Кардиологический вестник
2025, Т. 20, №4-1, с. 72–79
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004172

Russian Cardiology Bulletin
2025, Vol. 20, No. 4-1, pp. 72–79
https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004172

Отдаленные результаты тромбэндартерэктомии из легочной артерии: предикторы резидуальной легочной гипертензии

© Д.Б. КУРБАНОВА, К.В. МЕРШИН, Н.М. ДАНИЛОВ, В.В. ГАЗИЗОВ, Е.А. ТАБАКЬЯН, Н.В. БОЙКОВ, С.В. КУРБАНОВ, А.А. ШИРЯЕВ

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

Введение. Тромбэндартерэктомия из легочной артерии (ТЭЭ) является золотым стандартом лечения хронической тромбоэмболической легочной гипертензии (ХТЭЛГ). Прогноз течения заболевания после операции ТЭЭ может ухудшать резидуальная легочная гипертензия, встречаемость которой достигает 40%. Определение факторов риска резидуальной легочной гипертензии (ЛГ) в отдаленные сроки после операции является актуальным и требует изучения.

Материал и методы. Выполнено ретроспективное наблюдательное исследование. Всего включено 58 больных с ХТЭЛГ, перенесших операцию ТЭЭ в течение 2016—2020 гг. Изучены отдаленные результаты, данные получены у 96,6% исследуемых (*n*=56), медиана наблюдения составила 66 (57—78) мес. Первичная конечная точка — резидуальная ЛГ. Она устанавливалась при срДЛА ≥ 25 мм рт.ст. по данным катетеризации правых отделов сердца (КПОС) или СДЛА ≥40 мм рт.ст. при эхокардиографии (ЭхоКГ). Выполнен статистический анализ, чувствительность и специфичность предикторов резидуальной ЛГ изучены с помощью ROC-анализа (отрезное значение установлено с помощью индекса Юдена).

Результаты. Пятилетняя накопленная выживаемость составила 94,6%. Рецидив тромбоэмболии легочной артерии диагностирован у 1 пациента (1,7%). Среди выживших резидуальная ЛГ установлена у 22,6% (*n*=12). Больные этой группы были старше (61,2±8,7 против 49,8±13,2 года, *p*=0,007) и имели большее ЛСС на 1-е сутки после операции ТЭЭ (361,8±130,3 против 250,7±82,2 дин/с/см$^{-5}$, *p*<0,001), с отрезным значением ЛСС 321 дин/с/см$^{-5}$ (чувствительность 75,0%, специфичность 80,5%). Лечение больных с резидуальной ЛГ проводилось с использованием баллонной ангиопластики легочных артерий (*n*=4, 33,3%) и ЛАГ-специфической терапии (*n*=10, 83,3%).

Заключение. Частота развития резидуальной ЛГ после успешной ТЭЭ в течение пяти лет составила 22,6%. Предикторами резидуальной ЛГ являются старший возраст и высокие значения ЛСС в раннем послеоперационном периоде. Повышение ЛСС более 321 дин/с/см$^{-5}$ на 1-е сутки после операции сопровождается высоким риском развития резидуальной ЛГ.

Ключевые слова: *хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия, легочная тромбэндартерэктомия, резидуальная легочная гипертензия.*

Информация об авторах:
Курбанова Д.Б. — https://orcid.org/0009-0005-9828-608X
Мершин К.В. — https://orcid.org/0000-0002-7256-0563
Данилов Н.М. — https://orcid.org/0000-0001-9853-9087
Газизов В.В. — https://orcid.org/0000-0002-1028-7878
Табакьян Е.А. — https://orcid.org/0000-0002-9400-6651
Бойков Н.В. — https://orcid.org/0009-0007-5689-8082
Курбанов С.К. — https://orcid.org/0000-0001-7767-1695
Ширяев А.А. — https://orcid.org/0000-0002-3325-9743
Автор, ответственный за переписку: Курбанова Д.Б. — e-mail: splish-splash@mail.ru

Как цитировать:
Курбанова Д.Б., Мершин К.В., Данилов Н.М., Газизов В.В., Табакьян Е.А., Бойков Н.В., Курбанов С.К., Ширяев А.А. Отдаленные результаты тромбэндартерэктомии из легочной артерии: предикторы резидуальной легочной гипертензии. *Кардиологический вестник*. 2025;20(4-1):72–79. https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004172

Long-term outcomes of pulmonary thromboendarterectomy: predictors of residual pulmonary hypertension

© D.B. KURBANOVA, K.V. MERSHIN, N.M. DANILOV, V.V. GAZIZOV, E.A. TABAKYAN, N.V. BOYKOV, S.K. KURBANOV, A.A. SHIRYAEV

Chazov National Medical Research Center of Cardiology, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. Pulmonary thromboendarterectomy (TEE) is the gold standard of treatment for patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH). Residual pulmonary hypertension (PH) may worsen prognosis of disease after TEE, and incidence reaches 40%. Identification of risk factors of residual PH in long-term period after surgery is an actual issue.

Material and methods. A retrospective observational study included 58 patients with CTEPH who underwent TEE in 2016—2020. We studied long-term results and obtained data in 96.6% patients (*n*=56); median follow-up was 66 (57—78) months. The primary endpoint was residual PH as mPAP ≥25 mmHg according to right heart catheterization (RHC) or sPAP ≥40 mmHg according to echocardiography. Statistical analysis was performed. Sensitivity and specificity of predictors of residual PH were analyzed using ROC analysis (cut-off value was established using Youden index).

