стали
ERS (*European Respiratory Society*) — Европейское респираторное общество
ROC-кривая (*Receiver Operating Characteristic*) — графический метод оценки качества бинарных классификаторов
 SpO_2 — насыщение гемоглобина капиллярной крови кислородом, измеренное методом пульсоксиметрии
VE / VCO_2 — вентиляционный эквивалент по CO_2
 $VO_{2\text{ peak}}$ — пиковое потребление кислорода
 VO_2 -АТ — пиковое потребление кислорода на уровне анаэробного порога
 ΔSpO_2 — разница между SpO_2 в покое и в конце теста (на максимальной нагрузке)

Литература

1. Sokolovich E.G., Dara M., Zaleskis R. et al. The role of surgery in the treatment of pulmonary TB and multidrug- and extensively drug-resistant TB. Copenhagen, Denmark: World Health Organization; 2014. Available at: [https://pureportal.spbu.ru/en/publications/the-role-of-surgery-in-the-treatment-of-pulmonary-tb-and-multidrug-and-extensively-drug-resistant-tb\(c932dc49-ae6c-4fee-a552-9db4425f-de5d\)/export.html?ysclid=majswa5y9n335692302](https://pureportal.spbu.ru/en/publications/the-role-of-surgery-in-the-treatment-of-pulmonary-tb-and-multidrug-and-extensively-drug-resistant-tb(c932dc49-ae6c-4fee-a552-9db4425f-de5d)/export.html?ysclid=majswa5y9n335692302)
2. Галкин В.Б., Стерликов С.А., Яблонский П.К. Бремя туберкулеза в Российской Федерации. Часть 2. Динамика распространенности туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью. *Медицинский альянс*. 2022; 10 (4): 6–18. DOI: 10.36422/23076348-2022-10-4-6-18.
3. World Health Organization. Global tuberculosis report 2025 [Internet]. Geneva: WHO; 2025. Available at: <https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025>
4. Гиллер Д.Б., Саенко С.С., Герасимов А.Н. и др. Эффективность хирургического лечения МЛУ и ШЛУ деструктивного туберкулеза легких в отдаленный период. *Медицинский альянс*. 2024; 12 (4): 45–54. DOI: 10.36422/23076348-2024-12-4-45-54.

