

Хирургическая редукция объема легких при эмфиземе

З.Г.Берикханов¹ ✉, Г.А.Агабекян¹, Е.А.Тарабрин¹, М.Ю.Иванова¹, С.Ю.Муравьев¹, В.М.Гершевич², Е.В.Майоров³

¹ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет): 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации: 644099, Россия, Омск, ул. Ленина, 12

³ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации: 117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, 1

Резюме

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) — широко распространенное заболевание, часто приводящее к инвалидности и смерти. Эмфизема легких (ЭЛ), являясь ее морфологическим компонентом, обуславливает развитие гиперинфляции, нарушений вентилиционно-перфузионных соотношений и прогрессирующей дыхательной недостаточности. Необходимость поиска хирургических стратегий лечения определяется неэффективностью консервативной терапии. Операция по уменьшению объема легких у пациентов с тяжелой ЭЛ направлена на удаление наименее функциональной части легких для улучшения воздушного потока, механики диафрагмы и грудной стенки, а также альвеолярного газообмена. **Целью** обзора являлась систематизация данных о хирургической редукции объема легких (ХРОЛ) при лечении тяжелой ЭЛ с учетом текущих реалий в контексте комплексного лечения ХОБЛ и ЭЛ на основе анализа результатов мировой и отечественной литературы. **Материалы и методы.** Для анализа литературы использовались источники из международных баз данных *Scopus*, *PubMed*, *Google Scholar*, а также отечественной библиотечной системы *eLibrary*. **Заключение.** Современные технологии позволяют расширить традиционные критерии хирургии ЭЛ, включая бронхологические методы. Показания к вмешательству теперь рассматриваются как для тяжелых, так и для ранних стадий заболевания, включая гомогенную форму, с целью замедления его прогрессирования. Ключевую роль играет ранняя диагностика и мультидисциплинарный отбор пациентов. Особый интерес представляет лечение молодых пациентов для сохранения их активности.

Ключевые слова: торакальная хирургия, эмфизема легких, хирургическая редукция объема легких, видеоассистированная торакоскопия, трансплантация легких.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

© Берикханов З.Г. и соавт., 2026

Для цитирования: Берикханов З.Г., Агабекян Г.А., Тарабрин Е.А., Иванова М.Ю., Муравьев С.Ю., Гершевич В.М., Майоров Е.В. Хирургическая редукция объема легких при эмфиземе. *Пульмонология*. 2026; 36 (5): 841–851. DOI: 10.18093/0869-0189-2026-36-5-841-851

Lung volume reduction surgery for emphysema

Zelimkhan G. Berikkhanov¹ ✉, Gor A. Agabekyan¹, Evgeniy A. Tarabrin¹, Milena Yu. Ivanova¹, Sergey Yu. Muraviev¹, Vadim M. Gershevich², Efim V. Mayorov³

¹ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University): ul. Trubetskaya 8, build. 2, Moscow, 119991, Russia

² Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education “Omsk State Medical University”, Ministry of Health of the Russian Federation: ul. Lenina 12, Omsk, 644099, Russia

³ Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education “N.I.Pirogov Russian National Research Medical University” of the Ministry of Health of the Russian Federation: ul. Ostrovityanova 1, Moscow, 117997, Russia

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a widespread disease that often leads to disability and death. Pulmonary emphysema (PE), a morphological component of COPD, causes hyperinflation, disturbances in the ventilation-perfusion ratio, and progressive respiratory insufficiency. The ineffectiveness of conservative therapy determines the need to find surgical treatment strategies. Lung volume reduction surgery in patients with severe emphysema is aimed at removing the least functional part of the lungs to improve airflow, diaphragm and chest wall mechanics, as well as alveolar gas exchange. **Aim.** The aim of the review is to systematize data on surgical reduction of lung volume to improve severe PE, taking into account current complex treatment of COPD and PE based on an analysis of global and domestic literature. **Methods.** Sources from the international databases Scopus, PubMed, Google Scholar as well as the domestic system eLibrary were used for literature analysis. **Conclusion.** Modern technologies allow extending the traditional criteria of emphysema surgery, including bronchological methods. Indications for intervention are now considered for both severe and early stages of the disease, including homogenous form, in order to slow its progression. Early diagnosis and multidisciplinary selection of patients plays a key role. Of particular interest is the treatment of young patients to maintain their activity.

Key words: thoracic surgery, pulmonary emphysema, lung volume reduction surgery, video assisted thoracoscopy, lung transplantation.

Conflict of interests. The authors declared no conflict of interest.

Funding. The authors received no sponsorship or financial support.

© Berikhanov Z.G. et al., 2026

For citation: Berikhanov Z.G., Agabekyan G.A., Tarabrin E.A., Ivanova M.Yu., Muraviev S.Yu., Gershevich V.M., Maiorov E.V. Lung volume reduction surgery for emphysema. *Pul'monologiya*. 2026; 36 (5): 841–851 (in Russian). DOI: 10.18093/0869-0189-2026-36-5-841-851

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) представляет собой одно из наиболее распространенных хронических заболеваний дыхательной системы и остается ведущей причиной инвалидизации и смертности в мире. Эмфизема легких (ЭЛ), являясь ее морфологическим компонентом, обуславливает развитие гиперинфляции, нарушений вентиляционно-перфузионных соотношений и прогрессирующей дыхательной недостаточности. В ряде случаев данные изменения оказываются резистентными к фармакотерапии и комплексным программам немедикаментозной реабилитации, что определяет необходимость поиска хирургических стратегий лечения.

Исторически хирургия при ЭЛ применялась преимущественно для коррекции ее осложнений (буллэктомия, устранение пневмоторакса), однако в современном понимании патофизиологии заболевания обоснована возможность ее использования в качестве патогенетического метода терапии. Хирургическая редукция объема легких (ХРОЛ) направлена на уменьшение гиперинфляции и улучшение механики дыхания. Согласно данным клинических исследований, у почти 15 % больных с прогрессирующей ЭЛ продемонстрировано значимое клиническое улучшение после хирургического вмешательства [1].

В последние годы все больше внимания привлекает проблема ЭЛ у пациентов молодого возраста (до 50 лет). Хотя такие случаи традиционно ассоциируются с генетическими факторами (в первую очередь с дефицитом α_1 -антитрипсина (A1AT)), растет число наблюдений эмфиземы негенетической природы, развивающейся на фоне курения, профессиональных вредностей или экологических воздействий. В условиях ограниченной эффективности медикаментозной терапии хирургическое вмешательство у этой группы пациентов может рассматриваться как возможная, но малоизученная опция лечения.

Целью данного обзора являлась систематизация сведений о патофизиологических механизмах эффективности ХРОЛ, современных критериях отбора пациентов, технических аспектах вмешательства, его результатах и осложнениях, а также рассмотрение перспектив развития метода в контексте комплексного лечения ХОБЛ и ЭЛ на основе анализа результатов мировой и отечественной литературы.

История метода

Попытки паллиативного лечения гиперинфляции легких известны с начала XX в. Для этого применялись пневмоперитонеум, абдоминальные бандажи, денервация диафрагмы, торакопластика и костохондр-

эктомия, однако все эти методы оказались малоэффективными [2].

Первая научная работа, посвященная применению резекций легочной паренхимы при диффузной ЭЛ, опубликована *O.C.Brantigan*. В 1957 г. им совместно с *E.Mueller* представлена серия из 56 односторонних и двусторонних редукций легочного объема с денервацией корня легкого. Клиническое улучшение отмечалось в 75 % случаев [3]. Однако работа столкнулась с серьезной критикой: высокая летальность (около 16 %), отсутствие четких критериев отбора и объективных данных, подтверждающих улучшение функциональных показателей, сделали методику неприемлемой для широкого применения [4]. В результате тема на несколько десятилетий была забыта, а хирургия ЭЛ долгое время сводилась преимущественно к буллэктомии при крупных и гигантских буллах с целью декомпрессии сохранной паренхимы [5].

Современный этап развития ХРОЛ начался в 1995 г., когда *J.D.Cooper et al.* сообщили о первых результатах одномоментных двусторонних операций по уменьшению легочного объема посредством стернотомического доступа. Использование степлерной резекции с укреплением линии шва ксеноперикардом позволило достичь выраженного функционального улучшения (средний прирост объема форсированного выдоха за 1-ю секунду (ОФВ₁) – 82 %), снижения одышки (с 2,9 до 0,8 балла по шкале модифицированного опросника Британского медицинского исследовательского совета (*modified Medical Research Council dyspnea scale* – mMRC) при небольшом количестве осложнений и отсутствии летальности в послеоперационном периоде [6]. Таким образом продемонстрирована клиническая эффективность данной методики, которая явилась основой современного стандарта ХРОЛ.