Results. The 5-year cumulative survival rate was 94.6%. Recurrence of pulmonary embolism was diagnosed in 1 patient (1.7%). Among survivors, residual PH was diagnosed in 12 (22.6%) patients. Patients in this group were older (61.2±8.7 vs. 49.8±13.2 years, *p*=0.007) and had higher PVR on the first day after TEE (361.8±130.3 vs. 250.7±82.2 dynes/sec/cm^{-5}, *p*<0.001) with a cut-off PVR 321 dyne/sec/cm-5 (sensitivity 75.0%, specificity 80.5%). Patients with residual PH were treated with balloon angioplasty of pulmonary arteries (*n*=4, 33.3%) and PAH-specific therapy (*n*=10, 83.3%).

Conclusion. The incidence of residual PH after successful TEE within 5 years was 22.6%. Predictors of residual PH were older age and high PVR in early postoperative period. PVR>321 dynes/sec/cm^{-5} on the 1st day after surgery is associated with high risk of residual PH.

Keywords: *chronic thromboembolic pulmonary hypertension, pulmonary thromboendarterectomy, residual pulmonary hypertension.*

Information about the authors:
Kurbanova D.B. — https://orcid.org/0009-0005-9828-608X
Mershin K.V. — https://orcid.org/0000-0002-7256-0563
Danilov N.M. — https://orcid.org/0000-0001-9853-9087
Gazizov V.V. — https://orcid.org/0000-0002-1028-7878
Tabakyan E.A. — https://orcid.org/0000-0002-9400-6651
Boykov N.V. — https://orcid.org/0009-0007-5689-8082
Kurbanov S.K. — https://orcid.org/0000-0001-7767-1695
Shiryaev A.A. — https://orcid.org/0000-0002-3325-9743
Corresponding author: Kurbanova D.B. — e-mail: splish-splash@mail.ru

To cite this article:
Kurbanova DB, Mershin KV, Danilov NM, Gazizov VV, Tabakyan EA, Boykov NV, Kurbanov SK, Shiryaev AA. Long-term outcomes of pulmonary thromboendarterectomy: predictors of residual pulmonary hypertension. *Russian Cardiology Bulletin*. 2025;20(4-1):72—79. (In Russ.). https://doi.org/10.17116/Cardiobulletin20252004172

Введение

Золотым стандартом лечения хронической тромбоэмболической легочной гипертензии (ХТЭЛГ) является операция тромбэндартерэктомия из легочной артерии (ТЭЭ). Для выполнения операции ТЭЭ пациент должен соответствовать статусу операбельного — иметь хирургически доступное поражение легочного артериального русла и соответствующие ему изменения легочной и системной гемодинамики. Несоответствие доступности поражения и гемодинамических показателей может перевести больного в категорию неоперабельного. К категории неоперабельных также могут быть отнесены пациенты, имеющие другие факторы высокого риска хирургического лечения [1, 2]. Так, было установлено, что помимо труднодоступного для ТЭЭ поражения, наиболее значимым фактором высокого хирургического риска считается повышение легочного сосудистого сопротивления (ЛСС)>800—1100 дин/с/см$^{-5}$ [3]. Результаты ТЭЭ, при условии их выполнения в экспертных центрах, достаточно хорошие: госпитальная летальность по данным зарубежных регистров не превышает 5% [4—6]. Частота летальных исходов на госпитальном этапе в отечественной литературе составляет 3,8—12,7% [7, 8]. Из зарубежных источников известно, что уровень выживаемости пациентов после перенесенной ТЭЭ находится на высоком уровне. Так, например, пятилетняя выживаемость по данным европейских ученых достигает 76—86%, а в отечественной литературе сообщается о трехлетней выживаемости на уровне 80—90% [8—10].

Ключевым критерием эффективности ТЭЭ является достижение целевых значений давления в легочной артерии и ЛСС. Сохраняющееся повышение давления в легочной артерии свидетельствует о резидуальной легочной гипертензии (РЛГ). Высокие степени РЛГ характеризуются многократным увеличением риска летального исхода в дальнейшем [1]. Общепринятым критерием РЛГ является повышение срДЛА выше 25 мм рт.ст. (при давлении заклинивания в ЛА ниже 15 мм рт. ст.) и ЛСС выше 3 ед. Вуда (отечественные рекомендации) или 4 ед. Вуда (по зарубежным данным) [11]. В отдельных исследованиях в качестве критерия РЛГ устанавливается повышение систолического давления в легочной артерии выше 40 мм рт.ст. [12]. Частота развития РЛГ по данным литературы может достигать 25—40% [11, 12].

Скрининг на РЛГ согласно зарубежным и отечественным рекомендациям проводится не ранее, чем через 3—6 мес. после ТЭЭ [11]. Важно отметить, что в ранние сроки после операции диагноз РЛГ не устанавливается, однако существует ряд показателей, сопровождающихся высоком риском развития РЛГ [13]. Эти факторы изучены в небольшом количестве зарубежных исследований, в доступной отечественной литературе таких работ нет. Установление факторов риска

развития РЛГ позволит оптимизировать подходы периоперационного ведения пациентов, начать своевременное лечение, определить необходимость возобновления или инициации ЛАГ-специфической терапии и определить субстрат для проведения баллонной ангиопластики. Такой комплексный подход может улучшить функциональный статус и отдаленный прогноз больных высокого риска развития РЛГ, перенесших ТЭЭ. Раннее выделение группы высокого риска РЛГ, определение ее предикторов является актуальной задачей и требует проведения исследований.

Цель исследования — изучить отдаленные результаты легочной тромбэндартерэктомии и определить предикторы развития резидуальной легочной гипертензии.

