

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России)



ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКОЙ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

*Учебно-методическое пособие
для студентов медицинских вузов*

Новосибирск
2025

УДК 616.131-005.7-089(075)
ББК 54.12я73
Х50

Утверждено КМС по последипломному образованию
ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России
в качестве учебно-методического пособия

Рецензент:

З.С. Валиева – д-р мед наук, ведущий научный сотрудник
отдела легочной гипертензии и заболеваний сердца,
ФГБУ «НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова» Минздрава России

Хирургическое лечение хронической тромбоэмболи-
ческой легочной гипертензии: учебно-метод. пособие /
Х50 С.А. Альсов, Ю.В. Чикинёв, А.Г. Едемский, А.С. Поляке-
вич, А.М. Чернявский. – Новосибирск: ИПЦ НГМУ, 2025. –
52 с.

В учебно-методическом пособии подробно рассматриваются вопро-
сы классификации, клинической картины, диагностики и лечения хрони-
ческой тромбоэмболической легочной гипертензии. Приведены все со-
временные диагностические методики, дана оценка их информативно-
сти. Особое внимание уделено описанию «открытой» и эндоваскулярной
лечебных технологий, поскольку данные технологии как по отдельно-
сти, так и в сочетании дают возможность нормализовать давление в ле-
гочной артерии и радикально улучшить качество жизни пациентов.

Для студентов медицинских вузов.

УДК 616.131-005.7-089(075)
ББК 54.12я73

© Коллектив авторов, 2025
© НГМУ, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Список сокращений	4
Введение	5
1. Определение и диагностика	7
2. Хирургическое лечение хтэлг	8
3. Открытая хирургия ХТЭЛГ. Легочная эндартерэктомия	11
3.1. Подготовка больного к операции и анестезиологи- ческое обеспечение.	17
3.2. Техника операции	18
3.3. Особенности послеоперационного периода	25
4. Баллонная ангиопластика легочной артерии	31
4.1. Показания и противопоказания в зависимости от анатомии поражения	33
4.2. Осложнения чрескожной транслюминальной ангиопластики ветвей легочной артерии при ХТЛГ	37
4.3. Результаты чрескожной транслюминальной ангиопластики при ХТЛГ	39
Тестовые задания для самоконтроля знаний.	41
Библиографический список	48

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

НУНА – New York Heart Association (Нью-Йоркская ассоциация сердца)

АД – артериальное давление

АПГ – ангиопульмонография

ВПВ – верхняя полая вена

ДЗЛА – давление заклинивания в легочной артерии

ДЛА/срДЛА – давление в легочной артерии / среднее давление в легочной артерии

ИК – искусственное кровообращение

КПОС – катетеризация правых отделов сердца

КТ – компьютерная томография

ЛА – легочная(ые) артерия(и)

ЛАГ/ЛГ – легочная артериальная гипертензия / легочная гипертензия

ЛСС – легочное сосудистое сопротивление

ЛЭЭ – легочная эндартерэктомия

МРТ – магнитно-резонансная томография

МСКТ – мультиспиральная КТ

НПВ – нижняя полая вена

ПЖ – правый желудочек

СВ – сердечный выброс

СДЛА – систолическое давление в легочной артерии

СИ – сердечный индекс

Т6МХ – тест 6-минутной ходьбы

ТЭЛА – тромбоэмболия легочной артерии

УЗИ – ультразвуковое исследование

ФК – функциональный класс

ХТЭЛГ – хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия

ЧТА ЛА – чрескожная транслюминальная ангиопластика ветвей легочной артерии

ВВЕДЕНИЕ

Тромбоэмболия легочной артерии (ТЭЛА) занимает 3-е место в структуре летальности среди сердечно-сосудистых заболеваний [1]. В России, по данным Ассоциации флебологов, в год регистрируется около 240 тыс. случаев венозного тромбоза, а острая ТЭЛА развивается более чем у 100 тыс. человек [1]. Одним из грозных осложнений острой ТЭЛА является хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ). После эпизода острой ТЭЛА возможны два варианта течения заболевания, которые зависят от того, насколько полно лизировались тромбы и восстановился просвет ветвей легочной артерии под воздействием естественного или медикаментозного тромболизиса. При хорошем лизисе тромбов и восстановлении проходимости ветвей легочной артерии давление в системе легочной артерии и правых отделах сердца нормализуется. В случае неполного тромболизиса формируется хроническая обструкция ветвей легочной артерии, которая через 3–4 мес. приводит к легочной гипертензии. Естественный процесс преобразования тромба в фиброзную ткань полностью исключает восстановление просвета артерии, что приводит к прогрессированию легочной гипертензии и переходу заболевания в хроническую тромбоэмболическую легочную гипертензию.

Из числа больных, выживших после острой ТЭЛА, у 0,2–4,0% формируется ХТЭЛГ. Таким образом, ежегодно в России появляется около 1000–1200 пациентов с ХТЭЛГ. Средняя выживаемость пациентов при формировании высокой легочной гипертензии составляет 2–3 года с момента ее развития. При достижении среднего давления в легочной артерии 50 мм рт. ст. или выше смертность в течение 5 лет у этой категории больных приближается к 90% [2]. Высокая летальность при данной патологии обусловлена прогрессирующей правожелудочковой недостаточностью.