Патофизиологические аспекты хирургической редукции объема легких

При ХРОЛ уменьшается несоответствие между плевральной полостью и гиперинфлированной легочной паренхимой. Существует несколько механизмов, которые могут объяснить положительный эффект ХРОЛ у пациентов с ЭЛ:

- улучшение механики дыхательных мышц, в т. ч. диафрагмы, благодаря уменьшению остаточного объема легких (ООЛ), что способствует устранению перерастяжения мышечных волокон и асинхронного сокращения грудной клетки, приводит к повышению эффективности дыхательных движений [7, 8];

- увеличение эластической тяги легкого, что уменьшает степень преждевременного экспираторного коллапса мелких бронхов и бронхиол и приводит к улучшению вентиляционно-перфузионных соотношений в оставшейся паренхиме [9];
- улучшение диастолической функции правого желудочка вследствие уменьшения внутригрудного давления [10].

Показано, что ХРОЛ способствует снижению системной воспалительной реакции, что выражается в снижении циркулирующих провоспалительных медиаторов, увеличении содержания А1АТ с тенденцией к его нормализации и устранении эндотелиальной дисфункции [11, 12].

Отбор пациентов для хирургической редукции объема легких

В 2016 г. в Кохрейновской библиотеке были опубликованы результаты наиболее крупного на данный момент метаанализа, посвященного вопросу безопасности и эффективности ХРОЛ [13]. Собраны данные 11 рандомизированных клинических исследований (совокупная выборка состояла из 5 561 пациента, из них прооперированы 1 760 (31,6 %)). Несмотря на большую краткосрочную летальность в течение 90 дней, в группе ХРОЛ, долгосрочная летальность (> 1 года) была меньше таковой в группе прооперированных пациентов по сравнению с группой консервативного лечения. Также в группе хирургического лечения отмечено клинически значимое улучшение качества жизни, рост толерантности к физической нагрузке (ТФН), увеличение ОФВ₁ и снижение ООЛ). Не было выявлено различий между группой контроля и хирургического лечения по частоте обострений и госпитализаций.

Однако отмечается сложность подгруппового анализа, обусловленная сильной разнородностью данных. В связи с этим трудно сделать однозначный вывод о том, у пациентов какой категории будет отмечено наилучшее соотношение пользы и риска, а каким пациентам ХРОЛ противопоказана в связи с высоким риском летальности. Наиболее достоверно на этот вопрос отвечают данные проспективного многоцентрового исследования *National Emphysema Treatment Trial* (NETT) [14, 15], имеющего наибольшую выборку по теме ХРОЛ (группа ХРОЛ ($n = 1\,218$), группа консервативного лечения ($n = 2\,559$)). Благодаря указанной работе выявлена подгруппа пациентов высокого риска, которым проведение ХРОЛ противопоказано, т. к. ХРОЛ ассоциирована с повышенным риском общей смертности (30-дневная летальность составила 16 % vs 0 % — в группе контроля). Подгруппа высокого риска характеризуется исходно низким ОФВ₁ < 20 % (100 % пациентов в этой подгруппе), гомогенным характером ЭЛ по данным компьютерной томографии (КТ) (94 % пациентов) или уровнем диффузионной способности легких по монооксиду углерода (DL_{CO}) $\leq 20\%$ ^{долж.} (87 % пациентов). При этом значимых отличий в функциональных показателях (ОФВ₁, 6-минутный шаговый тест (6-МШТ)) по сравнению

с группой консервативного лечения как в ранние, так и в отдаленные сроки не выявлено.

Для выявления подгруппы пациентов, которые больше всего выигрывают от проведения ХРОЛ, были проанализированы функциональные результаты, общая смертность и качество жизни пациентов ($n = 1\,078$), не соответствующих критериям высокого риска. Идеальными кандидатами для хирургического лечения оказались пациенты с верхнедолевым поражением и низкой исходной ТФН. При хирургическом вмешательстве у пациентов с неверхнедолевым поражением и высокой ТФН не показано никаких преимуществ по сравнению с консервативным лечением. Остальные подгруппы (верхнедолевое поражение и высокая ТФН, нижнедолевое поражение и низкая ТФН) продемонстрировали промежуточные результаты (преимущество в качестве жизни, по сравнению с группой контроля), и по всей видимости, необходимость ХРОЛ в таких случаях должна определяться индивидуально. Таким образом, по данным исследования NETT доказана связь результатов с исходной ТФН: пациенты с низкой физической нагрузкой получают наибольшую пользу от ХРОЛ. Подобный эффект сохраняется и при 5-летнем сроке наблюдения [16].

Несмотря на это, ХРОЛ до сих пор проводится исключительно в специализированных учреждениях с достаточным опытом, поскольку процедура сопряжена с высокими рисками осложнений, длительностью лечения и экономическими затратами. Критерии, сформулированные в исследовании NETT более 20 лет назад, до сих пор используются для отбора пациентов. Кроме того, в исследовании NETT значительное число ХРОЛ выполнено стернотомическим доступом, однако за последние десятилетия повсеместно внедрен менее травматичный метод видеоассистированной торакоскопии (ВАТС) (в т. ч. однопортовой), преимущества которого по сравнению с «открытой» хирургией очевидны.

В литературе имеются данные о возможности выполнения ХРОЛ даже у пациентов с гомогенной ЭЛ. W.Weder et al. продемонстрировано, что у пациентов с гомогенной ЭЛ наблюдается хороший клинический эффект от ХРОЛ в виде увеличения ОФВ₁ на 35 % ^{исх.} с уровнем постоперационной летальности < 1 % и сопоставимой по сравнению с ХРОЛ при гетерогенной ЭЛ 1-годовой выживаемостью. Таким образом, при соблюдении ключевых критериев исследования NETT (выраженная гиперинфляция, $DL_{CO} \geq 20\%$ или ОФВ₁ $\geq 20\%$, отсутствие легочной гипертензии), пациенты с гомогенной ЭЛ также могут быть рассмотрены в качестве кандидатов для проведения ХРОЛ с потенциально хорошим функциональным эффектом [17].

Предоперационное обследование

В литературе описан алгоритм специфического обследования и отбора кандидатов на ХРОЛ [18]. Обязательным является проведение спирометрии, подтверждающее тяжелое нарушение функции легких

(ОФВ₁ < 45 %_{долж.}); также должны быть измерены объемы легких (общая емкость легких ≥ 120 %_{долж.}, ООЛ ≥ 150 – 180 %_{долж.}). Для подтверждения факта наличия инвалидизирующей одышки проводятся 6-МШТ, результаты которого должны быть ≤ 400 – 450 м [19], а также объективизированная оценка одышки по шкале mMRC. ХРОЛ целесообразно проводить при одышке 3–4-й степени на фоне адекватной консервативной терапии [20].

Подтвердить факт гиперинфляции и исключить наличие крупных и гигантских булл следует по данным КТ высокого разрешения (такой пациент – потенциальный кандидат для буллэктомии). Участки ЭЛ имеют меньшую денситометрическую плотность по шкале Хаунсфилда ($\leq (-950)$ HU) [21]. Однородность поражения по данным КТ может оцениваться как полуколичественным методом (выполняется рентгенологом «вручную»), так и с помощью более точного количественного метода (компьютерный анализ), при котором должен быть исключен «человеческий фактор» при подсчете «вручную» [22]. Для оценки функциональной сохранности легочной паренхимы может проводиться перфузионная сцинтиграфия в прямой, боковой и задней проекциях или однофотонная эмиссионная КТ легких с трехмерной визуализацией. Измеряется соотношение перфузии верхней / средней доли к нижней. ЭЛ считается гомогенной, если значение показателя составляет 0,75–1,25; если показатель < 0,75, то поражена преимущественно верхняя доля; если > 1,25, то – нижние доли [23]. Тем не менее считается, что перфузионная сцинтиграфия является избыточной и ее диагностическая ценность совпадает с анализом гомогенности с помощью КТ при значительно более высокой стоимости исследования [24–26].

Необходимым условием является отказ пациента от курения минимум на 4–6 мес. (может подтверждаться лабораторно уровнем котинина в плазме $\leq 13,7$ нг / мл или карбоксигемоглобина в артериальной крови $\leq 2,5$ %). Важным компонентом подготовки к резекционному вмешательству на легких является мультимодальная реабилитация. Доказано, что при аэробных тренировках, тренировках дыхательных мышц, нутритивной и психологической поддержке у пациентов торакальных отделений снижаются послеоперационные легочные осложнения и продолжительность пребывания в стационаре [27, 28].