Материал и методы

Проведено ретроспективное исследование, в которое были включены 58 пациентов с ХТЭЛГ, успешно перенесших ТЭЭ с 2016 по 2020 г. Диагноз ХТЭЛГ устанавливался в соответствии с критериями, обозначенными в клинических рекомендациях. Для определения характера поражения была использована классификация UCSD, которая включает 6 уровней поражения легочных артерий: 0 — отсутствие поражения, 1 — поражение главной легочной артерии, 1С — полная окклюзия одной из основных легочных артерий, 2 — поражение долевых ветвей, 3 — вовлечение сегментарных артерий, 4 — поражение субсегментарных легочных артерий. В своей работе проксимальным поражением мы считали уровни 1—3, дистальным — 4. При сочетании проксимального и дистального поражений с разных сторон оно расценивалось как смешанное.

Следует отметить, что критерием невключения был летальный исход на госпитальном этапе (n=1). Всем больным на базе отдела сердечно-сосудистой хирургии ИКК им. А.Л. Мясникова ФГБУ «НМИЦ кардиологии им. акад. Е.И. Чазова» операция ТЭЭ выполнена по стандартному протоколу в условиях искусственного кровообращения и гипотермии с использованием циркуляторного ареста, продолжительность которого не превышала стандартных временных рамок.

Катетеризация правых отделов сердца проводилась с измерением систолического, диастолического и среднего давления (срДЛА) в легочной артерии, а также давления заклинивания в легочной артерии (ДЗЛА). Измерение сердечного выброса (СВ) (л/мин.) выполнялось методом Фика по формуле:

$$СВ=VO_2/(SaO_2—SvO_2),$$

где VO_2 — потребление кислорода (мл/мин), SaO_2 — содержание кислорода в артериальной крови (мл/л), а SvO_2 — в венозной крови (мл/л).

Сопротивление сосудов малого круга кровообращения (ЛСС) вычислялось по формуле:

$$ЛСС=80\ (срДЛА—ДЗЛА)/СВ.$$

Индекс ЛСС (ИЛСС) рассчитывали по той же формуле, но знаменателем был уже сердечный индекс (СИ). На основании анализа данных медицинской документации и телефонного опроса с проведением контрольного обследования (при отсутствии данных) у всех исследуемых изучены отдаленные результаты, данные получены у 96,6% больных (n=56/58), контакт с 2 исследуемыми утрачен. Медиана наблюдения составила 66 (57—78) мес. В качестве конечной точки изучена летальность от всех причин и РЛГ. В качестве критерия РЛГ принято повышение СДЛА выше 40 мм рт.ст. или срДЛА выше 25 мм рт.ст. по данным эхокардиографии (ЭхоКГ). Пациентам с выраженной относительной регургитацией на трикуспидальном клапане, увеличением правых отделов сердца при ЭхоКГ в отсутствии повышения СДЛА выше 40 мм рт.ст. или срДЛА выше 25 мм рт.ст. была выполнена КПОС с целью верификации/исключения РЛГ.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.6.3 (разработчик ООО «Статтех», Россия). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро—Уилка (при числе исследуемых менее 50) или критерия Колмогорова—Смирнова (при числе исследуемых более 50). Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD). При отсутствии нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (ИКР), категориальные данные — с указанием абсолютных значений и процентных долей. Доверительные интервалы (95% ДИ) для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера—Пирсона. Сравнение двух групп по количественному показателю, имеющему нормальное распределение, при условии равенства дисперсий выполнялось с помощью t-критерия Стьюдента, при неравных дисперсиях выполнялось с помощью t-критерия Уэлча. Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна—Уитни. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого явления менее 10). В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей нами использовался показатель отношения шансов с 95% доверительным интервалом (ОШ; 95% ДИ). В случае нулевых значений числа наблюдений в ячейках таблицы сопряженности расчет ОШ выполнялся с поправкой Холдейн—Энскомб. Оценка функции выживаемости пациентов проводилась по методу Каплана—Мейера. График оценки функции выживаемости представляет собой убывающую ступенчатую линию, значения функции выживаемости между точками наблюдений считаются константными. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определенного исхода применялся метод анализа ROC-кривых. Разделяющее значение количественного признака в точке cut-off определялось по наивысшему значению индекса Юдена. Различия считались статистически значимыми при p<0,05.

Результаты

Большинство исследуемых было представлено мужчинами среднего возраста с высоким функциональным классом ЛГ по ВОЗ (3 (3-4) ФК). Тромбоз глубоких вен в анамнезе имели почти 72% пациентов, половина пациентов страдали артериальной гипертензией. Наличие сопутствующей патологии в виде ишемической болезни сердца, хро-

нической обструктивной болезни легких, сахарного диабета и перенесенного инсульта встречалось достаточно редко. Исходная клинико-демографическая характеристика представлена в **табл. 1.**

У всех больных изучены результаты катетеризации правых отделов сердца (КПОС) и ангиопульмонографии **(табл. 2)**. У большинства больных зарегистрированы сниженный СИ (менее 2,2 л/мин/м^2), СВ, повышение срДЛА в среднем до 51,6 мм рт.ст, среднее значение (медиана) для ЛСС составило 874,5 дин/с/см$^{-5}$. Данные ангиопульмонографии показали двустороннее поражение легочных артерий у всех исследуемых, встречаемость проксимального и смешанного (проксимального и дистального) поражения была одинаковой (50% для обоих вариантов).

ЛАГ-специфическая терапия в предоперационном периоде использовалась у 29 исследуемых (51,8%), в большинстве случаев — силденафил (19/29; 65,5%) в дозе 30 мг/сут (n=1), 60 мг/сут (n=15) и 120 мг/сут (n=3), у остальных — риоцигуат (10/29; 34,5%) в дозе 3 мг/сут (n=10). У 3 исследуемых (10,3%) к терапии был назначен илопрост в комбинации с пероральным препаратом. При оценке влияния ЛАГ-специфической терапии на параметры гемодинамики по результатам контрольной (предоперационной) КПОС снижение ЛСС на 80 дин/с/см$^{-5}$ и выше получено у 4 пациентов (13,8%). Среди исследуемых, перенесших ТЛА на предоперационном этапе, снижение ЛСС зарегистрировано у 2 пациентов (66,6%).