Несмотря на то, что медикаментозное лечение больных ХТЭЛГ стало эффективным при неоперабельных случаях, основным радикальным способом лечения ХТЭЛГ являются хирургические методы, которые позволяют провести дезоблитерацию легочных артерий, устранить препятствие кровотоку на уровне магистральных артерий, снизить как легочное сосудистое сопротивление, так и давление в легочной артерии, нормализовать гемодинамику малого круга кровообращения. Легочная эндартерэктомия (ЛЭЭ) улучшает гемодинамические параметры правых отделов сердца, продлевает жизнь пациентам и является перспективным методом лечения больных ХТЭЛГ. Однако остаются неизученными многие аспекты, влияющие на результат операции. В литературе нет данных о влиянии ЛЭЭ на функцию внешнего дыхания, регресс дилатации ветвей легочной артерии. Не до конца раскрыты возможности неинвазивных методов исследования, таких как перфузионная сцинтиграфия легких, эхокардиография, компьютерная томография, в оценке эффективности лечения, не оценено влияние легочной ЛЭЭ на качество жизни пациентов, не изучены факторы риска периоперационной и отдаленной летальности больных ХТЭЛГ после ЛЭЭ и целый ряд других вопросов.

В России пионерами в развитии хирургических методов лечения ХТЭЛГ являются врачи школы академика В.С. Савельева. Первые победы и анализ неудач позволили накопить бесценный опыт лечения этого непростого заболевания. За последние годы в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России выполнено более 450 операций ЛЭЭ больным ХТЭЛГ [1].

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА

Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЭЛГ) – редкая тяжелая форма легочной гипертензии вследствие тромботической/эмболической обструкции легочных артерий, которая обычно является поздним осложнением острой тромбоэмболии в систему легочной артерии [3]. Это прекапиллярная форма легочной гипертензии (ЛГ), при которой хроническая обструкция крупных/средних ветвей легочных артерий и вторичные изменения микроциркуляторного русла легких приводят к прогрессирующему повышению легочного сосудистого сопротивления и давления в легочной артерии с развитием правожелудочковой сердечной недостаточности.

Диагноз ХТЭЛГ устанавливается при наличии триады критериев [4]:

1) прекапиллярная ЛГ по данным катетеризации правых отделов сердца (КПОС) в покое: среднее давление в легочной артерии (срДЛА) ≥ 20 мм рт. ст.; давление заклинивания в легочной артерии (ДЗЛА) ≤ 15 мм рт. ст.; легочное сосудистое сопротивление (ЛСС) > 2 ЕД Вуда;

2) как минимум один сегментарный дефект перфузии по данным вентиляционно-перфузионной сцинтиграфии легких; хронические/организованные тромбы/эмболы в легочных артериях эластического типа (легочный ствол, долевые, сегментарные, субсегментарные легочные артерии) по данным ангиопульмонографии при компьютерной томографии (КТ) или селективной ангиопульмонографии (АПГ) при КПОС;

3) эффективная антикоагулянтная терапия на протяжении не менее 3-х месяцев от эпизода ТЭЛА.

2. ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ХТЭЛГ

История хирургического лечения ХТЭЛГ началась в 1908 г., когда F. Trendelenburg впервые описал подход к хирургии острой ТЭЛА, однако операция сопровождалась высокой летальностью [1]. О существовании такого заболевания, как ХТЭЛГ, не было известно до тех пор, пока в 1928 г. при вскрытии пациента его не описал M. Lundahl. По данным литературы, до 1956 г. выявлено не более 200 случаев ХТЭЛГ [1]. Создается впечатление, что до середины XX в. данное заболевание практически не диагностировали и соответственно не лечили.

В 1950 г. D. Carroll описал первую попытку хирургического лечения пациента с ХТЭЛГ. Операция была выполнена через левостороннюю боковую торакотомию, во время которой выявлена проксимальная окклюзия левой легочной артерии (ЛА). Патология была оценена как неоперабельная, пациент выписан без улучшения.

В 1962 г. С. Hufnagel представил первый успешный случай лечения пациента с ХТЭЛГ. Этот опыт показал, что крупные организованные тромбы, которые препятствуют кровотоку в основных ветвях ЛА в течение нескольких месяцев или лет, могут быть успешно удалены. Освобожденные от тромбов сосуды легких способны принять поток крови с последующим восстановлением функции легких.

В 1984 г. W. Chitwood и соавт. изучили данные литературы и обнаружили 85 случаев хирургического лечения ХТЭЛГ, послеоперационная летальность составила 22%. К настоящему времени мировой опыт эндартерэктомии из ветвей ЛА – легочной эндартерэктомии – насчитывает всего около 10 тыс. операций, проведенных в нескольких хирургических центрах мира [5].

ЛЭЭ является единственным способом лечения ХТЭЛГ, обеспечивающим быстрый и длительный лечебный эффект. Диагностировать данную патологию удается не всегда, соответственно ЛЭЭ применяется не так широко.