Противопоказаниями к ХРОЛ являются рецидивирующие бронхиальные инфекции в анамнезе с повышенным выделением мокроты (бронхитический фенотип ХОБЛ), сопутствующие сердечно-сосудистые заболевания (включая выраженную ишемическую болезнь сердца, недавний инфаркт миокарда, застойную сердечную недостаточность, неконтролируемую гипертоническую болезнь или аритмию), тяжелая легочная гипертензия, а также другие состояния, которые вызывают значительные функциональные ограничения или **при которых может снизиться выживаемость**. Пациентам со злокачественными новообразованиями легкого операция по уменьшению объема легких не показана, им требуется приоритетное лечение он-

кологического заболевания. Однако анатомическая резекция **в некоторых ситуациях** при раке легкого может оказать схожий функциональный эффект, что и ХРОЛ [29].

Важно выделить пациентов с тяжелой первичной ЭЛ на фоне дефицита А1АТ. ХРОЛ у таких пациентов сопряжена с высокими рисками и краткосрочным функциональным эффектом [30]. В рамках исследования NETT с участием пациентов с дефицитом А1АТ ($n = 16$) ХРОЛ была проведена 10 из них. Через 2 года наблюдения в группе пациентов, перенесших операцию, показана более высокая смертность по сравнению с лицами, получавшими только консервативное лечение [14]. Для таких пациентов вместо ХРОЛ рекомендуется рассмотреть возможность трансплантации легких (ТЛ) [31].

Особенности хирургической техники

Основным доступом для ХРОЛ долгое время являлась срединная продольная стернотомия, которая позволяет проводить одномоментные двусторонние резекции. При двусторонних вмешательствах резекция проводится сначала с наиболее пораженной стороны.

Преимущества двусторонней ХРОЛ очевидны и заключаются в более выгодных функциональных результатах по сравнению с односторонней [32], однако при этом требуются более сложные подходы при периоперативном ведении пациентов (более строгий отбор, инвазивный мониторинг и расширенная респираторная поддержка), поскольку имеется повышенный риск тяжелой гипоксемии и утечки воздуха [33]. Односторонняя ХРОЛ может выполняться в определенных ситуациях:

- односторонняя или с выраженной асимметричностью ЭЛ (в т.ч. состояние после односторонней ТЛ);
- предшествующий плевродез одной из плевральных полостей;
- гемодинамическая нестабильность или неудовлетворительный аэрозаст в ходе выполнения запланированной изначально двусторонней ХРОЛ [34].

Также возможно выполнение двухэтапной ХРОЛ, при этом сроки контралатеральной процедуры будут определяться динамикой состояния пациента после первой процедуры [35].

С целью уменьшения послеоперационной утечки воздуха необходимо укрепление легочного шва с помощью ксеноперикарда или политетрафторэтиленовых прокладок (*buttressing technique*), возможно дополнительное применение хирургических герметизирующих средств.

После проведения резекции необходимо оценить аэрозаст с помощью *bubble-теста*. Если расправленное легкое не полностью заполняет плевральную полость, используются методики уменьшения плеврального пространства, например, формирование плеврального тента (*pleural tent*) при апикальных резекциях, которое позволяет уменьшить утечку воздуха и избавиться от остаточного пространства [33, 36, 37].

Малоинвазивные методики хирургической редукции объема легких

Для ХРОЛ широко используется техника VATC. Это малоинвазивная методика, при которой обеспечиваются меньшая травматичность и лучшая визуализация. Пациент располагается либо на спине, либо последовательно сначала на одном, затем на другом боку. Это определяется расположением целевых участков для резекции и предпочтениями хирурга. Число портов может варьироваться от 1 до 4 и зависит от принятой в клинике методики. К недостаткам VATC можно отнести необходимость однологочной вентиляции, а также возможный недостаток «рабочего пространства» при избыточной воздушности и слабом спадении легочной ткани, что может наблюдаться у пациентов с выраженной ЭЛ.

При подгрупповом анализе результатов исследования NETT показано, что между VATC и срединной стернотомией нет различий по летальности, интраоперационной кровопотере или потребности в переливании крови [14]. При стернотомии по сравнению с VATC среднее время операции на 21,7 мин меньше, а интраоперационные осложнения встречались реже. Однако время реабилитации и сроки госпитализации после VATC были короче, а экономические расходы — меньше. Существенных различий в функциональных результатах между группами в период наблюдения не установлено. По данным других, менее крупных рандомизированных клинических исследований показано, что VATC может иметь преимущества относительно открытых доступов по таким параметрам, как сроки госпитализации, длительность интубации и искусственной вентиляции легких (ИВЛ), сброс воздуха и послеоперационный болевой синдром при одинаковых функциональных результатах, частоте осложнений и летальности [38, 39].

Помимо стандартного «межреберного» метода установки порта / портов для VATC, может использоваться субкостальный [40] и субксифоидальный однопортовые доступы [41], преимущество которых заключается в меньшей травматичности и, вероятно, более выгодным вентиляционно-перфузионным соотношениям при однологочной вентиляции в положении пациента на спине.

Использование специализированного оборудования для VATC или роботических хирургических систем обеспечивает применение метода индоцианин-зеленой (ICG) флуоресценции для интраоперационного выявления неперфузированных участков легочной паренхимы. ICG-флуоресценция — это флуоресцентный контрастный препарат ближнего инфракрасного диапазона с максимумом поглощения около 820 нм, который визуализируется с помощью специальных камер и способен проникать в ткани на значительную глубину. Линии демаркации, формирующиеся между недостаточно перфузируемыми целевыми участками (наиболее поврежденными эмфиземой зонами легкого) и нормально флуоресцирующей функционально полноценной тканью, служат ориентиром для определения зон резекции [42].

Современным методом уменьшения инвазивности анестезиологического пособия при VATC является метод *Non-Intubated awake VATS (NIVATS)*, который при тщательном отборе пациентов позволяет избавиться от ассоциированных с интубацией осложнений, уменьшить послеоперационный парез кишечника и болевой синдром [43, 44]. Также в литературе описана техника *no-knife*, при которой с помощью эндостеплера прошиваются эмфизематозные участки без их последующего отсечения. Такой метод нерезекционной пликакии легочной паренхимы потенциально может обеспечивать более быструю реабилитацию, меньший срок госпитализации при сопоставимых со стандартной методикой ХРОЛ 6-месячными результатами [45, 46].

Осложнения и исходы

По результатам исследования NETT показана постоперационная летальность 2,2 % (после исключения пациентов группы высокого риска) [14]. Наиболее частым терапевтическим осложнением были нарушения ритма (23,5 %) и пневмонии (18 %), а 21,8 % пациентам потребовалась повторная интубация.

Трахеостомия выполнялась в 8,2 % случаев, а 5,1 % пациентов не смогли отлучиться от ИВЛ в течение 3 дней. Легочные осложнения были выше у пожилых пациентов и при низком дооперационном ОФВ₁, сердечно-сосудистые — у пожилых, при приеме пероральных глюкокортикостероидов (ГКС) или при неверхнедолевой ЭЛ. Однако по результатам анализа базы данных по ХРОЛ Общества торакальных хирургов (*Society of Thoracic Surgeons — STS*) показан более высокий уровень госпитальной летальности, которая составила 5,6 % [47]. Основными предикторами неблагоприятного исхода ХРОЛ являются возраст старше 65 лет, сопутствующие интерстициальные заболевания легких, низкий индекс массы тела и тяжелый соматический статус [14, 33].

Также по данным исследования NETT после ХРОЛ у 90 % пациентов отмечалась длительная утечка воздуха, медиана (*Me*) длительности которой составила 7 дней, а у 12 % наблюдался сброс воздуха до 30 дней [14]. Основными факторами риска длительной утечки воздуха являются выраженный спаечный процесс в плевральной полости, применение ГКС, нарушение функции легких (низкий уровень DL_{CO}), гомогенный характер ЭЛ и европеоидная раса [48, 49]. Утечка воздуха определяется в основном факторами со стороны пациента и мало зависит от доступа, хирургической техники, использования плеврального тента, биоклеев или плевродеза. Уменьшить послеоперационную утечку воздуха позволяет дополнительное укрепление легочного шва с помощью прокладок из ксеноперикарда или политетрафторэтилена [33]. По данным NETT повторная операция для закрытия легочно-плеврального свища потребовалась в 5 % случаев. В связи с высокой частотой данного осложнения важным вопросом является рациональное дренирование плевральной полости. Однако достоверные научные данные о не-

обходимости активной аспирации после ХРОЛ, ее продолжительности и силе отсутствуют.

Однолетняя выживаемость после ХРОЛ достигает 90 %, 3-летняя — 77 %, 5-летняя — 65 % [50]. Уменьшение одышки сохраняется у 79 % в течение 1-го года, в течение 5 лет — у 40 % пациентов. Увеличение функциональных показателей (увеличение ОФВ₁, повышение сатурации и снижение ООЛ) отмечается в первые годы после операции, однако в дальнейшем эти эффекты постепенно снижаются и окончательно нивелируются у большинства пациентов после 5 лет [51, 52]. В связи с высокими рисками альтернативой является эндоскопическая редукция объема легких с помощью эндобронхиальных клапанов, спиралей или физических методов (водяной пар, биологические пены) [53–56].