Эхо-параметры легочной гипертензии демонстрировали схожие значения СДЛА (84,0±19,1 мм рт.ст.) в сравнении с данными КПОС, описанными выше. Сократительная функция ПЖ у большинства больных была сниженной (TAPSE 1,6±0,4 см), кроме этого характерными стали увеличение правых отделов сердца (ПЗР ПЖ 3,7±0,6 см) и наличие умеренной трикуспидальной регургитации (2 (2—3) степени) по данным трансторакальной ЭхоКГ. Данные предоперационной ЭхоКГ отражены в **табл. 3.**

Анализ интраоперационных результатов показал, что длительность ишемии миокарда в среднем составила 151,8±25,1 мин, длительность искусственного кровообращения — 279,7± 43,1 мин. У всех больных во время операции проводился циркуляторный арест, среднее количество остановок кровообращения составило 3 (2—3), среднее время ареста — 15,7±2,8 мин (минимально — 11 мин, максимально — 25 мин) при глубокой гипотермии. В среднем суммарная длительность циркуляторного ареста составила 45,3±12,8 мин. Интраоперационная характеристика представлена в **табл. 4.**

На госпитальном этапе количество осложнений было минимальным, данных за инфаркт миокарда и инсульт, а также случаев легочного кровотечения интраоперационно не получено. У 7 исследуемых обращала на себя внимание преходящая неврологическая общемозговая симптоматика по типу хореи (12,7%), регрессировавшая в течение месяца после операции. Выраженную дыхательную недостаточность, как следствие послеоперационного реперфузионного повреждения легких, наблюдали у 5 исследуемых (9,1%), послеоперационную пневмонию — у 3 (5,5%), фибрилляцию предсердий — у 10 больных (18,5%). Среди тяжелых осложнений, требовавших продолжительного лечения в условиях реанимации, отмечена острая правожелудочковая недостаточность у 1 больного (1,8%), рестернотомия в связи с признаками кровотечения выполнена у 4 исследуемых (7,3%). Ни у одного больного не отмечено острой почечной недостаточности, потребовавшей проведения заместительной почечной терапии. Медиана длительности пребывания в отделении реанимации составила 2 (2—4) суток.

При контрольной оценке уровня ЛСС на 1-е сутки после операции средние значения составили 278,0±103,2 дин/с/см$^{-5}$, срДЛА — 26,0±5,1 мм рт.ст. У 2 исследуемых срДЛА было выше 35 мм рт.ст. У них же при контрольной ЭхоКГ на 7-е сутки после операции уровень СДЛА был выше 60 мм рт.ст., в связи с чем была возобновлена ЛАГ-специфическая терапия в ранние сроки после операции. У остальных пациентов ЛАГ-специфическая терапия была приостановлена.

Таблица 1. **Исходная клинико-демографическая характеристика**
Table 1. **Baseline clinical and demographic characteristics**

Показатель	Значение
Возраст, лет, M±SD	52,7±13,0
Мужской пол, *n* (%)	37 (66,1)
Ожирение, *n* (%)	2 (3,6)
ХОБЛ, *n* (%)	7 (12,7)
ТГВ, *n* (%)	40 (71,4)
ИБС, *n* (%)	6 (10,7)
ПИКС, *n* (%)	2 (3,6)
СД, *n* (%)	6 (10,7)
АГ, *n* (%)	28 (50,0)
МФА, *n* (%)	3 (5,4)
НМК, *n* (%)	2 (3,6)
ФК по ВОЗ, Me (ИКР)	3 (3—4)

Примечание. ХОБЛ — хроническая обструктивная болезнь легких, ТГВ — тромбоз глубоких вен, ИБС — ишемическая болезнь сердца, ПИКС — постинфарктный кардиосклероз, СД — сахарный диабет, АГ — артериальная гипертензия, МФА — мультифокальный атеросклероз, НМК — нарушение мозгового кровообращения, ФК — функциональный класс, ВОЗ — Всемирная организация здравоохранения.

Таблица 2. **Исходные параметры гемодинамики и результаты ангиопульмонографии**
Table 2. **Baseline hemodynamic parameters and pulmonary angiography data**

Показатель	Значение
СрДПП, мм рт.ст., Me (ИКР)	9 (6—13)
СДЛА, мм рт.ст., M±SD	89,7±22,8
ДДЛА, мм рт.ст., M±SD	31,2±9,3
срДЛА, мм рт.ст., M±SD	51,6±11,9
СВ, Me (ИКР)	3,6 (3,0—4,4)
СИ, Me (ИКР)	1,8 (1,6—2,1)
ЛСС, Me (ИКР)	874,5 (757,8—1326,5)
SaO_2, Me (ИКР)	93 (89—97)
SvO_2, M±SD	57,7±8,9
Смешанный тип поражения, *n* (%)	28 (50,0)

Примечание. срДПП — среднее давление в правом предсердии, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, ДДЛА — диастолическое давление в легочной артерии, срДЛА — среднее давление в легочной артерии, СВ — сердечный выброс, СИ — сердечный индекс, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление, SaO_2 — насыщение артериальной крови кислородом, SvO_2 — насыщение венозной крови кислородом.