5. Ворончихин Т.А., Аветисян А.О., Васильев И.В. и др. Результаты комплексного лечения ограниченного фиброзно-кавернозного туберкулеза легких. *Медицинский альянс*. 2018; (3): 56–64. Доступно на: <https://med-alyans.ru/index.php/Hahn/article/view/173>
6. Кудряшов Г.Г., Васильев И.В., Ушков А.Д. и др. Непосредственные результаты мини-инвазивных лобэктомий при локализованном одностороннем туберкулезе легких: сравнение робот-ассистированного и видеоторакокопического доступов. *Медицинский альянс*. 2018; (1): 51–59. Доступно на: <https://med-alyans.ru/index.php/Hahn/article/view/150>
7. Maki N., Yanagihara T., Wijesinghe A.I. et al. Preoperative six-minute walking distance as a predictor of postoperative complications in patients undergoing lobectomy for non-small-cell lung cancer. *Adv. Respir. Med.* 2025; 93 (6): 52. DOI: 10.3390/arm93060052.
8. Yang N., Shi Z., Liu J., Yuan Y. Key cardiopulmonary exercise testing indicators for predicting the risk of postoperative cardiopulmonary complications in patients undergoing thoracoscopic lung resection. *Front. Surg.* 2026; 12: 1765398. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1765398.
9. Salati M., Andolfi M., Roncon A. et al. Does the performance of a six-minute walking test predict cardiopulmonary complications after uniportal video-assisted thoracic surgery anatomic lung resection? *Cancers (Basel)*. 2024; 17 (1): 32. DOI: 10.3390/cancers17010032.
10. Чушкин М.И., Кулагина Т.Ю., Кирюхина Л.Д., Карпина Н.Л. Функциональное тестирование и преабилитация в торакальной хирургии. *Хирургия. Журнал им. Н.И.Пирогова*. 2022; (12): 99–103. DOI: 10.17116/hirurgia202212199.
11. Salati M., Brunelli A. Risk stratification in lung resection. *Curr. Surg. Rep.* 2016; 4 (11): 37. DOI: 10.1007/s40137-016-0158-x.
12. Bolliger C.T., Koegeleberg C.F.N., Kendal R. Preoperative assessment for lung cancer surgery. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2005; 11 (4): 301–306. DOI: 10.1097/01.mcp.0000166588.01256.9c.
13. Petrella F., Cara A., Cassina E.M. et al. Evaluation of preoperative cardiopulmonary reserve and surgical risk of patients undergoing lung cancer resection. *Adv. Respir. Dis.* 2024; 18: 17534666241292488. DOI: 10.1177/17534666241292488.
14. Brunelli A., Hardavella G., Huber R.M. et al. European Respiratory Society and European Society of Thoracic Surgeons clinical practice guideline on fitness for curative intent treatment of lung cancer. *Eur. Respir. J.* 2025; 66 (5): 2500156. DOI: 10.1183/13993003.00156-2025.
15. Яблонский П.К., Николаев Г.В., Филиппова Т.А., Петрунькин А.М. Отбор пациентов с хронической обструктивной болезнью легких для хирургической редукции объема легких. *Пульмонология*. 2006; (3): 82–96. Доступно на: <https://journal.pulmonology.ru/pulm/article/view/1458?ysclid=mr2lggowml286637506>
16. Чикина С.Ю. Роль теста с 6-минутной ходьбой в ведении больных с бронхолегочными заболеваниями. *Практическая пульмонология*. 2015; (4): 34–38. Доступно на: https://atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/PP_4_2015_34.pdf
17. Troosters T., Vilaro J., Rabinovich R. et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (3): 564–569. DOI: 10.1183/09031936.02.02092001.
18. Cahalin L.P., Mathier M.A., Semigran M.J. et al. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996; 110 (2): 325–332. DOI: 10.1378/chest.110.2.325.
19. Derdiyok O., Temel U., Arslan B. et al. The role of pre-operative «6 minutes walk test» in predicting the risk of early pneumonia after operation. *Sisli Etfal Hastan. Tip Bul.* 2024; 58 (4): 437–441. DOI: 10.14744/SEMB.2024.34341.
20. Caverio-Redondo I., Saz-Lara A., Bizzozero-Peroni B. et al. Accuracy of the 6-minute walk test for assessing functional capacity in patients with heart failure with preserved ejection fraction and other chronic cardiac pathologies: results of the ExIC-FEP trial and a meta-analysis. *Sports Med. Open*. 2024; 10 (1): 74. DOI: 10.1186/s40798-024-00740-6.