Хирургическая редукция объема легких как «мост» к трансплантации легких

ТЛ является альтернативной опцией хирургического лечения у пациентов с тяжелой ЭЛ, у которых прогнозируемая *Me* выживаемости без ТЛ меньше наблюдаемой *Me* выживаемости пациентов с ХОБЛ после ТЛ (т. е. 5–6 лет) [52]. Общепринятыми критериями для включения в лист ожидания ТЛ являются BODE-индекс ≥ 7 (4-летняя выживаемость — 18 %) и ОФВ₁ < 20 % [57].

Целями ХРОЛ в качестве «моста» к ТЛ являются снижение выраженности симптомов заболевания, поддержка функционального резерва и улучшение переносимости периода ожидания ТЛ, при этом последующая ТЛ не исключена и не затруднена. Согласно консенсусу специалистов, опубликованному Международным обществом трансплантации сердца и легких (*International Society for Heart and Lung Transplantation* — ISHLT), рекомендуется рассмотреть проведение ХРОЛ для пациентов, чье состояние не является угрожающим и не требует немедленного включения в лист ожидания [57]. При успешном выполнении ХРОЛ улучшается нутритивный и функциональный статус пациента перед ТЛ и отодвигается необходимость ее проведения. Наиболее крупным исследованием на эту тему является многоцентровой ретроспективный анализ исходов, опубликованный *A. Slama et al.* (2022) [58]. Из пациентов ($n = 615$), включенных в лист ожидания и исследование, 26 (4,2 %) перенесли ХРОЛ, 60 (9,8 %) — бронхоскопическую редукцию перед ТЛ. Показано, что хирургическая и бронхоскопическая редукция не оказывают статистически значимого влияния на выживаемость после ТЛ. Результаты данной работы согласуются с таковыми ретроспективного одноцентрового сравнительного анализа *I. Inci et al.* (2018) исходов у пациентов, перенесших ХРОЛ + ТЛ ($n = 52$) и только ТЛ ($n = 66$): отмечено отсутствие различий в посттрансплантационной выживаемости [59]. Проведен также анализ кумулятивной выживаемости, по результатам которого отмечено преимущество в группе ХРОЛ + ТЛ (*Me* — 143 мес.) по сравнению с группой ТЛ (*Me* — 86 мес.). ХРОЛ привела к отсрочке ТЛ у пациентов с тяжелой ЭЛ в среднем на 45 мес.

Учитывая ограниченное количество доступных донорских органов, отсутствие влияния ХРОЛ на исходы последующей ТЛ и отсрочку необходимости ТЛ, ХРОЛ и эндоскопические методы редукции объема целесообразно рассматривать в качестве «моста» к ТЛ у пациентов с тяжелой ЭЛ. Однако подобные выводы стоит оценивать с осторожностью ввиду ретроспективного дизайна и отсутствия рандомизации в исследованиях на данную тему.

Перспективы хирургической редукции легких в лечении эмфиземы у пациентов молодого возраста

Современный вектор развития ХРОЛ направлен в сторону расширения показаний. Опыт экспертных центров последних лет позволяет пересмотреть нижние пределы операбельности: соотносается об успешных результатах у пациентов с крайне тяжелым нарушением функции легких (ОФВ₁ < 20 %, DL_{CO} < 20 %) и гомогенным типом ЭЛ при выраженной гиперинфляции [17, 60]. Тем не менее исходно более низкие функциональные показатели ассоциированы с повышенным риском осложнений, увеличением сроков госпитализации и реабилитации. В то же время эффективность ХРОЛ часто остается недооцененной: она является малодоступной для пациентов и выполняется преимущественно в ограниченном числе специализированных центров.

Хирургические вмешательства при ЭЛ, как правило, рассматриваются только для пациентов на поздней стадии заболевания. Однако особое внимание также заслуживает когорта пациентов, преимущественно молодого возраста, у которых отмечается выраженная гетерогенность поражения легочной паренхимы (морфологически подходящая для ХРОЛ), но при этом отсутствуют формальные показания согласно критериям исследования NETT. Такие «слишком хорошие для хирургии» пациенты при дальнейшем прогрессировании ЭЛ получают ХРОЛ слишком поздно, упускается «светлый промежуток», в связи с этим потребность в ТЛ наступает раньше. Это часто связано с выраженными функциональными резервами молодого организма и поздним обращением к врачам с уже выраженной симптоматикой. Так, например, по данным проспективного исследования *C.M. Vandervelde et al.* показано, что допустимо превышение верхних критериев для операции по ОФВ₁ и 6-МШТ [61]. При этом существенно улучшается качество жизни и даже восстанавливается трудоспособность у определенной группы пациентов, что особенно актуально для лиц молодого возраста, поскольку продление их активного периода имеет не только медицинское, но и социальное-экономическое значение.

Такая «либерализация» показаний может быть применима при ЭЛ у пациентов молодого возраста. Однако большие этой категории часто остаются без должного внимания относительно потенциального хирургического лечения, а дефицит научных публикаций на данную тему сохраняется. *С.Д. Горбунковым и соавт.* опубликована серия клинических наблюде-

ний, по результатам которых продемонстрирован длительно сохраняющийся положительный эффект ХРОЛ у молодых пациентов с ЭЛ (отсутствие обострений ХОБЛ, восстановление трудоспособности, снижение одышки по шкале mMRC в среднем на 2 балла) [62]. При этом отмечалось, что послеоперационный период протекал легче, чем у пациентов с ЭЛ старшего возраста [63].

Заключение

В современную эпоху минимально инвазивных хирургических доступов и эндоскопических технологий требуется пересмотр ранее установленных критериев и подходов в хирургии ЭЛ, в т. ч. бронхологических, которые смогли себя зарекомендовать в качестве эффективных методов лечения.

По опыту ведущих центров показано, что расширение показаний к ХРОЛ возможно в обе стороны — как в сторону более тяжелых форм заболевания, так и в сторону более ранних стадий ЭЛ, когда вмешательство способно замедлить прогрессирование и сохранить функцию легких. Также появились работы, в которых продемонстрированы возможности успешного выполнения ХРОЛ у пациентов с гомогенной ЭЛ, при этом требуется дальнейшее внедрение в практику и расширение показаний для этой операции. В этом контексте особое значение приобретают ранняя диагностика и скрининг ЭЛ, позволяющие выявлять пациентов на стадиях, когда хирургическое вмешательство наиболее эффективно и безопасно. При отборе пациентов для любой процедуры требуется участие мультидисциплинарной опытной команды, состоящей из торакальных хирургов, пульмонологов, анестезиологов, эндоскопистов и специалистов по реабилитации.

Особое внимание в последние годы привлекает выполнение ХРОЛ у пациентов молодого возраста. Несмотря на ограниченный опыт, отмечается значительный потенциал метода в этой группе — не только для улучшения дыхательной функции и качества жизни, но и для сохранения трудоспособности и социальной активности, однако в этом направлении требуются дальнейшие исследования.

Вместе с тем высокий риск осложнений, послеоперационная смертность и значительное экономическое бремя остаются факторами, ограничивающими широкое применение метода, при котором требуется дальнейшая оптимизация организационных и клинических подходов.