Таблица 3. **Данные предоперационной ЭхоКГ**
Table 3. **Preoperative echocardiography data**

Показатель	Значение
Площадь ПП, см², M±SD	26,4±8,2
Переднезадний размер ПЖ, см, M±SD	3,7±0,6
КДР ЛЖ, см, M±SD	4,6±0,6
СДЛА, мм рт.ст., M±SD	84,0±19,1
TAPSE, см, M±SD	1,6±0,4
TAPSE / СДЛА, Me (ИКР)	1,74 (1,45—2,38)
Регургитация на ТК, Me (ИКР)	2 (2—3)

Примечание. ПП — правое предсердие, ПЖ — правый желудочек, КДР ЛЖ — конечно-диастолический размер левого желудочка, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, TAPSE — систолическая экскурсия кольца трикуспидального клапана.

Таблица 4. **Интраоперационные данные**
Table 4. **Intraoperative data**

Показатель	Значение
Длительность ИК, мин, M±SD	279,7±43,1
Длительность ишемии, мин, M±SD	151,8±25,1
Количество ЦА, *n*, Me (ИКР)	3 (2—3)
Среднее время ЦА, мин, M±SD	15,7±2,8
Суммарная длительность ЦА, мин, M±SD	45,3±2,8

Примечание. ИК — искусственное кровообращение, ЦА — циркуляторный арест, ИКР — интерквартильный размах.

При анализе отдаленных результатов ключевой конечной точкой была выживаемость **(рис. 1)**. Всего установлено 3 летальных исхода, таким образом пятилетняя выживаемость (без учета госпитального летального исхода) составила 94,6%.

Контрольное обследование с изучением параметров гемодинамики малого круга выполнено у 53 исследуемых. Признаки резидуальной легочной гипертензии отмечены лишь у 12 больных (22,6%), большинству из них была назначена ЛАГ-специфическая терапия (10/12; 83,3%), часть из них направлена на баллонную пластику легочных артерий (4/12; 33,3%). С целью выделения когорты больных высокого риска РЛГ все исследуемые разделены на 2 группы: наличие РЛГ (*n*=12), отсутствие РЛГ (*n*=41). Выполнен сравнительный анализ исходных клинико-демографических параметров, предоперационного применения ЛАГ-специфической терапией, гемодинамики (ЛСС и срДЛА), ангиографических данных, а также данных раннего (1-е сутки) послеоперационного периода (ЛСС, срДЛА) и контрольной ЭхоКГ на 7-е сутки (СДЛА) **(табл. 5)**.

Существенные различия были получены при сравнении двух гемодинамических послеоперационных параметров: ЛСС (361,8±130,3 дин/с/см$^{-5}$ против 250,7±82,2 дин/с/см$^{-5}$, p<0,001) и срДЛА (29,6±6,1 мм рт.ст. против 24,8±4,5 мм рт.ст., p=0,004) в течение первых суток после операции. Примечательно, что исходные параметры гемодинамики не различались в двух группах в зависимости от РЛГ. Среди других характеристик статистически значимые различия получены для возраста (61,2±8,7 года против 49,8±13,2 года, p=0,004).

Учитывая, что наиболее существенные статистические различия получены для послеоперационного ЛСС, нами взят этот параметр с целью определения отрезного значения для прогнозирования РЛГ. При оценке зависимости вероятности наличия РЛГ от послеоперационного ЛСС с помощью ROC-анализа была получена следующая кривая **(рис. 2)**.

Площадь под ROC-кривой составила 0,783±0,084 с 95% ДИ: 0,617—0,948 (p=0,003). Анализ чувствительности и специфичности показал, что пороговое значение послеоперационного ЛСС в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 321 дин/с/см$^{-5}$. Наличие РЛГ прогнозировалось при значении послеоперационного ЛСС выше данной величины или равном ей. Чувствительность и специфичность составили 75,0 и 80,5% соответственно. Также установлена высокая отрицательная предсказательная ценность — 91,7%. Это означает, что ЛСС<321 дин/с/см$^{-5}$ в первые сутки после операции позволяет предсказать отсутствие РЛГ в послеоперационном периоде с вероятностью 91,7%.

Обсуждение

Проведение операции ТЭЭ сопряжено с повышенным риском госпитальной летальности. Как уже было отмечено выше, наиболее высокий риск наблюдается у больных с высокими значениями ЛСС и ДЛА, а также при значительном объеме дистального поражения легочного русла. В нашем исследовании госпитальная летальность не изучалась (фактически она составила 1,7%). На госпитальном этапе мы оценили влияние исходной ЛАГ-специфической терапии и/или предоперационной ТЛА легочных артерий на параметры центральной гемодинамики перед операцией. Теоретически медикаментозные и эндоваскулярные методы лечения ХТЭЛГ способствуют снижению ЛСС перед ТЭЭ, что может снизить частоту госпитальных осложнений. В настоящий момент данных литературы, подтверждающих такие возможности предоперационного лечения, нет. В нашем исследовании половина больных получала ЛАГ-специфическую терапию, при этом улучшения гемодинамического статуса у пациентов этой группы заре-

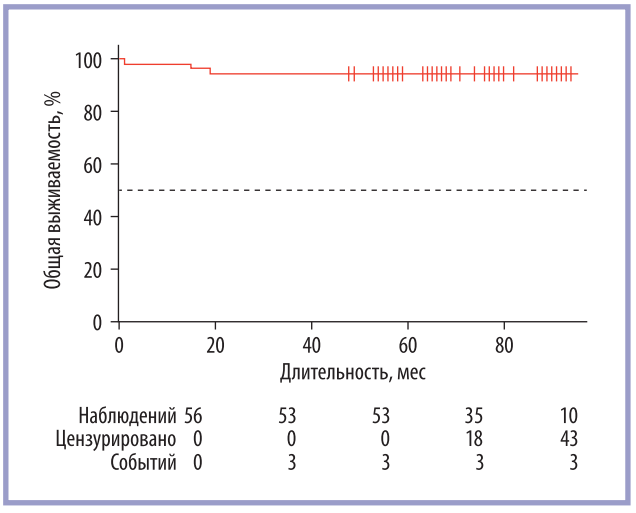

Рис. 1. **Выживаемость по Каплану—Мейеру.**
Fig. 1. **Cumulative survival curve.**