21. Jones L.W., Eves ND, Haykowsky M. et al. Exercise intolerance in cancer and the role of exercise therapy to reverse dysfunction. *Lancet Oncol.* 2009; 10 (6): 598–605. DOI: 10.1016/S1470-2045(09)70031-2.
22. Кирюхина Л.Д., Нефедова Н.Г., Кокорина Е.В. и др. Патологические механизмы ограничения толерантности к нагрузке у больных туберкулезом легких. *Туберкулез и социально значимые заболевания*. 2021; (1): 14–20. DOI: 10.54921/2413-0346-2021-12-1-14-20.
23. Кирюхина Л.Д., Матвеева У.И., Полякова Т.Ю., Яблонский П.К. Диффузионная способность легких и толерантность к физической нагрузке при хирургическом туберкулезе и раке легкого при сопоставимом снижении объема форсированного выдоха за 1-ю секунду. *Русский медицинский журнал*. 2026; (1): 29–34. DOI: 10.32364/2225-2282-2026-1-6.
24. Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report working party standardization of lung function tests, European community for steel and coal official statement of the European Respiratory Society. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 250–267. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/285819171>
25. Каменева М.Ю., Черняк А.В., Айсанов З.Р. и др. Спирометрия: методическое руководство по проведению исследования и интерпретации результатов Межрегиональная общественная организация «Российское респираторное общество» Общероссийская общественная организация «Российская ассоциация специалистов функциональной диагностики» Общероссийская общественная организация «Российское научно-медицинское общество терапевтов». *Пульмонология*. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-3-307-340.
26. Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R. et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2019; 200 (8): e70–88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
27. Wanger J., Clausen J.L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur. Respir. J.* 2005; 26 (3): 511–522. DOI: 10.1183/09031936.05.00035005.
28. Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R. et al. ERS/ATS technical statement on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2022; 60 (1): 2101499. DOI: 10.1183/13993003.01499-2021.
29. Balady G.J., Arena R., Sietsema K. et al. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 122 (2): 191–225. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3181e52e69.
30. Radtke T., Crook S., Kaltsakas G. et al. ERS statement on standardisation of cardiopulmonary exercise testing in chronic lung diseases. *Eur. Respir. Rev.* 2019; 28 (154): 180101. DOI: 10.1183/16000617.0101-2018.
31. ATS committee on proficiency standards for clinical pulmonary function laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166 (1): 111–117. DOI: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.
32. Enright P.L., Sherrill D.L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158 (5, Pt 1): 1384–1387. DOI: 10.1164/ajrccm.158.5.9710086.
33. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1982; 14 (5): 377–381. Available at: https://journals.hww.com/acsm-mse/abstract/1982/05000/psychophysical_bases_of_perceived_exertion.12.aspx
34. Brunelli A., Charloux A., Bolliger C.T. et al. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). *Eur. Respir. J.* 2009; 34 (1): 17–41. DOI: 10.1183/09031936.00184308.
35. Brunelli A., Kim A.W., Berger K.I., Addrizzo-Harris D.J. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd Ed.: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013; 143 (5, Suppl.): e166S–190S. DOI: 10.1378/chest.12-2395.
36. National Institute for Health and Care Excellence. Lung cancer: diagnosis and management. London: NICE; 2019. Available at: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng122>