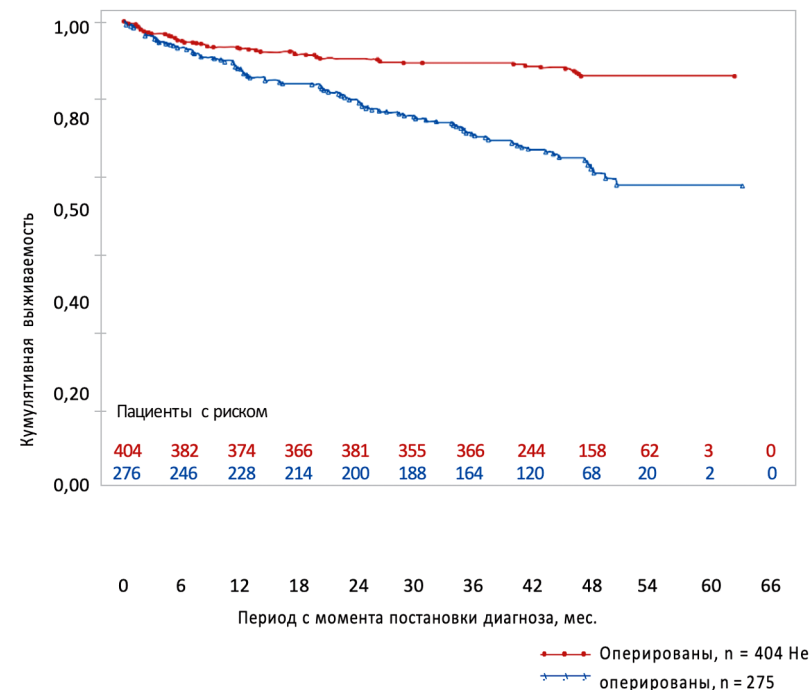
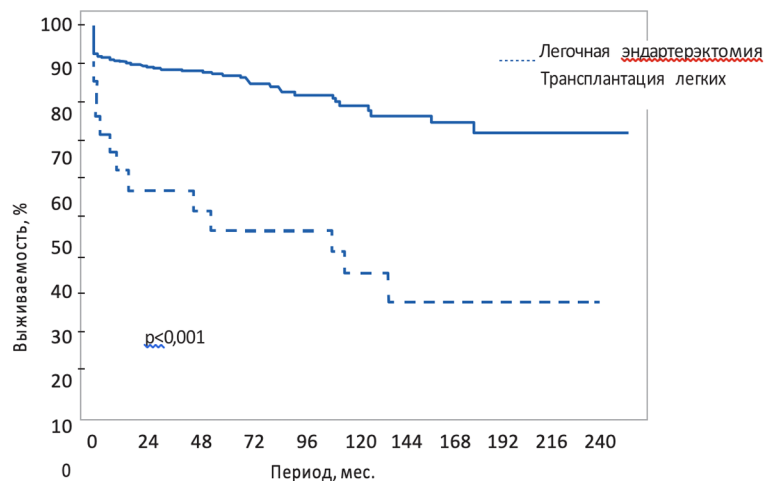


Рис. 1. Сравнение хирургического и медикаментозного лечения ХТЭЛГ

У пациентов с хронической легочной гипертензией, вторичной по отношению к тромбоэмболии, может развиваться множество тяжелых симптомов. При этом заболевании эффект от лекарственной терапии незначителен, единственный эффективный способ лечения – хирургическое удаление субстрата тромбоэмболии (рис. 1). Также при лечении ХТЭЛГ рассматриваются такие хирургические методы, как трансплантация легких или комплекса «сердце – легкие», но они менее эффективны, чем своевременно выполненная ЛЭЭ (рис. 2). В России первые успешные операции при ХТЭЛГ выполнены в клинике, возглавляемой академиком В.С. Савельевым, в 1980-х гг. В настоящее время наибольшим опытом хирургического лечения этой патологии в России обладает ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России: в течение 18 лет выполнено более 450 операций при ХТЭЛГ у больных в возрасте от 12 до 75 лет. При внедрении технологии хирургического лечения

ХТЭЛГ был учтен не только опыт отечественных хирургов, но и коллег из Медицинского центра Калифорнийского университета в Сан-Диего, США (S. Jamieson, M. Madani), Клиники Керкхофф в Бад-Наухайме, Германия (E. Mayer), Клиники Пэпворт в Кембридже, Великобритания (D. Jenkins), Медицинского центра Мари Ланлонг в Париже, Франция (F. Dartevelle, E. Fadel), Университетской клиники Сан-Матео в Павии, Италия (A.M. D'Armini).



Пациенты с риском

— 5544 1835329 12361821371 1510083 66 53 42 35 28 23 18 13 4 2 2

..... 21 13 11 11 10 8 8 8 7 6 4 3 3 3 2 1 1 1 0 0

Рис. 2. Выживаемость после легочной эндартерэктомии и трансплантации легких у больных ХТЭЛГ [5]

Сегодня хирургическое лечение ХТЭЛГ с помощью ЛЭЭ можно считать стандартной процедурой, во время которой используют искусственное кровообращение (ИК), глубокую гипотермию и циркуляторный арест. Циркуляторный арест является технологией защиты головного мозга и внутренних органов, осуществляющийся путем системной глубокой гипотермии и полной остановкой кровообращения, для обеспечения бескровного операционного поля и облегчения выполнения основного этапа операции.

3. ОТКРЫТАЯ ХИРУРГИЯ ХТЭЛГ. ЛЕГОЧНАЯ ЭНДАРТЕРЭКТОМИЯ

При решении вопроса о хирургическом вмешательстве определяют необходимость и возможность выполнения операции, оценивают риск и вероятные неблагоприятные гемодинамические исходы у отдельных пациентов. У большинства пациентов, подвергающихся ЛЭЭ, легочное сосудистое сопротивление, как правило, превышает $300 \text{ дин} \times \text{с/см}^5$, а показатели предоперационного ЛСС колеблются от 700 до $1500 \text{ дин} \times \text{с/см}^5$ [6]. Необходимость лечения патологии на поздних стадиях является следствием запоздалой диагностики, которая может длиться месяцы и годы после появления симптомов заболевания. При установленном диагнозе ХТЭЛГ решение об операции основывается на основании тяжести симптоматики и общего состояния больного. Легочная эндартерэктомия прерывает патогенез развития ХТЭЛГ, воздействуя на все звенья патологического процесса:

- 1) улучшает показатели гемодинамики – снижение систолической перегрузки правого желудочка (ПЖ), вызванной ЛГ;
- 2) предотвращает прогрессирование дисфункции ПЖ вследствие уменьшения ЛГ;
- 3) улучшает вентиляционную и перфузионную функции легких – улучшение дыхательной функции в результате включения в газообмен ранее не перфузируемых участков легочной ткани;
- 4) предотвращает восходящий тромбоз и обструкцию новых ветвей ЛА, приводящих к ухудшению состояния и даже смерти пациента;
- 5) предупреждает развитие вторичных васкулопатий в артериях, расположенных вне зоны тромбоза, как правило, дистальнее обструктивного процесса.