Литература

1. Akuthota P., Litmanovich D., Zutler M. et al. An evidence-based estimate on the size of the potential patient pool for lung volume reduction surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2012; 94 (1): 205–211. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2012.03.047.
2. Deslauriers J. History of surgery for emphysema. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1996; 8 (1): 43–51. Available at: <https://europepmc.org/article/med/8679750>
3. Brantigan O.C., Mueller E. Surgical treatment of pulmonary emphysema. *Am. Surg.* 1957; 23 (9): 789–804.
4. Knudson R.J., Gaensler E.A. Surgery for emphysema. *Ann. Thorac. Surg.* 1965; 1 (3): 332–362. DOI: 10.1016/S0003-4975(10)66764-1.
5. Benfield J.R., Cree E.M., Pellett J.R. et al. Current approach to the surgical management of emphysema. *Arch. Surg.* 1966; 93 (1): 59–70. DOI: 10.1001/archsurg.1966.01330010061009.
6. Cooper J.D., Trulock E.P., Triantafyllou A.N. et al. Bilateral pneumectomy (volume reduction) for chronic obstructive pulmonary disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1995; 109 (1): 106–119. DOI: 10.1016/S0022-5223(95)70426-4.
7. Lando Y., Boisselle P.M., Shade D. et al. Effect of lung volume reduction surgery on diaphragm length in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159 (3): 796–805. DOI: 10.1164/ajrcm.159.3.9804055.
8. Zoumot Z., LoMauro A., Aliverti A. et al. Lung volume reduction in emphysema improves chest wall asynchrony. *Chest.* 2015; 148 (1): 185–195. DOI: 10.1378/chest.14-2380.
9. Sciruba F.C., Rogers R.M., Keenan R.J. et al. Improvement in pulmonary function and elastic recoil after lung-reduction surgery for diffuse emphysema. *N. Engl. J. Med.* 1996; 334 (1): 1095–1099. DOI: 10.1056/NEJM199604253341704.
10. Jörgensen K., Houlitz E., Westfelt U. et al. Effects of lung volume reduction surgery on left ventricular diastolic filling and dimensions in patients with severe emphysema. *Chest.* 2003; 124 (5): 1863–1870. DOI: 10.1378/chest.124.5.1863.
11. Mineo D., Ambrogi V., Cufari M.E. et al. Variations of inflammatory mediators and alpha1-antitrypsin levels after lung volume reduction surgery for emphysema. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 181 (8): 806–814. DOI: 10.1164/rccm.200910-1476OC.
12. Clarenbach C.F., Sievi N.A., Brock M. et al. Lung volume reduction surgery and improvement of endothelial function and blood pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. A randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2015; 192 (3): 307–314. DOI: 10.1164/rccm.201503-0453OC.
13. van Agteren J.E., Carson K.V., Tiong L.U., Smith B.J. Lung volume reduction surgery for diffuse emphysema. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016; 10 (10): CD001001. DOI: 10.1002/14651858.CD001001.pub3.
14. Fishman A., Martinez F., Naunheim K. et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348 (21): 2059–2073. DOI: 10.1056/NEJMoa030287.
15. Edwards M.A., Hazelrigg S., Naunheim K.S. The National Emphysema Treatment Trial: summary and update. *Thorac. Surg. Clin.* 2009; 19 (2): 169–185. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2009.02.007.
16. Lim E., Sousa I., Shah P.L. et al. Lung volume reduction surgery: reinterpreted with longitudinal data analyses methodology. *Ann. Thorac. Surg.* 2020; 109 (5): 1496–1501. DOI: 10.1016/j.athoracsurg.2019.11.018.
17. Weder W., Ceulemans L.J., Opitz I. et al. Lung volume reduction surgery in patients with homogeneous emphysema. *Thorac. Surg. Clin.* 2021; 31 (2): 203–209. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2021.02.007.
18. Акопов А.Л., Горбунков С.Д., ред. Тяжелая эмфизема легких. СПб: ЭЛБИ-СПб; 2023.
19. 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): 86–92. DOI: 10.18093/0869-0189-2006-3-86-92.
20. Flaherty K.R., Martinez F.J. Lung volume reduction surgery for emphysema. *Clin. Chest Med.* 2000; 21 (4): 819–848. DOI: 10.1016/s0272-5231(05)70186-6.
21. Wang Z., Gu S., Leader J.K. et al. Optimal threshold in CT quantification of emphysema. *Eur. Radiol.* 2013; 23 (4): 975–984. DOI: 10.1007/s00330-012-2683-z.
22. Washko G.R., Hoffman E., Reilly J.J. Radiographic evaluation of the potential lung volume reduction surgery candidate. *Proc. Am. Thorac. Soc.* 2008; 5 (4): 421–426. DOI: 10.1513/pats.200802-017ET.
23. Cederlund K., Hogberg S., Jorfeldt L. et al. Lung perfusion scintigraphy prior to lung volume reduction surgery. *Acta Radiol.* 2003; 44 (3): 246–251. DOI: 10.1080/j.1600-0455.2003.00060.x.
24. Thurnheer R., Engel H., Weder W. et al. Role of lung perfusion scintigraphy in relation to chest computed tomography and pulmonary function in the evaluation of candidates for lung volume reduction surgery. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159 (1): 301–310. DOI: 10.1164/ajrcm.159.1.9711030.

25. Cleverley J.R., Desai S.R., Wells A.U. et al. Evaluation of patients undergoing lung volume reduction surgery: ancillary information available from computed tomography. *Clin. Radiol.* 2000; 55 (1): 45–50. DOI: 10.1053/crad.1999.0326.
26. Milanese G., Silva M., Sverzellati N. Lung volume reduction of pulmonary emphysema: the radiologist task. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2016; 22 (2): 179–186. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000252.
27. Brat K., Sova M., Homolka P. et al. Multimodal prehabilitation before lung resection surgery: a multicentre randomised controlled trial. *Br. J. Anaesth.* 2025; 135 (1): 188–196. DOI: 10.1016/j.bja.2025.03.018.
28. Cavalheri V., Granger C. Preoperative exercise training for patients with non-small cell lung cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2017; 6 (6): CD012020. DOI: 10.1002/14651858.CD012020.pub2.
29. Rapicetta C., Tenconi S., Voltolini L. et al. Impact of lobectomy for non-small-cell lung cancer on respiratory function in octogenarian patients with mild to moderate chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 39 (4): 555–559. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.07.043.
30. Cassina P.C., Teschler H., Konietzko N. et al. Two-year results after lung volume reduction surgery in alpha-1-antitrypsin deficiency versus smoker's emphysema. *Eur. Respir. J.* 1998; 12 (5): 1028–1032. DOI: 10.1183/09031936.98.12051028.
31. Nicholson M.J., Seigo M. Current practices for severe alpha-1 antitrypsin deficiency associated COPD and emphysema. *J. Pulmonol. Respir. Res.* 2024; 8 (2): 044–047. DOI: 10.29328/journal.jprr.1001058.
32. Castillo-Larios R., Yu Lee-Mateus A., Hernandez-Rojas D. et al. Outcomes of lung volume reduction surgery for emphysema: unilateral and bilateral. *J. Thorac. Dis.* 2024; 16 (10): 6406–6416. DOI: 10.21037/jtd-23-1655.
33. Hayes T., Charlesworth M. Lung volume reduction surgery – a narrative review of clinical evidence, patient selection and peri-operative care. *Shanghai Chest.* 2022; 6: 38. DOI: 10.21037/shc-22-24.
34. Martinez F.J. Lung volume reduction surgery in COPD. *UpToDate.* 2023. Available at: <https://www.uptodate.com/contents/lung-volume-reduction-surgery-in-copd> [Accessed: June 5, 2024].