Поступила: 20.03.26
Принята к печати: 22.06.26

References

1. Sokolovich E.G., Dara M., Zaleskis R. et al. The role of surgery in the treatment of pulmonary TB and multidrug- and extensively

- drug-resistant TB. Copenhagen, Denmark: World Health Organization; 2014. Available at: [https://pureportal.spbu.ru/en/publications/the-role-of-surgery-in-the-treatment-of-pulmonary-tb-and-multidrug-and-extensively-drug-resistant-tb\(c932dc49-ae6c-4fee-a552-9db4425f-de5d\)/export.html?ysclid=mqjswa5y9n335692302](https://pureportal.spbu.ru/en/publications/the-role-of-surgery-in-the-treatment-of-pulmonary-tb-and-multidrug-and-extensively-drug-resistant-tb(c932dc49-ae6c-4fee-a552-9db4425f-de5d)/export.html?ysclid=mqjswa5y9n335692302)
2. Galkin V.B., Sterlikov S.A., Yablonskij P.K. [The burden of tuberculosis in the Russian Federation. Part 2. Dynamics of the prevalence of tuberculosis with multi drug resistance]. *Meditsinskiy al'yans*. 2024; 12 (3): 6–11. DOI: 10.36422/23076348-2022-10-4-6-18 (in Russian).
3. World Health Organization. Global tuberculosis report 2025 [Internet]. Geneva: WHO; 2025. Available at: <https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025>
4. Giller D.B., Saenko S.S., Gerasimov A.N. et al. [Efficiency of surgical treatment of MDR and XDR destructive pulmonary tuberculosis in the late period]. *Meditsinskiy al'yans*. 2024; 12 (4): 45–54. DOI: 10.36422/23076348-2024-12-4-45-54 (in Russian).
5. Voronchihin T.A., Avetisyan A.O., Vasil'ev I.V. et al. [Results of complex treatment of limited fibrocavernous pulmonary tuberculosis]. *Meditsinskiy al'yans*. 2018; (3): 56–64. Available at: <https://med-alyans.ru/index.php/Hahn/article/view/173> (in Russian).
6. Kudryashov G.G., Vasil'ev I.V., Ushkov A.D. et al. [Immediate results of minimally invasive lobectomies for localized unilateral pulmonary tuberculosis: comparison of robotic-assisted and video-assisted thoracoscopic approaches]. *Meditsinskiy al'yans*. 2018; (1): 51–59. Available at: <https://med-alyans.ru/index.php/Hahn/article/view/150> (in Russian).
7. Maki N., Yanagihara T., Wijesinghe A.I. et al. Preoperative six-minute walking distance as a predictor of postoperative complications in patients undergoing lobectomy for non-small-cell lung cancer. *Adv. Respir. Med.* 2025; 93 (6): 52. DOI: 10.3390/arm93060052.
8. Yang N., Shi Z., Liu J., Yuan Y. Key cardiopulmonary exercise testing indicators for predicting the risk of postoperative cardiopulmonary complications in patients undergoing thoracoscopic lung resection. *Front. Surg.* 2026; 12: 1765398. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1765398.
9. Salati M., Andolfi M., Roncon A. et al. Does the performance of a six-minute walking test predict cardiopulmonary complications after uniportal video-assisted thoracic surgery anatomic lung resection? *Cancers (Basel)*. 2024; 17 (1): 32. DOI: 10.3390/cancers17010032.
10. Chushkin M.I., Kulagina T.Yu., Kiryukhina L.D., Karpina N.L. [Pulmonary function testing and prehabilitation in thoracic surgery]. *Khirurgiya. Zhurnal imeny N.I. Pirogova*. 2022; (12): 99–103. DOI: 10.17116/hirurgia202212199 (in Russian).
11. Salati M., Brunelli A. Risk stratification in lung resection. *Curr. Surg. Rep.* 2016; 4 (11): 37. DOI: 10.1007/s40137-016-0158-x.
12. Bolliger C.T., Koegelenberg C.F.N., Kendal R. Preoperative assessment for lung cancer surgery. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2005; 11 (4): 301–306. DOI: 10.1097/01.mcp.0000166588.01256.9c.
13. Petrella F., Cara A., Cassina E.M. et al. Evaluation of preoperative cardiopulmonary reserve and surgical risk of patients undergoing lung cancer resection. *Adv. Respir. Dis.* 2024; 18: 17534666241292488. DOI: 10.1177/17534666241292488.
14. Brunelli A., Hardavella G., Huber R.M. et al. European Respiratory Society and European Society of Thoracic Surgeons clinical practice guideline on fitness for curative intent treatment of lung cancer. *Eur. Respir. J.* 2025; 66 (5): 2500156. DOI: 10.1183/13993003.00156-2025.
15. Yablonskiy P.K., Nikolaev G.V., Filippova T.A., Petrun'kin A.M. [Selection of patients with chronic obstructive pulmonary disease for surgical reduction of lung volume]. *Pul'monologiya*. 2006; (3): 82–96. Available at: <https://journal.pulmonology.ru/pulm/article/view/1458?ysclid=mr2lggowml286637506> (in Russian).
16. Chikina S.Yu. [The role of the 6-minute walk test in the management of patients with bronchopulmonary diseases]. *Prakticheskaya pul'monologiya*. 2015; (4): 34–38. Available at: https://atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/pulmo/PP_4_2015_34.pdf (in Russian).