У большинства пациентов, оперированных в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, уровень легочного сосудистого сопротивления в покое был значительно повышен,

отсутствовали тяжелые сопутствующие заболевания и по результатам ангиопульмонографии были выявлены обтурирующие фиброзно измененные тромбы, степень выраженности которых коррелировала с уровнем ЛСС [7]. У большинства больных показатель ЛСС составил в среднем 968 ± 423 дин \times $\text{с}/\text{см}^5$, уровень систолического давления ЛА – 75% от системного, в том числе у 40% больных уровень ЛСС составлял >1000 дин \times $\text{с}/\text{см}^5$. Накопленный клинический опыт позволяет утверждать, что не существует верхних границ уровня легочного сосудистого сопротивления, давления в ЛА и степени дисфункции ПЖ, на основании которых можно было бы отказать больному в операции. Хирургическое лечение показано всем пациентам с соответствующими симптомами, у которых по данным ангиопульмонографии выявлены тромбоэмболический процесс и ХТЭЛГ. Противопоказанием можно считать выраженную необратимую сердечную и полиорганную недостаточность.

Относительные показания имеют больные с ненарушенной легочной гемодинамикой, у которых нет угрозы вторичных изменений в правых отделах сердца, а также вторичных васкулопатий (например, довольно молодые пациенты с поражением одной из главных ЛА, ведущие активный образ жизни, – для восстановления толерантности к физической нагрузке). Для остановки ретроградного поступления крови необходим циркуляторный арест. Время циркуляторного ареста ограничено 60 мин с обязательными периодами реперфузии организма не менее 10 мин в перерыве между удалением фиброзно измененных тромбоэмболов из правого и левого легких [5]. Как правило, ЛЭЭ может быть выполнена за один период циркуляторного ареста на каждую сторону. Однако если требуется продлить время эндартерэктомии из ипсилатеральной стороны, необходимо выполнить реперфузию и продолжить иссечение фиброзного материала до полного и прецизионного удаления.

Технология выполнения легочной эндартерэктомии, предложенная в 1970-х годах прошлого столетия и за последние 50 лет усовершенствованная, доказала эффективность в удалении фиброзных тяжей при проксимальном их расположении, когда они находятся в долевых ветвях ЛА и распространяются на начальные отделы сегментарных артерий [8]. Фиброзно измененные

ткани из проксимальных отделов удаляются достаточно хорошо, однако не всегда при удалении можно рассчитывать на радикальное устранение обструкции легочного русла. Высокое легочное сосудистое сопротивление при ХТЭЛГ обусловлено не только проксимальной обструкцией сосудистого русла, но и дистальным поражением сосудов системы легочной артерии. При этом мелкие артерии зачастую не закрыты фиброзными тканями, образованными в результате венозной тромбоэмболии. Обструкция дистального русла возникает из-за неспецифического воспаления и вторичной васкулопатии. С помощью ЛЭЭ возможно устранение только проксимальных обструкций легочного сосудистого русла.

Очень важно перед операцией сопоставлять тяжесть проксимального поражения ветвей легочной артерии и клиническое проявление заболевания. Выбирая тактику лечения, хирург должен быть уверен, что, устраняя проксимальную обструкцию, он снизит легочное сосудистое сопротивление, что приведет к уменьшению давления в ЛА и увеличению сердечного выброса. Невозможно снизить ЛСС у пациентов с высокой ХТЭЛГ и скомпрометированным правым желудочком, поскольку правожелудочковая недостаточность может привести к фатальным расстройствам гемодинамики в ближайшем послеоперационном периоде и неблагоприятному результату.

На результаты хирургического лечения влияет не только основное заболевание, но и коморбидная патология. При оценке риска хирургического лечения важно определить все факторы, которые могут повлиять на исход операции, в том числе возраст пациента. Поскольку ЛЭЭ выполняется не только в условиях искусственного кровообращения, но и гипотермической остановки кровообращения во время основного этапа операции, исходно скомпрометированное кровообращение центральной нервной системы (перенесенные инсульты в анамнезе) могут усугубить риски хирургического лечения у таких пациентов.

Отдельно необходимо оценить следующие показатели:

- почечная и печеночная дисфункция, возникающая в результате сниженного сердечного выброса и венозного застоя в большом круге кровообращения, которая может спровоцировать почечно-печеночную недостаточность, требующую подключения экстракорпоральных методов лечения;

- сопутствующая сердечная патология тоже может вносить риски в хирургическое лечение. При сопутствующей хирургической патологии (ишемическая болезнь сердца или клапанная патология), которая требует коррекции, выполняются сочетанные хирургические процедуры – легочная эндартерэктомия и коронарное шунтирование – или коррекция клапанного порока сердца;
- легкие, функция которых может быть нарушена из-за перенесенных инфаркт-пневмоний.

Истинная ЛЭЭ должна проводиться на уровне меди (рис. 3).

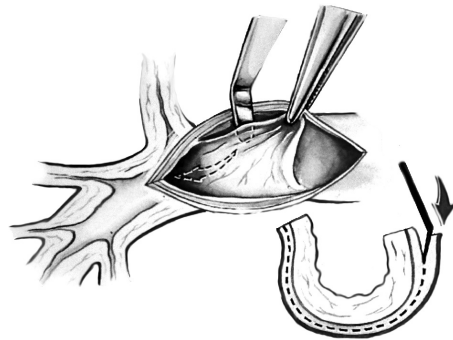


Рис. 3. Определение слоя для легочной эндартерэктомии: зачастую слой определяется визуально и обусловлен опытом хирурга

Удаление не связанных с сосудистой стенкой частично организованных тромбов из просвета центральных легочных артерий в целях уменьшения постнагрузки ПЖ неэффективно. В то же время слишком глубокая диссекция повышает риск перфорации стенки ЛА и является причиной смертельно опасного массивного легочного кровотечения при восстановлении легочного кровотока и прекращении искусственного кровообращения.