35. Oey I.F., Morgan M.D., Spyt T.J., Waller D.A. Staged bilateral lung volume reduction surgery – the benefits of a patient-led strategy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010; 37 (4): 846–852. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.10.025.
36. Uzzaman M.M., Daniel Robb J., Mhandu P.C. et al. A meta-analysis assessing the benefits of concomitant pleural tent procedure after upper lobectomy. *Ann. Thorac. Surg.* 2014; 97 (1): 365–372. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.08.013.
37. Gooseman M.R., Brunelli A. Pleural tents and pleural space reduction techniques. *Oper. Tech. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022; 27 (1): 114–123. DOI: 10.1053/j.optechstcvs.2022.01.002.
38. Liu Z., Jin C., Lui R. et al. Video-assisted thoracoscopic surgery for treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Indian J. Surg.* 2016; 78 (2): 112–116. DOI: 10.1007/s12262-015-1328-2.
39. Puc M.M., Sonnad S.S., Shrager J.B. Early outcomes after bilateral thoracoscopic versus median sternotomy for lung volume reduction. *Innovations (Phila.)*. 2010; 5 (2): 97–102. DOI: 10.1097/IMI.0b013e3181d9277d.
40. Kösek V., Thiel B., Nikolova K. et al. Lung volume reduction surgery: from National Emphysema Treatment Trial to non-intubated awake video-assisted thoracoscopic surgery. *Ann. Transl. Med.* 2020; 8 (21): 1468. DOI: 10.21037/atm-20-6430.
41. Nashaat A., Aresu G., Peryt A., Coonar A.S. Subxiphoid uniportal video-assisted thoracoscopic lung volume reduction surgery. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2019; 28 (3): 485–486. DOI: 10.1093/icvts/ivy2394747.
42. Caviezel C., Schneider D., Lauk O., Opitz I. Firefly robotic lung volume reduction surgery: case report. *J. Vis. Surg.* 2021; 7: 19. DOI: 10.21037/jovs-20-73.
43. Zhang D., Wu J., Yang Y. et al. Comparison of non-intubated and intubated video-assisted thoracoscopic surgery for perioperative complications – a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol.* 2025; 25 (1): 272. DOI: 10.1186/s12871-025-03154-3.
44. Xue W., Duan G., Zhang X. et al. Comparison of non-intubated and intubated video-assisted thoracoscopic surgeries of major pulmonary resections for lung cancer – a meta-analysis. *World J. Surg. Oncol.* 2021; 19 (1): 87. DOI: 10.1186/s12957-021-02181-x.
45. Mineo T.C., Pompeo E., Mineo D. et al. Awake nonresectional lung volume reduction surgery. *Ann. Surg.* 2006; 243 (1): 131–136. DOI: 10.1097/01.sla.0000182917.39534.2c.
46. Pompeo E., Tacconi F., Mineo T.C. Comparative results of non-resectional lung volume reduction performed by awake or non-awake anesthesia. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 39 (4): e51–58. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.11.071.
47. Decker M.R., Levenson G.E., Jaoude W.A., Maloney J.D. Lung volume reduction surgery since the National Emphysema Treatment Trial: study of Society of Thoracic Surgeons Database. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 148 (6): 2651–2658.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.02.005.
48. DeCamp M.M., Blackstone E.H., Naunheim K.S. et al. Patient and surgical factors influencing air leak after lung volume reduction surgery: lessons learned from the National Emphysema Treatment Trial. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (1): 197–207. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2006.02.050.
49. Ma Q., Tarabrin E.A., Berikhanov Z.G., Ivanova M.Y. Risk factors and clinical impact of prolonged air leak following video-assisted thoracoscopic surgery: a retrospective cohort study. *Front. Med. (Lausanne)*. 2025; 12: 1549765. DOI: 10.3389/fmed.2025.1549765.
50. Teschler H., Stamatis G. [NETT confirms clear survival advantages by lung volume reduction in predominantly apical emphysema with reduced ability to cope with stress]. *Pneumologie*. 2003; 57 (7): 361–362. DOI: 10.1055/s-2003-40560 (in German).
51. Lim E., Sousa I., Shah P.L. et al. Lung volume reduction surgery: reinterpreted with longitudinal data analyses methodology. *Ann. Thorac. Surg.* 2020; 109 (5): 1496–1501. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.11.018.
52. Siddiqui F.M., Diamond J.M. Lung transplantation for chronic obstructive pulmonary disease: past, present, and future directions. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2018; 24 (2): 199–204. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000452.
53. Buttery S.C., Banya W., Bilancia R. et al. Lung volume reduction surgery versus endobronchial valves: a randomised controlled trial. *Eur. Respir. J.* 2023; 61 (4): 2202063. DOI: 10.1183/13993003.02063-2022.
54. Ing A.J., Jayapadman A., Kim W.V. et al. Reversal of collateral ventilation using endoscopic polymer foam in COPD patients undergoing endoscopic lung volume reduction with endobronchial valves: a controlled parallel group trial. *Respirology*. 2022; 27 (12): 1064–1072. DOI: 10.1111/resp.14338.
55. Iftikhar I.H., Schimmel M., Sardi A. et al. Bronchoscopic lung volume reduction with valves and coils. A network meta-analysis. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2020; 17 (11): 1468–1475. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202002-151OC.
56. Zhu W., Zhang Y., Herth F.J.F. et al. Efficacy of bronchoscopic thermal vapor ablation in patients with heterogeneous emphysema and lobar quantification by three-dimensional ventilation/perfusion single-photon emission computed tomography/computed tomography: a prospective pilot study from China. *Chin. Med. J. (Engl.)*. 2022; 135 (17): 2098–2100. DOI: 10.1097/CM9.00000000000002013.
57. Leard L.E., Holm A.M., Valapour M. et al. Consensus document for the selection of lung transplant candidates: an update from the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J. Heart Lung Transplant.* 2021; 40 (11): 1349–1379. DOI: 10.1016/j.healun.2021.07.005.
58. Slama A., Ceulemans L.J., Hedderich C. et al. Lung volume reduction followed by lung transplantation in emphysema – a multicenter matched analysis. *Transpl. Int.* 2022; 35: 10048. DOI: 10.3389/ti.2022.10048.
59. Inci I., Iskender I.E., Ehrsam J.C. et al. Previous lung volume reduction surgery does not negatively affect survival after lung transplantation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2018; 53 (3): 596–602. DOI: 10.1093/ejcts/ezx318.
60. Caviezel C., Schaffter N., Schneider D. et al. Outcome after lung volume reduction surgery in patients with severely impaired diffusion capacity. *Ann. Thorac. Surg.* 2018; 105 (2): 379–385. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.09.006.
61. Vandervelde C.M., Everaerts S., Weder W. et al. Widening the selection criteria for lung volume reduction surgery. *Eur. Respir. J.* 2025; 65 (1): 2400829. DOI: 10.1183/13993003.00829-2024.
62. Горбунков С.Д., Черный С.М., Акопов А.Л. и др. Хирургическое лечение дыхательной недостаточности у пациентов молодого