17. Troosters T., Vilaro J., Rabinovich R. et al. Physiological responses to the 6-min walk test in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. Respir. J.* 2002; 20 (3): 564–569. DOI: 10.1183/09031936.02.02092001.
18. Cahalin L.P., Mathier M.A., Semigran M.J. et al. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996; 110 (2): 325–332. DOI: 10.1378/chest.110.2.325.
19. Derdiyok O., Temel U., Arslan B. et al. The role of pre-operative «6 minutes walk test» in predicting the risk of early pneumonia after operation. *Sisli Etfal Hastan. Tip Bul.* 2024; 58 (4): 437–441. DOI: 10.14744/SEMB.2024.34341.
20. Caverio-Redondo I., Saz-Lara A., Bizzozero-Peroni B. et al. Accuracy of the 6-minute walk test for assessing functional capacity in patients with heart failure with preserved ejection fraction and other chronic cardiac pathologies: results of the ExIC-FEP trial and a meta-analysis. *Sports Med. Open*. 2024; 10 (1): 74. DOI: 10.1186/s40798-024-00740-6.
21. Jones L.W., Eves ND, Haykowsky M. et al. Exercise intolerance in cancer and the role of exercise therapy to reverse dysfunction. *Lancet Oncol.* 2009; 10 (6): 598–605. DOI: 10.1016/S1470-2045(09)70031-2.
22. Kiryukhina L.D., Nefedova N.G., Kokorina E.V. et al. [Pathophysiological mechanisms of limitation of exercise tolerance in patients with pulmonary tuberculosis]. *Tuberkulez i social'no znachimye zabolovaniya*. 2021; (1): 14–20. DOI: 10.54921/2413-0346-2021-12-1-14-20 (in Russian).
23. Kiryukhina L.D., Matveeva U.I., Polyakova T.Yu., Yablonskiy P.K. [Pulmonary diffusing capacity and exercise tolerance in patients with surgical tuberculosis versus lung cancer presenting with equivalent FEV1 impairment]. *Russkiy meditsinskiy zhurnal*. 2026; (1): 29–34. DOI: 10.32364/2225-2282-2026-1-6 (in Russian).
24. Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. et al. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report working party standardization of lung function tests, European community for steel and coal official statement of the European Respiratory Society. *Eur. Respir. J.* 1993; 6 (Suppl. 16): 250–267. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/285819171>
25. Kamenewa M.Yu., Chernyak A.V., Aisanov Z.R. et al. [Spirometry: national guidelines for the testing and interpretation of results Interregional Public Organization “Russian Respiratory Society” All-Russian Public Organization “Russian Association of Specialists in Functional Diagnostics” All-Russian Public Organization “Russian Scientific Medical Society of Therapists”]. *Pul'monologiya*. 2023; 33 (3): 307–340. DOI: 10.18093/0869-0189-2023-33-3-307-340 (in Russian).
26. Graham B.L., Steenbruggen I., Miller M.R. et al. Standardization of spirometry 2019 update. An official American Thoracic Society and European Respiratory Society technical statement. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2019; 200 (8): e70–88. DOI: 10.1164/rccm.201908-1590ST.
27. Wanger J., Clausen J.L., Coates A. et al. Standardisation of the measurement of lung volumes. *Eur. Respir. J.* 2005; 26 (3): 511–522. DOI: 10.1183/09031936.05.00035005.
28. Stanojevic S., Kaminsky D.A., Miller M.R. et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. *Eur. Respir. J.* 2022; 60 (1): 2101499. DOI: 10.1183/13993003.01499-2021.
29. Balady G.J., Arena R., Sietsema K. et al. Clinician's guide to cardiopulmonary exercise testing in adults: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 122 (2): 191–225. DOI: 10.1161/CIR.0b013e3181e52e69.
30. Radtke T., Crook S., Kaltsakas G. et al. ERS statement on standardisation of cardiopulmonary exercise testing in chronic lung diseases. *Eur. Respir. Rev.* 2019; 28 (154): 180101. DOI: 10.1183/16000617.0101-2018.
31. ATS committee on proficiency standards for clinical pulmonary function laboratories. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2002; 166 (1): 111–117. DOI: 10.1164/ajrccm.166.1.at1102.
32. Enright P.L., Sherrill D.L. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1998; 158 (5, Pt 1): 1384–1387. DOI: 10.1164/ajrccm.158.5.9710086.
33. Borg G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1982; 14 (5): 377–381. Available at: https://journals.lww.com/acsm-msse/abstract/1982/05000/psychophysical_bases_of_perceived_exertion.12.aspx
34. Brunelli A., Charloux A., Bolliger C.T. et al. ERS/ESTS clinical guidelines on fitness for radical therapy in lung cancer patients (surgery and chemo-radiotherapy). *Eur. Respir. J.* 2009; 34 (1): 17–41. DOI: 10.1183/09031936.00184308.
35. Brunelli A., Kim A.W., Berger K.I., Addrizzo-Harris D.J. Physiologic evaluation of the patient with lung cancer being considered