По данным зарубежных хирургических центров, специалисты которых активно занимаются хирургическим лечением ХТЭЛГ, около 10% больных при выполнении ЛЭЭ одновременно подвергались сочетанным хирургическим операциям [9]. Из более чем 450 пациентов, оперированных в ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России, 16 подверглись коронарному шунтированию и 8 – пластике трикуспидального клапана, что составило 6%. По мнению большинства хирургов, трикуспидаль-

ную недостаточность корригировать не нужно, так как при удачно выполненной операции уже в раннем послеоперационном периоде происходит обратное ремоделирование правых отделов сердца и недостаточность трикуспидального клапана купируется [8].

В представленных сегодня классификациях ХТЭЛГ не оценена степень легочной гипертензии или дисфункция правых отделов сердца. Существуют четыре основных типа легочной окклюзионной болезни, связанных с фиброзным перерождением тромбозмболов, которые должны быть приняты во внимание. Общепринятой считается классификация, предложенная Медицинским центром Калифорнийского университета: классификация S. Jamieson [10]. При первом типе (около 20% случаев ХТЭЛГ) (рис. 4) в магистральных ветвях легочной артерии присутствует достаточно свежий тромб, который хорошо виден при вскрытии просвета артерии. При втором типе (около 70% случаев ХТЭЛГ) нет тромбов в крупных ветвях, но значительно утолщена интима, иногда в виде паутины; слой для эндартерэктомии начинается в главных, долевыми или сегментарных сосудах (рис. 5). Третий тип (10% случаев ХТЭЛГ) (рис. 6) представляет наиболее сложную в хирургическом отношении ситуацию: патологический процесс расположен дистально, в сегментарных и субсегментарных ветвях.

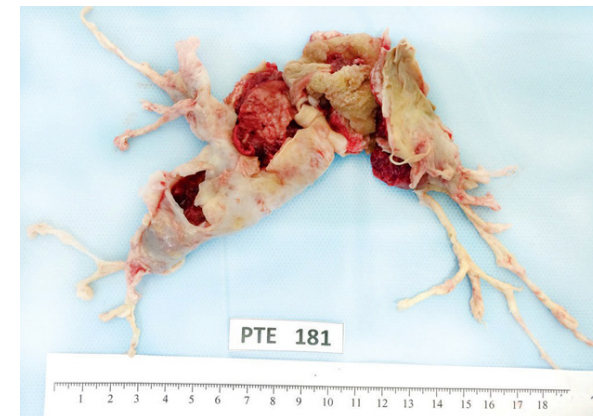


Рис. 4. I тип легочной окклюзионной болезни – на фоне хронической обструкции ветвей легочной артерии, в просвете присутствуют свежие красные тромбы

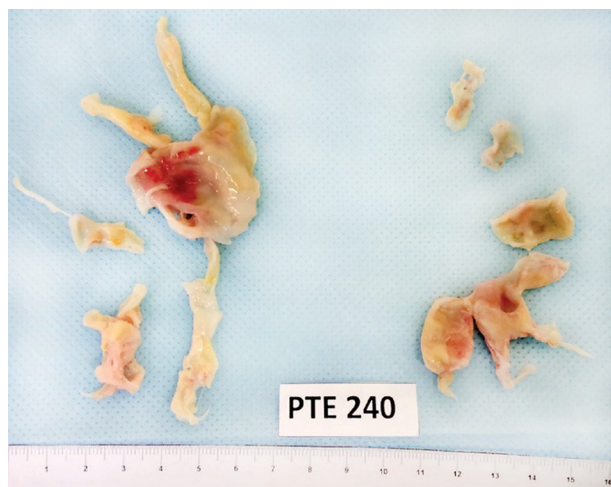


Рис. 5. II тип легочной окклюзионной болезни – значительное утолщение интимы в главных, долевых и сегментарных ветвях легочной артерии

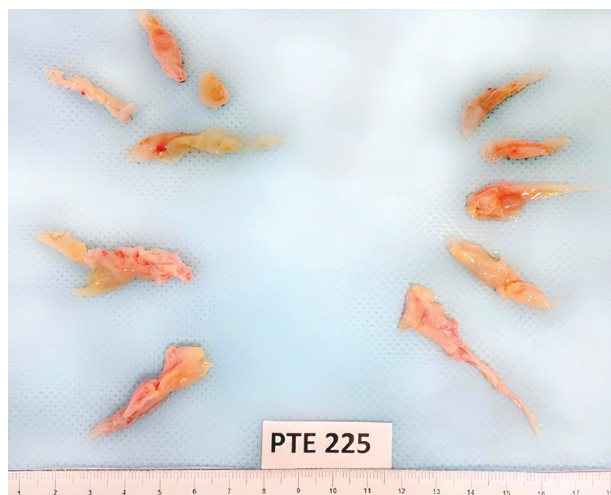


Рис. 6. III тип легочной окклюзионной болезни – патологический процесс расположен в сегментарных и субсегментарных ветвях легочной артерии

Эндартерэктомия должна выполняться тщательно в каждой сегментарной и субсегментарной ветви. Третий тип чаще всего

связан с повторными тромбоэмболиями из-за применения внутрисосудистых катетеров (например, постоянных электродов электрокардиостимуляторов). Четвертый тип не является истинной тромбоэмболической легочной гипертензией: это патология мелких легочных сосудов, при которой может встречаться вторичный тромбоз периферического сосудистого русла – тромбоз *in situ* (рис. 7). Патология мелких сосудов может быть не связана с тромбоэмболическими событиями – так называемая первичная легочная гипертензия. Эта рабочая классификация, которая позволяет описать характер поражения ветвей легочной артерии и операбельность процесса.