Таблица 5. **Сравнительный анализ исходных параметров в зависимости от РЛГ**
Table 5. **Comparative analysis of baseline parameters depending on residual PH**

Показатель	Наличие РЛГ	Отсутствие РЛГ	*p*
Возраст, лет, M±SD	61,2±8,7	49,8±13,2	0,004
Исходное СрДЛА, мм рт.ст., M±SD	53,7±9,4	51,0±13,0	0,514
Исходное ЛСС, мм рт.ст., Me (ИКР)	874,5 (853,3—1145,3)	853,0 (697,0—1145,3)	0,566
Послеоперационное СрДЛА, мм рт.ст., M±SD	29,6±6,1	24,8±4,5	0,004
Послеоперационное ЛСС, мм рт.ст., M±SD	361,8±130,3	250,7±82,2	<0,001
Послеоперационное СДЛА, мм рт.ст., M±SD	45,6±12,9	37,0±7,6	0,057
ЛАГ-специфическая терапия, *n* (%)	5 (41,7)	22 (53,7)	0,526
Смешанный тип поражения, *n* (%)	5 (41,7)	21 (51,2)	0,745

Примечание. срДЛА — среднее давление в легочной артерии, ЛСС — легочное сосудистое сопротивление.

гистрировано не было. Проведение ТЛА до операции, напротив, улучшало параметры гемодинамики, однако в связи с ограниченным количеством таких больных говорить достоверно об этом в настоящее время не представляется возможным. С учетом различий в гемодинамическом статусе при разных подходах предоперационного ведения больных, данный вопрос является весьма актуальным и требует дальнейшего изучения в более широких по численности исследованиях с целью стандартизации и разработки алгоритма предоперационного ведения пациентов.

Отдаленная выживаемость в течение пяти лет наблюдения в нашей работе составила 94,6%. В доступной отечественной литературе данных о пятилетней выживаемости нет, несмотря на достаточный хирургический опыт лечения ХТЭЛГ в нашей стране. Зарубежные исследования демонстрируют удовлетворительные отдаленные результаты после ТЭЭ; так, пятилетняя выживаемость колеблется в диапазоне 76—89% [14—18]. При сравнении полученных результатов стоит отметить лучшую выживаемость больных в нашей работе. Это может быть связано с несколькими причинами: наши больные были моложе исследуемых в зарубежных работах, а также ниже была коморбидность. Кроме того, важно отметить, что при анализе не учитывали

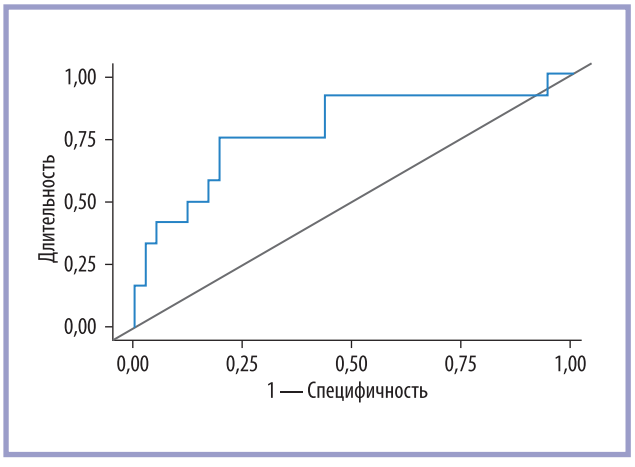

Рис. 2. **ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности развития РЛГ от послеоперационного ЛСС.**
Fig. 2. **ROC curve characterizing dependence of residual PH development on postoperative PVR.**

госпитальную летальность в сумме событий и то, что данные к пятому году наблюдения в нашем исследовании были неполными, информация о части больных к этому времени была утрачена. В исследовании со схожим дизайном пятилетняя выживаемость была сопоставима [19]. Мы считаем, что в целом полученные результаты согласуются с данными литературы, и наше исследование подтверждает целесообразность выполнения операции ТЭЭ с фокусом на отдаленный прогноз.

Важнейшей задачей нашего исследования было изучение РЛГ, оценка исходных характеристик в этой группе больных и определение факторов риска развития РЛГ. Встречаемость РЛГ в нашей работе составила 22,6%, что согласуется с данными литературы [20, 21]. Нам удалось установить, что старший возраст больных и худшие параметры гемодинамики сразу после операции **(но не исходные параметры гемодинамики, как считалось ранее [3]!)** существенно увеличивают риск развития РЛГ. Влияние исходной ЛАГ-специфической терапии и вовлечения дистального русла в нашем исследовании не показало увеличения риска развития РЛГ. Наиболее значимое негативное влияние на развитие РЛГ получено для показателя ЛСС к исходу первых суток после операции. Анализ данных ЛСС показал, что его увеличение более 321 дин/с/см$^{-5}$ на 1-е сутки после операции сопровождается высоким риском развития РЛГ. Крайне важно отметить, что снижение ЛСС менее 321 дин/с/см$^{-5}$ на 1-е сутки после операции позволяет прогнозировать отсутствие РЛГ с вероятностью 91%. Схожие результаты были продемонстрированы в работе N. Skoro-Sajer и соавт.: риск летального исхода или пересадки легких коррелирует с ранними послеоперационными, но не исходными параметрами гемодинамики. Авторы пишут, что отрезное предиктивное значение ЛСС в ранние сроки после операции, свидетельствующее о благоприятном отдаленном периоде, составило 290 дин/с/см$^{-5}$ [22]. Повышение ЛСС выше 590 дин/с/см$^{-5}$ сопровождалось высоким риском смерти, схожие данные (500 дин/с/см$^{-5}$) ранее были приведены в работе S.W. Jamieson [22, 23]. В других исследованиях в качестве прогностически неблагоприятного отмечается повышение ЛСС в послеоперационном периоде выше 425—500 дин/сек/см$^{-5}$ и срДЛА более 30—38 мм рт.ст. [15, 24, 25]. В нашем исследовании было определено одно отрезное значение ЛСС — 321 дин/с/см$^{-5}$. В сравнении с данными литературы нами выбрана иная конечная точка (РЛГ), в связи с чем полученные отрезные значения мог-