for resectional surgery: Diagnosis and management of lung cancer, 3rd Ed.: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013; 143 (5, Suppl.): e166S–190S. DOI: 10.1378/chest.12-2395.

36. National Institute for Health and Care Excellence. Lung cancer: diagnosis and management. London: NICE; 2019. Available at: <https://www.nice.org.uk/guidance/ng122>

Received: March 20, 2026

Accepted for publication: June 22, 2026

Информация об авторах / Authors Information

Кирюхина Лариса Дмитриевна — к. м. н., заведующая отделением функциональной и ультразвуковой диагностики, ведущий научный сотрудник лаборатории патофизиологии дыхания Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт пульмонологии» Федерального медико-биологического агентства; ведущий научный сотрудник, руководитель научно-исследовательской лаборатории функциональных исследований Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (495) 410-39-00; e-mail: kiryuhina_larisa@mail.ru (SPIN-код: 7446-4116; Author ID: 342739; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>)

Larisa D. Kiryukhina, Candidate of Medicine, Head of the Department of Functional and Ultrasound Diagnostics, Leading Researcher, Laboratory of Pathophysiology of Respiration, Federal State Budgetary Institution "Pulmonology Scientific Research Institute" under Federal Medical and Biological Agency of Russian Federation; Leading Researcher, Head of the Research Laboratory of Functional research, Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation; tel.: (495) 410-39-00; e-mail: kiryuhina_larisa@mail.ru (SPIN-code: 7446-4116; Author ID: 342739; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6550-817X>)

Матвеева Ульяна Игоревна — аспирант Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (921) 555-90-79; e-mail: LokhmatovaUI@mail.ru (ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4636-5263>)

Uliana I. Matveeva, Postgraduate Student, Russian Federation Healthcare Ministry Saint-Petersburg State Phthisiopulmonology Research Institute; tel.: (921) 555-90-79; e-mail: LokhmatovaUI@mail.ru (ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4636-5263>)

Кокорина Елена Васильевна — к. м. н., врач отделения функциональной диагностики Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (812) 775-75-50; e-mail: alae.majoris@yandex.ru (SPIN-код: 3483-8005; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0588-5288>)

Elena V. Kokorina, Candidate of Medicine, Physician, Functional Diagnostics Department, Russian Federation Healthcare Ministry Saint-Petersburg State Phthisiopulmonology Research Institute; tel.: (812) 775-75-50; e-mail: alae.majoris@yandex.ru (SPIN-code: 3483-8005; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0588-5288>)

Яблонский Петр Казимирович — д. м. н., профессор, директор Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации; проректор по медицинской деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» Правительства Российской Федерации; тел.: (812) 775-75-50; e-mail: piotr_yablonskii@mail.ru (SPIN-код: 3433-2624; Author ID: 196793; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4385-9643>)

Petr K. Yablonskiy, Doctor of Medicine, Professor, Head of Russian Federation Healthcare Ministry Saint-Petersburg State Phthisiopulmonology Research Institute; Vice-Rector for Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg State University", Government of the Russian Federation; tel.: (812) 775-75-50; e-mail: piotr_yablonskii@mail.ru (SPIN-code: 3433-2624; Author ID: 196793; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4385-9643>)

Участие авторов

Кирюхина Л.Д. — идея написания статьи, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование текста

Матвеева У.И. — сбор и обработка материала, непосредственное личное проведение исследований, статистическая обработка данных, написание текста

Кокорина Е.В. — редактирование текста

Яблонский П.К. — руководство при подготовке и написании статьи, редактирование текста

Все авторы внесли существенный вклад в проведение поисково-аналитической работы и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию до публикации, несут ответственность за целостность всех частей статьи.

Authors Contribution

Kiryukhina L.D. — idea of the article, analysis and interpretation of the data, writing and editing the text

Matveeva U.I. — collection and processing of the material, conduct of the research in clinical settings, statistical processing of the data, writing the text

Kokorina E.V. — editing the text

Yablonskiy P.K. — guidance in the planning and writing of the article, editing the text

All authors made significant contributions to the search, analysis, and preparation of the article, read and approved the final version before publication, and are responsible for the integrity of all parts of the article.