возраста с диффузной эмфиземой легких. *Вестник хирургии имени И.И.Грекова*. 2012; 171 (6): 27–31. DOI: 10.24884/0042-4625-2012-171-6-027-031.

63. Горбунков С.Д., Варламов В.В., Черный С.М. и др. Паллиативная хирургическая коррекция дыхательной недостаточности при диффузной эмфиземе легких. *Хирургия. Журнал имени Н.И.Пирогова*. 2017; (10): 52–56. DOI: 10.17116/hirurgia20171052-56.

Поступила: 24.01.26
Принята к печати: 23.07.26

References

1. Akuthota P., Litmanovich D., Zutler M. et al. An evidence-based estimate on the size of the potential patient pool for lung volume reduction surgery. *Ann. Thorac. Surg.* 2012; 94 (1): 205–211. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.03.047.
2. Deslauriers J. History of surgery for emphysema. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1996; 8 (1): 43–51. Available at: <https://europepmc.org/article/med/8679750>
3. Brantigan O.C., Mueller E. Surgical treatment of pulmonary emphysema. *Am. Surg.* 1957; 23 (9): 789–804.
4. Knudson R.J., Gaensler E.A. Surgery for emphysema. *Ann. Thorac. Surg.* 1965; 1 (3): 332–362. DOI: 10.1016/S0003-4975(10)66764-1.
5. Benfield J.R., Cree E.M., Pellett J.R. et al. Current approach to the surgical management of emphysema. *Arch. Surg.* 1966; 93 (1): 59–70. DOI: 10.1001/archsurg.1966.01330010061009.
6. Cooper J.D., Trulock E.P., Triantafillou A.N. et al. Bilateral pneumectomy (volume reduction) for chronic obstructive pulmonary disease. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1995; 109 (1): 106–119. DOI: 10.1016/S0022-5223(95)70426-4.
7. Lando Y., Boisselle P.M., Shade D. et al. Effect of lung volume reduction surgery on diaphragm length in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159 (3): 796–805. DOI: 10.1164/ajrccm.159.3.9804055.
8. Zoumot Z., LoMauro A., Aliverti A. et al. Lung volume reduction in emphysema improves chest wall asynchrony. *Chest*. 2015; 148 (1): 185–195. DOI: 10.1378/chest.14-2380.
9. Sciruba F.C., Rogers R.M., Keenan R.J. et al. Improvement in pulmonary function and elastic recoil after lung-reduction surgery for diffuse emphysema. *N. Engl. J. Med.* 1996; 334 (1): 1095–1099. DOI: 10.1056/NEJM199604253341704.
10. Jörgensen K., Houltz E., Westfelt U. et al. Effects of lung volume reduction surgery on left ventricular diastolic filling and dimensions in patients with severe emphysema. *Chest*. 2003; 124 (5): 1863–1870. DOI: 10.1378/chest.124.5.1863.
11. Mineo D., Ambrogio V., Cufari M.E. et al. Variations of inflammatory mediators and alpha1-antitrypsin levels after lung volume reduction surgery for emphysema. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2010; 181 (8): 806–814. DOI: 10.1164/rccm.200910-1476OC.
12. Clarenbach C.F., Sievi N.A., Brock M. et al. Lung volume reduction surgery and improvement of endothelial function and blood pressure in patients with chronic obstructive pulmonary disease. A randomized controlled trial. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2015; 192 (3): 307–314. DOI: 10.1164/rccm.201503-0453OC.
13. van Agteren J.E., Carson K.V., Tiong L.U., Smith B.J. Lung volume reduction surgery for diffuse emphysema. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016; 10 (10): CD001001. DOI: 10.1002/14651858.CD001001.pub3.
14. Fishman A., Martinez F., Naunheim K. et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N. Engl. J. Med.* 2003; 348 (21): 2059–2073. DOI: 10.1056/NEJMoa030287.
15. Edwards M.A., Hazelrigg S., Naunheim K.S. The National Emphysema Treatment Trial: summary and update. *Thorac. Surg. Clin.* 2009; 19 (2): 169–185. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2009.02.007.
16. Lim E., Sousa I., Shah P.L. et al. Lung volume reduction surgery: reinterpreted with longitudinal data analyses methodology. *Ann. Thorac. Surg.* 2020; 109 (5): 1496–1501. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.11.018.
17. Weder W., Ceulemans L.J., Opitz I. et al. Lung volume reduction surgery in patients with homogeneous emphysema. *Thorac. Surg. Clin.* 2021; 31 (2): 203–209. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2021.02.007.
18. Akopov A.L., Gorbunkov S.D., eds. [Severe pulmonary emphysema]. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2023 (in Russian).
19. Yablonskiy P.K., Nikolayev G.V., Filippova T.A., Petrun'kin A.M. [Patient selection for lung volume reduction surgery in chronic obstructive pulmonary disease]. *Pul'monologiya*. 2006; (3): 86–92. DOI: 10.18093/0869-0189-2006-3-86-92 (in Russian).
20. Flaherty K.R., Martinez F.J. Lung volume reduction surgery for emphysema. *Clin. Chest Med.* 2000; 21 (4): 819–848. DOI: 10.1016/S0272-5231(05)70186-6.
21. Wang Z., Gu S., Leader J.K. et al. Optimal threshold in CT quantification of emphysema. *Eur. Radiol.* 2013; 23 (4): 975–984. DOI: 10.1007/s00330-012-2683-z.
22. Washko G.R., Hoffman E., Reilly J.J. Radiographic evaluation of the potential lung volume reduction surgery candidate. *Proc. Am. Thorac. Soc.* 2008; 5 (4): 421–426. DOI: 10.1513/pats.200802-017ET.
23. Cederlund K., Hogberg S., Jorfeldt L. et al. Lung perfusion scintigraphy prior to lung volume reduction surgery. *Acta Radiol.* 2003; 44 (3): 246–251. DOI: 10.1080/j.1600-0455.2003.00060.x.
24. Thurnheer R., Engel H., Weder W. et al. Role of lung perfusion scintigraphy in relation to chest computed tomography and pulmonary function in the evaluation of candidates for lung volume reduction surgery. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 159 (1): 301–310. DOI: 10.1164/ajrccm.159.1.9711030.
25. Cleverley J.R., Desai S.R., Wells A.U. et al. Evaluation of patients undergoing lung volume reduction surgery: ancillary information available from computed tomography. *Clin. Radiol.* 2000; 55 (1): 45–50. DOI: 10.1053/crad.1999.0326.
26. Milanese G., Silva M., Sverzellati N. Lung volume reduction of pulmonary emphysema: the radiologist task. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2016; 22 (2): 179–186. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000252.
27. Brat K., Sova M., Homolka P. et al. Multimodal prehabilitation before lung resection surgery: a multicentre randomised controlled trial. *Br. J. Anaesth.* 2025; 135 (1): 188–196. DOI: 10.1016/j.bja.2025.03.018.
28. Cavalheri V., Granger C. Preoperative exercise training for patients with non-small cell lung cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2017; 6 (6): CD012020. DOI: 10.1002/14651858.CD012020.pub2.
29. Rapietta C., Tenconi S., Voltolini L. et al. Impact of lobectomy for non-small-cell lung cancer on respiratory function in octogenarian patients with mild to moderate chronic obstructive pulmonary disease. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 39 (4): 555–559. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.07.043.
30. Cassina P.C., Teschler H., Konietzko N. et al. Two-year results after lung volume reduction surgery in alpha1-antitrypsin deficiency versus smoker's emphysema. *Eur. Respir. J.* 1998; 12 (5): 1028–1032. DOI: 10.1183/09031936.98.12051028.
31. Nicholson M.J., Seigo M. Current practices for severe alpha-1 antitrypsin deficiency associated COPD and emphysema. *J. Pulmonol. Respir. Res.* 2024; 8 (2): 044–047. DOI: 10.29328/journal.jpr.1001058.
32. Castillo-Larios R., Yu Lee-Mateus A., Hernandez-Rojas D. et al. Outcomes of lung volume reduction surgery for emphysema: unilateral and bilateral. *J. Thorac. Dis.* 2024; 16 (10): 6406–6416. DOI: 10.21037/jtd-23-1655.
33. Hayes T., Charlesworth M. Lung volume reduction surgery – a narrative review of clinical evidence, patient selection and peri-operative care. *Shanghai Chest*. 2022; 6: 38. DOI: 10.21037/shc-22-24.
34. Martinez F.J. Lung volume reduction surgery in COPD. *UpToDate*. 2023. Available at: <https://www.uptodate.com/contents/lung-volume-reduction-surgery-in-copd> [Accessed: June 5, 2024].
35. Oey I.F., Morgan M.D., Spyt T.J., Waller D.A. Staged bilateral lung volume reduction surgery – the benefits of a patient-led strategy. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010; 37 (4): 846–852. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.10.025.
36. Uzzaman M.M., Daniel Robb J., Mhandu P.C. et al. A meta-analysis assessing the benefits of concomitant pleural tent procedure after upper lobectomy. *Ann. Thorac. Surg.* 2014; 97 (1): 365–372. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2013.08.013.
37. Gooseman M.R., Brunelli A. Pleural tents and pleural space reduction techniques. *Oper. Tech. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2022; 27 (1): 114–123. DOI: 10.1053/j.optechstcvs.2022.01.002.
38. Liu Z., Jin C., Lui R. et al. Video-assisted thoracoscopic surgery for treatment of chronic obstructive pulmonary disease. *Indian J. Surg.* 2016; 78 (2): 112–116. DOI: 10.1007/s12262-015-1328-2.