ли быть несколько ниже. Диагностическая ценность прогностического маркера в нашем исследования высока для определения благоприятного прогноза после ТЭЭ, а само значение ЛСС в таком случае схоже с тем, что представлено в работе N. Skoro-Sajer.

Заключение

Тромбэндартерэктомия из легочных артерий характеризуется удовлетворительными госпитальными и отдаленными результатами. Частота развития РЛГ в нашем исследовании составила 22,6%, ее встречаемость была выше у больных старшего возраста и при повышенных значениях ДЛА и ЛСС в ранние сроки после операции. Снижение ЛСС ниже 321 дин/с/см$^{-5}$ на 1-е сутки после операции представляется надежным прогностически благоприятным предиктором. Использование определенных отрезных значений параметров центральной гемодинамики малого круга в клинической практике может способствовать ранней диагностике РЛГ, своевременной оценке субстрата, определению возможности дальнейшего медикаментозного и/или эндоваскулярного лечения, а также улучшению качества жизни и прогноза. Дальнейшее изучение предиктивной способности значения ЛСС, полученного в раннем послеоперационном периоде, а также определение других предикторов РЛГ представляется важным с научно-практической точки зрения.

Участие авторов:
Концепция и дизайн исследования — Курбанова Д.Б., Курбанов С.К., Мершин К.В., Данилов Н.М.
Сбор и обработка материала — Курбанова Д.Б., Газизов В.В., Бойков Н.В., Табакьян Е.А.
Статистическая обработка — Курбанов С.К.
Написание текста — Курбанова Д.Б., Курбанов С.К.
Редактирование — Ширяев А.А., Мершин К.В., Данилов Н.М.

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

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Чазова И.Е., Мартынюк Т.В., Валиева З.С. и др. Евразийские рекомендации по диагностике и лечению хронической тромбоэмболической легочной гипертензии (2020). *Евразийский кардиологический журнал*. 2021;(1):6-43.
Chazova IE, Martynyuk TV, Valieva ZS, Azizov VA, Akchurin RS, Ansheles AA, Vasiltseva OYa, Veselova TN, Galyavich AS, Gorbachevsky SV, Danilov NM, Edemskiy AG, Zelveyan PA, Lazareva IV, Matchin YuG, Mershin KV, Mukarov MA, Nakonechnikov SN, Saidova MA, Sarybaev ASh, Sergienko VB, Stukalova OV, Filippov EV, Chernyavsky AM, Chernyavsky MA, Shalaev SV, Shmalts AA. Eurasian association of cardiology (eac) guidelines for the diagnosis and treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension (2020). *Eurasian heart journal*. 2021;(1):6-43. (In Russ.).
https://doi.org/10.38109/2225-1685-2021-1-6-43
2. Валиева З.С., Мартынюк Т.В. Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия: от патогенеза к выбору тактики лечения. *Терапевтический архив*. 2022;94(7):791-796.
Valieva ZS, Martynyuk TV. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension: from pathogenesis to the choice of treatment tactics. *Terapevticheskii Arkhiv (Ter. Arkh.)*. 2022;94(7):791-796.
https://doi.org/10.26442/00403660.2022.07.201741
3. Brookes JDL, Li C, Chung STW, et al. Pulmonary thromboendarterectomy for chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a systematic review. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2022;11(2):68-81.
https://doi.org/10.21037/acs-2021-pte-25
4. Mayer E, Jenkins D, Lindner J, et al. Surgical management and outcome of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension: Results from an international prospective registry. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2011;141(3):702-710.
https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2010.11.024
5. Jenkins D, Madani M, Fadel E, et al. Pulmonary endarterectomy in the management of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *European Respiratory Review*. 2017;26(143):160111.
https://doi.org/10.1183/16000617.0111-2016
6. Lankeit M, Krieg V, Hobohm L, et al. Pulmonary endarterectomy in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2018;37(2):250-258.
https://doi.org/10.1016/j.healun.2017.06.011
7. Газизов В.В., Мершин К.В., Табакьян Е.А., и др. Результаты легочной тромбэндартерэктомии в зависимости от величины легочного сосудистого сопротивления и ангиографического индекса поражения легочной артерии. *Системные гипертензии*. 2020;17(1):62-68.
Gazizov VV, Mershin KV, Tabak'yan EA, et al. Results of pulmonary thromboendarterectomy depending on different levels of pulmonary vascular resistance and angiographic index of the pulmonary artery lesion. *Systemic Hypertension*. 2020; 17 (1):62-68.
https://doi.org/10.26442/2075082X.2020.1.200040
8. Горбачевский С.В., Рахмонов К.Х., Айбазов Р.А., и др. Результаты легочной тромбэндартерэктомии у больных с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН*. 2024;25(1).
Gorbachevsky SV, Rakhmonov KKh, Aybazov RA, Petrosyan KV, Bockeria LA. Results of pulmonary tromboendarterectomy in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension. The Bulletin of Bakoulev Center. *Cardiovascular Diseases*. 2024; 25 (1):56-69 (in Russ.).
https://doi.org/10.24022/1810-0694-2024-25-1-56-69
9. Dardi F, Manes A, Guarino D, et al. Long-term outcomes after pulmonary endarterectomy. *Annals of Cardiothoracic Surgery*. 2022;11(2):172-174.
https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.06.122
10. Клинкова А.С., Каменская О.В., Логинова И.Ю., и др. Результаты трехлетнего наблюдения и оценка качества жизни после тромбэндартерэктомии из легочной артерии. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(8):36-48.
Klinkova AS, Kamenskaya OV, Loginova IYu, Chernyavsky AM, Edemsky AG, Khabarov DV, Lomivorotov VV. Results of a three-year follow-up and quality of life dynamics after pulmonary thromboendarterectomy. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(8):3648. (In Russ.).
https://doi.org/10.15829/1560-4071-2020-3648
11. Авдеев С.Н., Барбараш О.Л., Валиева З.С., Волков А.В., Веселова Т.Н., Галявич А.С., Гончарова Н.С., Горбачевский С.В., Грамович В.В., Данилов Н.М., Клименко А.А., Мартынюк Т.В., Моисеева О.М., Рыжкова Д.В., Симакова М.А., Синицын В.Е., Стукалова О.В., Чазова И.Е., Черногривов И.Е., Шмальц А.А., Царева Н.А. Легочная гипертензия, в том числе хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(11):6161
Avdeev SN, Barbarash OL, Valieva ZS, Volkov AV, Veselova TN, Galyavich AS, Goncharova NS, Gorbachevsky SV, Gramovich VV, Danilov NM, Klimenko AA, Martynyuk TV, Moiseeva OM, Ryzhkova DV, Simakova MA, Sinitsyn VE, Stukalova OV, Chazova I E, Chernogrivov IE, Shmalts AA, Tsareva NA. 2024 Clinical practice guidelines for Pulmonary hypertension, including chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(11):6161.
https://doi.org/10.15829/1560-4071-2024-6161
12. Pepke-Zaba J, Delcroix M, Lang I, et al. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): Results from an international prospective registry. *Circulation*. 2011;124(18):1973-1981.
https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015008