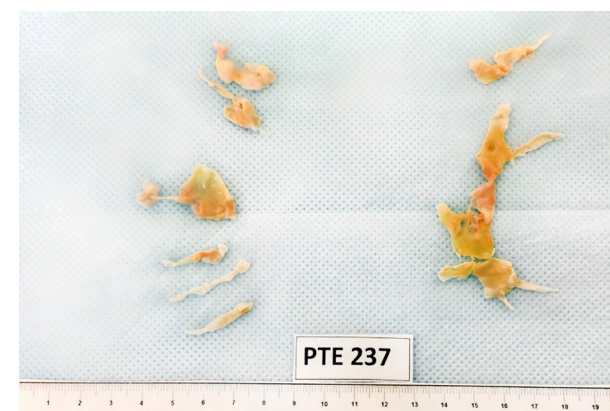


Рис. 7. IV тип легочной окклюзионной болезни – утолщение интимы расположено в субсегментарных ветвях легочной артерии

3.1. Подготовка больного к операции и анестезиологическое обеспечение

Подготовка больного и анестезиологическое обеспечение в большинстве случаев сходны с таковыми при любой другой операции на «открытом» сердце. Мониторинг во время анестезии включает электрокардиографию, пульсоксиметрию, мониторинг артериального давления (АД) в лучевой и бедренной артериях.

После введения в наркоз также используют катетеризацию правых отделов сердца с помощью катетера Свана – Ганца. Всегда проводят контроль АД в бедренной артерии для получения более точных показателей в ходе согревания пациента и отключения ИК. У больных этой группы есть склонность к вазоконстрикции, часто встречающейся после гипотермической остановки кровообращения, соответственно возможны погрешности при измерении АД в лучевой артерии. Бедренный катетер для измерения АД удаляют в палате интенсивной терапии, если результаты измерения АД в лучевой и бедренной артериях совпадают. Во время операции желательнее установить тонкий инфузионный катетер в левое предсердие. Это легко выполнить во время операции, когда анестезиолог проводит катетер через яремную вену в правое предсердие, а затем хирург под визуальным контролем – в левое предсердие через пункционное отверстие в межпредсердной перегородке.

Эта инфузионная линия бывает очень важна, особенно у больных с высокой ЛГ (для введения кардиотонических препаратов сразу в большой круг кровообращения, минуя сосуды легкого). Голову пациента окутывают охлаждающим мешком, краниocereбральную гипотермию начинают сразу после начала общей анестезии. Измерения температуры проводят из пищевода, прямой кишки, крови (с помощью катетера Свана – Ганца) или мочевого пузыря. Для контроля насыщения кислородом мозговой ткани можно применять транскраниальный оксиметр или использовать запись электроэнцефалографии для регистрации отсутствия мозговой активности перед циркуляторным арестом.

Более подробно анестезиологическое обеспечение будет описано в соответствующем разделе.

3.2. Техника операции

Как уже говорилось ранее, основы хирургической техники были заложены в 70-х гг. прошлого столетия в Медицинском центре Калифорнийского университета и к 1990-м гг. выкристаллизовались основные принципы, которые до сих пор остаются общепризнанными [8]. Это прежде всего понимание, что обструк-

тивный процесс в ветвях легочной артерии двухсторонний и требует ревизии как правой, так и левой легочных артерий. Двухсторонний доступ к легочным артериям со стандартным подключением ИК может обеспечить срединная стернотомия, которая является методом выбора среди всех доступов. Кроме оптимального хирургического доступа срединная стернотомия позволяет избежать выделения ветвей легочной артерии и возможного повреждения развитых при ХТЭЛГ бронхиальных коллатералей и хорошо васкуляризированных плевральных спаек, которые неизбежно возникают после эпизодов острой ТЭЛА и последующей инфаркт пневмонии.

Для обеспечения хорошей визуализации внутренней поверхности ЛА используется глубокая гипотермия с временной остановкой кровообращения. Это необходимо для прекращения кровообращения не только по системе легочной артерии, но и по бронхиальным артериям. Полная остановка кровообращения обеспечивает «сухое» операционное поле внутри легочной артерии для прецизионного выделения фиброзного слоя, интимы ЛА и аккуратного его удаления от уровня долевых ветвей до сегментарного и субсегментарного уровней под визуальным контролем. Слой фиброзных напластований должен быть удален без грубого обрыва тканей, которые могут стать причиной ретрогрозозов с обструкцией дистального русла ветвей легочной артерии. Если не остановить бронхиальный кровоток с помощью циркуляторного ареста, при дистальном выделении фиброзных тканей трудно осуществлять визуальный контроль, так как при ХТЭЛГ в результате выраженного коллатерального бронхиального кровотока невозможно добиться хорошего обзора операционного поля из-за обильного ретроградного поступления крови.

Доступ к сердцу типичный, как и при других кардиохирургических операциях. Перикард разрезается Т-образно. При ревизии сердца, как правило, можно увидеть увеличенные правые отделы сердца; обращает на себя внимание, что диаметр легочной артерии превышает диаметр аорты. До подключения аппарата ИК от грубой пальцевой ревизии полостей сердца необходимо воздержаться: после стернотомии и перикардотомии изменяются параметры внутрисердечной гемодинамики, особенно у больных с

высокой легочной гипертензией, и миокард становится чувствительным к механическому раздражению.