39. Puc M.M., Sonnad S.S., Shrager J.B. Early outcomes after bilateral thoracoscopy versus median sternotomy for lung volume reduction. *Innovations (Phila.)*. 2010; 5 (2): 97–102. DOI: 10.1097/IMI.0b013e3181d9277d.
40. Kösek V., Thiel B., Nikolova K. et al. Lung volume reduction surgery: from National Emphysema Treatment Trial to non-intubated awake video-assisted thoracoscopic surgery. *Ann. Transl. Med.* 2020; 8 (21): 1468. DOI: 10.21037/atm-20-6430.
41. Nashaat A., Aresu G., Peryt A., Connar A.S. Subxiphoid uniportal video-assisted thoracoscopic lung volume reduction surgery. *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2019; 28 (3): 485–486. DOI: 10.1093/icvts/ivy2394747.
42. Caviezel C., Schneider D., Lauk O., Opitz I. Firefly robotic lung volume reduction surgery: case report. *J. Vis. Surg.* 2021; 7: 19. DOI: 10.21037/jovs-20-73.
43. Zhang D., Wu J., Yang Y. et al. Comparison of non-intubated and intubated video-assisted thoracoscopic surgery for perioperative complications – a systematic review and meta-analysis. *BMC Anesthesiol.* 2025; 25 (1): 272. DOI: 10.1186/s12871-025-03154-3.
44. Xue W., Duan G., Zhang X. et al. Comparison of non-intubated and intubated video-assisted thoracoscopic surgeries of major pulmonary resections for lung cancer – a meta-analysis. *World J. Surg. Oncol.* 2021; 19 (1): 87. DOI: 10.1186/s12957-021-02181-x.
45. Mineo T.C., Pompeo E., Mineo D. et al. Awake nonresectional lung volume reduction surgery. *Ann. Surg.* 2006; 243 (1): 131–136. DOI: 10.1097/01.sla.00000182917.39534.2c.
46. Pompeo E., Tacconi F., Mineo T.C. Comparative results of non-resectional lung volume reduction performed by awake or non-awake anesthesia. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2011; 39 (4): e51–58. DOI: 10.1016/j.ejcts.2010.11.071.
47. Decker M.R., Levenson G.E., Jaoude W.A., Maloney J.D. Lung volume reduction surgery since the National Emphysema Treatment Trial: study of Society of Thoracic Surgeons Database. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014; 148 (6): 2651–2658.e1. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2014.02.005.
48. DeCamp M.M., Blackstone E.H., Naunheim K.S. et al. Patient and surgical factors influencing air leak after lung volume reduction surgery: lessons learned from the National Emphysema Treatment Trial. *Ann. Thorac. Surg.* 2006; 82 (1): 197–207. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2006.02.050.
49. Ma Q., Tarabrin E.A., Berikhanov Z.G., Ivanova M.Y. Risk factors and clinical impact of prolonged air leak following video-assisted thoracoscopic surgery: a retrospective cohort study. *Front. Med. (Lansanne)*. 2025; 12: 1549765. DOI: 10.3389/fmed.2025.1549765.
50. Teschler H., Stamatis G. [NETT confirms clear survival advantages by lung volume reduction in predominantly apical emphysema with reduced ability to cope with stress]. *Pneumologie*. 2003; 57 (7): 361–362. DOI: 10.1055/s-2003-40560 (in German).
51. Lim E., Sousa I., Shah P.L. et al. Lung volume reduction surgery: reinterpreted with longitudinal data analyses methodology. *Ann. Thorac. Surg.* 2020; 109 (5): 1496–1501. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2019.11.018.
52. Siddiqui F.M., Diamond J.M. Lung transplantation for chronic obstructive pulmonary disease: past, present, and future directions. *Curr. Opin. Pulm. Med.* 2018; 24 (2): 199–204. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000452.
53. Buttery S.C., Banya W., Bilancia R. et al. Lung volume reduction surgery versus endobronchial valves: a randomised controlled trial. *Eur. Respir. J.* 2023; 61 (4): 2202063. DOI: 10.1183/13993003.02063-2022.
54. Ing A.J., Jayapadman A., Kim W.V. et al. Reversal of collateral ventilation using endoscopic polymer foam in COPD patients undergoing endoscopic lung volume reduction with endobronchial valves: a controlled parallel group trial. *Respirology*. 2022; 27 (12): 1064–1072. DOI: 10.1111/resp.14338.
55. Iftikhar I.H., Schimmel M., Sardi A. et al. Bronchoscopic lung volume reduction with valves and coils. A network meta-analysis. *Ann. Am. Thorac. Soc.* 2020; 17 (11): 1468–1475. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202002-151OC.
56. Zhu W., Zhang Y., Herth F.J.F. et al. Efficacy of bronchoscopic thermal vapor ablation in patients with heterogeneous emphysema and lobar quantification by three-dimensional ventilation/perfusion single-photon emission computed tomography/computed tomography: a prospective pilot study from China. *Chin. Med. J. (Engl.)*. 2022; 135 (17): 2098–2100. DOI: 10.1097/CM9.0000000000002013.
57. Leard L.E., Holm A.M., Valapour M. et al. Consensus document for the selection of lung transplant candidates: an update from the International Society for Heart and Lung Transplantation. *J. Heart Lung Transplant.* 2021; 40 (11): 1349–1379. DOI: 10.1016/j.healun.2021.07.005.
58. Slama A., Ceulemans L.J., Hedderich C. et al. Lung volume reduction followed by lung transplantation in emphysema – a multicenter matched analysis. *Transpl. Int.* 2022; 35: 10048. DOI: 10.3389/ti.2022.10048.
59. Inci I., Iskender I.E., Ehrsam J.C. et al. Previous lung volume reduction surgery does not negatively affect survival after lung transplantation. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2018; 53 (3): 596–602. DOI: 10.1093/ejcts/ezx318.
60. Caviezel C., Schaffter N., Schneider D. et al. Outcome after lung volume reduction surgery in patients with severely impaired diffusion capacity. *Ann. Thorac. Surg.* 2018; 105 (2): 379–385. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2017.09.006.
61. Vandervelde C.M., Everaerts S., Weder W. et al. Widening the selection criteria for lung volume reduction surgery. *Eur. Respir. J.* 2025; 65 (1): 2400829. DOI: 10.1183/13993003.00829-2024.
62. Gorbunkov S.D., Cherny S.M., Akopov A.L. et al. [Surgical treatment of respiratory failure in young patients with diffuse lung emphysema]. *Vestnik khirurgii imeni I.I.Grekova*. 2012; 171 (6): 27–31. DOI: 10.24884/0042-4625-2012-171-6-027-031 (in Russian).
63. Gorbunkov S.D., Varlamov V.V., Cherny S.M. et al. [Palliative surgical correction of respiratory insufficiency in diffusive pulmonary emphysema]. *Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I.Pirogova*. 2017; (10): 52–56. DOI: 10.17116/hirurgia20171052-56 (in Russian).

Received: January 24, 2026

Accepted for publication: July 23, 2026

Информация об авторах / Authors Information

Берикханов Зелимхан Гези-Махмаевич — к. м. н., доцент кафедры госпитальной хирургии № 2 Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); тел.: (495) 609-14-00; e-mail: berikhanov_z_g@staff.sechenov.ru (SPIN-код: 5506-9748; Scopus ID: 57200131381; WoS Researcher ID: GPW-7137-2022; ORCID: <https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-4335-3987>)

Zelimkhan G. Berikhanov, Candidate of Medicine, Assistant Professor, N.V.Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); tel.: (495) 609-14-00; e-mail: berikhanov_z_g@staff.sechenov.ru (SPIN-code: 5506-9748; Scopus ID: 57200131381; WoS Researcher ID: GPW-7137-2022; ORCID: <https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-4335-3987>)

Агабекян Гор Араикович — ординатор по специальности «Торакальная хирургия» кафедры госпитальной хирургии № 2 Института клинической

медицины имени Н.В.Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); тел.: (495) 609-14-00; e-mail: goragabekyan075@gmail.com (WoS Researcher ID: PHN-2187-2026; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7893-4880>)

Gor A. Agabekyan, Resident in the specialty “Thoracic Surgery”, Department of Hospital Surgery No.2, N.V.Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); tel.: (495) 609-14-00; e-mail: goragabekyan075@gmail.com (WoS Researcher ID: PHN-2187-2026; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7893-4880>)

Тарабрин Евгений Александрович — д. м. н., заведующий кафедрой госпитальной хирургии № 2 Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Москов-

ский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); тел.: (495) 609-14-00; e-mail: tarabrin_e_a@staff.sechenov.ru (SPIN-код: 9626-2486; Scopus ID: 24068141000; WoS Researcher ID: GPW-8383-2022; Author ID: 929139; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1847-711X>)

Evgeny A. Tarabrin, Doctor of Medicine, Head of the Department of Hospital Surgery No.2, N.V.Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); tel.: (495) 609-14-00; e-mail: tarabrin_e_a@staff.sechenov.ru (SPIN-code: 9626-2486; Scopus ID: 24068141000; WoS Researcher ID: GPW-8383-2022; Author ID: 929139; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1847-711X>)

Иванова Милена Юрьевна — ассистент кафедры госпитальной хирургии № 2 Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); тел.: (495) 609-14-00; e-mail: ivanova_m_yu_1@staff.sechenov.ru (SPIN-код: 3397-2507; Scopus ID: 59391292800; WoS Researcher ID: I-2399-2018; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9917-6230>)

Milena Yu. Ivanova, Assistant Professor at the Department of Hospital Surgery No.2, N.V.Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); tel.: (495) 609-14-00; e-mail: ivanova_m_yu_1@staff.sechenov.ru (SPIN-code: 3397-2507; Scopus ID: 59391292800; WoS Researcher ID: I-2399-2018; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9917-6230>)

Муравьев Сергей Юрьевич — д. м. н., профессор кафедры госпитальной хирургии № 2 Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М.Сеченова» Ми-

нистерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет); тел.: (495) 609-14-00; e-mail: muraviev_s_yu@staff.sechenov.ru (Scopus ID: 57209829543; WoS Researcher ID: D-7258-2018; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-0351>)

Sergey Yu. Muraviev, Doctor of Medicine, Professor, Department of Hospital Surgery No.2, N.V.Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M.Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University); tel.: (495) 609-14-00; e-mail: muraviev_s_yu@staff.sechenov.ru (Scopus ID: 57209829543; WoS Researcher ID: D-7258-2018; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1493-0351>)

Гершевич Вадим Михайлович — к. м. н., доцент кафедры общей хирургии лечебного факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (950) 333-73-33; e-mail: vgershevich@mail.ru (ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6007-457X>)

Vadim M. Gershevich, Candidate of Medicine, Associate Professor, Department of General Surgery of the Faculty of Medicine, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Omsk State Medical University", Ministry of Health of the Russian Federation; tel.: (950) 333-73-33; e-mail: vgershevich@mail.ru (ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6007-457X>)

Майоров Ефим Владимирович — студент VI курса Института клинической медицины Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации; тел.: (495) 434-22-66; e-mail: mayorov.efim@gmail.com (WoS Researcher ID: OIR-5982-2025; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3784-971X>)

Efim V. Mayorov, 6th year Student, Institute of Clinical Medicine, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "N.I.Pirogov Russian National Research Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; tel.: (495) 434-22-66; e-mail: mayorov.efim@gmail.com (WoS Researcher ID: OIR-5982-2025; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3784-971X>)

Участие авторов

Берикханов З.Г. — концепция, методология, написание текста
Агабекян Г.А., Майоров Е.В. — сбор и обработка материала, написание текста

Тарабрин Е.А. — утверждение окончательного варианта статьи

Иванова М.Ю., Муравьев С.Ю., Гершевич В.М. — написание и 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

Berikhanov Z.G. — concept of the article, methodology, writing the text
Agabekyan G.A., Mayorov E.V. — collection and processing the material, writing the text

Tarabrin E.A. — approval of the final version of the article

Ivanova M.Y., Muraviev S.Y., Gershevich V.M. — text writing and editing

All authors made a significant contribution to the research and analysis work 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.