13. Perrot M. de, Gopalan D, Jenkins D, et al. Evaluation and management of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension — consensus statement from the ISHLT. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2021;40(11):1301-1326. https://doi.org/10.1016/j.healun.2021.07.020
14. López Gude MJ, Pérez de la Sota E, Forteza Gil A, et al. Pulmonary Thromboendarterectomy in 106 Patients With Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. *Archivos de Bronconeumologia*. 2015;51(10):502-508. https://doi.org/10.1016/j.arbres.2014.11.012
15. Madani MM, Auger WR, Pretorius V, et al. Pulmonary endarterectomy: Recent changes in a single institution's experience of more than 2,700 patients. *Annals of Thoracic Surgery*. 2012;94(1):97-103. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2012.04.004
16. Miwa H, Tanabe N, Jujo T, et al. Long-term outcome of chronic thromboembolic pulmonary hypertension at a single japanese pulmonary endarterectomy center. *Circulation Journal*. 2018;82(5):1428-1436. https://doi.org/10.1253/circj.CJ-17-1242
17. akurai Y, Takami Y, Amano K, et al. Predictors of Outcomes After Surgery for Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension. *Annals of Thoracic Surgery*. 2019;108(4):1154-1161. https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2019.03.100
18. Schölzel B, Snijder R, Morshuis W, et al. Clinical worsening after pulmonary endarterectomy in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Netherlands Heart Journal*. 2011;19(12):498-503. https://doi.org/10.1007/s12471-011-0203-4
19. Freed DH, Thomson BM, Tsui SSL, et al. Functional and haemodynamic outcome 1 year after pulmonary thromboendarterectomy. *European Journal of Cardio-thoracic Surgery*. 2008;34(3):525-530. https://doi.org/10.1016/j.ejcts.2008.04.018
20. Hsieh WC, Jansa P, Huang WC, et al. Residual pulmonary hypertension after pulmonary endarterectomy: A meta-analysis. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2018;156(3):1275-1287. https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2018.04.110
21. Иванов С.Н., Чернявский А.М., Едемский А.Г., Васильцева О.Я. Медикаментозное лечение хронической тромбоэмболической легочной гипертензии. *Кардиология*. 2024;64(12):77-85.
Ivanov SN, Chernyavsky AM, Edemsky AG, Vasiltseva OYa. Chronic Thromboembolic Pulmonary Hypertension Drug Treatment. *Kardiologiia*. 2024;64(12):77-85. https://doi.org/10.18087/cardio.2024.12.n2784
22. Skoro-Sajer N, Marta G, Gerges C, et al. Surgical specimens, haemodynamics and long-term outcomes after pulmonary endarterectomy. *Thorax*. 2014;69(2):116-122. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-203746
23. Jamieson SW, Kapelanski DP, Sakakibara N, et al. Pulmonary Endarterectomy: Experience and Lessons Learned in 1,500 Cases. *Annals of Thoracic Surgery*. 2003;76(5):1457-1464. https://doi.org/10.1016/S0003-4975(03)00828-2
24. Cannon JE, Su L, Kiely DG, et al. Dynamic risk stratification of patient long-term outcome after pulmonary Endarterectomy: Results from the United Kingdom national cohort. *Circulation*. 2016;133(18):1761-1771. https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.019470
25. Kallonen J, Korsholm K, Bredin F, et al. Association of residual pulmonary hypertension with survival after pulmonary endarterectomy for chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Pulmonary Circulation*. 2022;12(2). https://doi.org/10.1002/pul2.12093

Поступила 21.02.2025
Received 21.02.2025
Принята к публикации 17.04.2025
Accepted 17.04.2025