После введения гепарина в дозе 3 мг/кг проводят высокую канюляцию аорты и бикавальную венозную канюляцию. Венозные канюли должны быть установлены в верхнюю полую вену (ВПВ) и нижнюю полую вену (НПВ) таким образом, чтобы хватило места для вскрытия правого предсердия. После начала ИК сразу приступают к охлаждению больного, которое обычно занимает от 45 до 60 мин (в зависимости от массы тела). До начала фибрилляции желудочков через правую верхнюю легочную вену устанавливают дренаж левого желудочка, а через выходной отдел ПЖ проводят дренаж в ЛА. Дренаж легочной артерии и правого желудочка – необходимая профилактическая мера, предотвращающая перерастяжение правого желудочка и легочной артерии при развивающейся фибрилляции желудочков в результате гипотермии. Такая ситуация может возникать вследствие усиленного бронхиального артериального кровотока, встречающегося у данных больных.

Как правило, первым этапом ЛЭЭ выполняют из правой легочной артерии, поэтому оперирующий хирург встает с левой стороны операционного стола. Во время охлаждения хирургическая бригада имеет достаточно времени для подготовки операционного поля для основного этапа операции: проводится выделение правой легочной артерии, задней стенки восходящей аорты и циркулярно выделяется ВПВ. При выделении этих магистральных сосудов необходимо сохранить как можно больше тканей вокруг стенки ЛА, так как избыточная скелетизация легочной артерии может ослабить ее стенку и стать причиной кровотечения в результате прорезывания швов при ушивании артериотомии. Правая легочная артерия достаточно хорошо визуализируется в аорто-кавальном промежутке при ретракции ВПВ и аорты. Хорошая мобилизация ВПВ и аорты позволяет увидеть всю правую легочную артерию без пересечения ВПВ и аорты.

Мобилизация ЛА проводится интраперикардиально, без вскрытия плевральных полостей. Специальный ретрактор с глубокими и узкими зеркалами размещается между аортой и ВПВ, чем достигается хорошая экспозиция правой ЛА (рис. 8).

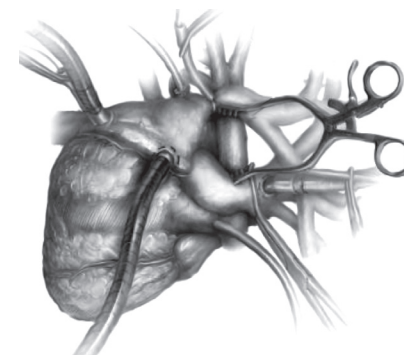


Рис. 8. Подключение аппарата искусственного кровообращения, дренирование левых и правых отделов сердца, экспозиция аорто-кавального промежутка для легочной эндартерэктомии из правой легочной артерии

Перед разрезом правой легочной артерии останавливается дренаж правых отделов сердца для того, чтобы просвет легочной артерии заполнился кровью. Разрез легочной артерии проходит продольно артерии, начинается от аорты и заходит на устье правой нижнедолевой артерии (рис. 9).

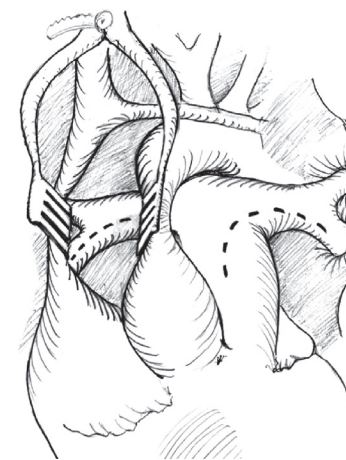


Рис. 9. Экспозиция ветвей легочной артерии. Доступ к обеим ветвям легочной артерии осуществляется из полости перикарда. Разрез на правой легочной артерии продолжается от аорты и переходит на нижнедолевую артерию.

Разрез на левой легочной артерии также идет от легочного клапана и заходит на устье нижнедолевой ветви левой легочной артерии

Иногда в просвете легочной артерии визуализируются свежие тромбы, которые при выполнении разреза удаляются для визуального контроля выполняемой артериотомии. Свободно лежащие тромбы, которые удаляются в первую очередь, не являются конечной целью хирургического вмешательства, потому что во время операции необходимо выполнить эндартерэктомию: удалить фиброзные ткани вместе с интимой сосуда, которые закрывают просвет долевых и сегментарных артерий. У целого ряда больных при визуальном осмотре внутренней поверхности легочной артерии можно не увидеть свежих тромбов. А иногда неопытный хирург может не заметить тонкие фиброзные пленки, которые по своему цвету могут мало отличаться от интимы легочной артерии. При достижении температуры 22–23 °С проводится кардиоплегия раствором кустодиола из расчета 20 мл/кг массы тела больного или холодовая кровяная кардиоплегия. Если бронхиальный кровоток не интенсивный, то слой для эндартерэктомии может быть найден в начале разреза в проксимальном отделе ЛА. Как уже неоднократно говорилось, прецизионная эндартерэктомию до сегментарных, а иногда и субсегментарных отделов легочной артерии должна выполняться в условиях гипотермической остановки кровообращения при визуальном контроле. Выявление необходимого для эндартерэктомии слоя является ключевым в операции и зачастую определяет ее успех.

При достижении температуры 18–20 °С возможно провести гипотермическую остановку кровообращения или, как ее еще называют, циркуляторный арест. Обычно время ареста для каждой стороны не превышает 20 мин (среднее время циркуляторного ареста на обе стороны по нашему опыту составляет в среднем 46 ± 6 мин). Не рекомендуется превышать 20-минутный период непрерывной остановки кровообращения. В случае если времени недостаточно для завершения эндартерэктомии, делают перерыв, выполняют 10-минутную реперфузию и продолжают эндартерэктомию до завершения. Ретроградную перфузию головного мозга в этот период не используют, считая, что глубокая гипотермия и фармакохолодовая защита головного мозга достаточны для предупреждения ишемии головного мозга и организма в целом. При соблюдении описанной технологии ишемических повреждений головного мозга практически не встречается, в 0,5% случаев по-

сле операции есть риск развития геморрагического инсульта у пожилых пациентов, что, возможно, связано с длительным ИК и циркуляторным арестом.

Технология, которую широко использует А. D'Armini в клинике лечения ХТЭЛГ в Италии (Pavia), заключается в более поверхностной гипотермии (23–25 °С) и менее продолжительных гипотермических остановках кровообращения (6–8 мин) [9]. Обоснованием такого подхода итальянские специалисты считают снижение мозговых осложнений у пациентов, особенно пожилого возраста. Для выполнения ЛЭЭ используют специальный диссектор-отсос, предложенный в 1980-х гг. Р. Daily и модифицированный S. Jamieson. Этот инструмент обеспечивает «сухое» поле за счет постоянного вакуума, который подается на конечную часть инструмента, и малотравматичное выделение нужного слоя за счет деликатного шарообразного наконечника, что снижает вероятность повреждения истонченной стенки ЛА во время эндартерэктомии (рис. 10).

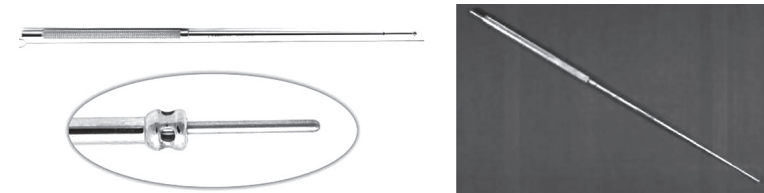


Рис. 10. Диссектор-отсос Дэйли для легочной эндартерэктомии

Также легочную эндартерэктомию выполняют с использованием эверсионной техники (рис. 11). Важно, чтобы каждая сегментарная и субсегментарная ветвь была прослежена и освобождена полностью под визуальным контролем. Поэтому необходимо полное обескровливание операционного поля, достигаемое при циркуляторном аресте. После того как справа ЛЭЭ выполнена, циркуляторный арест заканчивается, возобновляется ИК, разрез ушивают непрерывным швом полипропиленовой нитью диаметром 5/0 или 6/0. Гемостатические свойства шва зависят от толщины стенки участка ЛА, который входит в шов, поэтому излишняя скелетизация ЛА при выделении в начале операции может ослабить стенку и вызвать прорезывание швов.

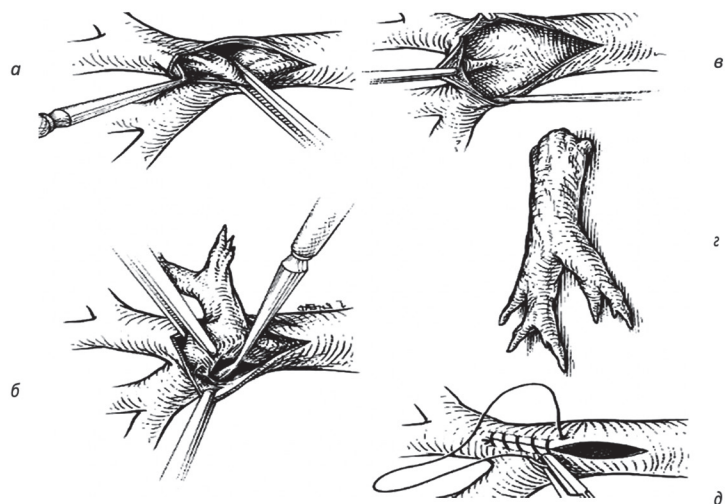


Рис. 11. Схематичное изображение этапов легочной эндартерэктомии: а и б – легочная эндартерэктомия; в – удаление остатков фиброзного материала под визуальным контролем; г – удаленный фиброзный слепок из ЛА; д – ушивание артериотомии

В последнее время для укрепления линии шва используют биологический клей. Далее хирург переходит на противоположную (правую) сторону операционного стола.

Разрез левой легочной артерии проводят на 1–1,5 см дистальнее клапана ЛА. Разрез выполняется по переднебоковой поверхности левой ЛА с переходом на устье левой нижнедолевой артерии, без вскрытия левой плевральной полости. Техника эндартерэктомии на левой ЛА аналогична процедуре с правой стороны, с соблюдением тех же принципов выделения фиброзно измененного слоя, визуальным контролем дистальной части выделяемого фрагмента, такими же периодами гипотермической остановки кровообращения и реперфузии (см. рис. 9).

После завершения ЛЭЭ из левой ЛА прекращается циркуляторный арест, возобновляется ИК и начинается согревание пациента. Период согревания в общем занимает около 90 мин и варьирует в зависимости от массы тела от 60 до 120 мин. Во время согревания есть возможность выполнить хирургическую коррекцию сопутствующих заболеваний сердца (коронарное шунтиро-

вание или коррекцию порока сердца). Через вскрытое во время кардиopleгии правое предсердие осуществляют ревизию межпредсердной перегородки и трикуспидального клапана. Если у больного имеется открытое овальное окно, то его ушивают для профилактики случайной миграции остатков тромбов из правых отделов сердца в большой круг кровообращения с возможными серьезными последствиями. При недостаточности трикуспидального клапана I–III степени вмешательство на клапане не проводится, так как ремоделирование ПЖ наступает в течение нескольких дней, а иногда спустя несколько часов с возвратом замыкательной функции трехстворчатого клапана. При исходной трикуспидальной недостаточности IV степени, как правило, имеются морфологические изменения створок клапана, необходимо провести ревизию клапана и выбрать метод реконструкции трикуспидального клапана, поскольку оставление морфологической недостаточности трикуспидального клапана может спровоцировать усугубление сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде.

После ушивания артериотомических доступов на легочной артерии, закрытия правого предсердия проводят профилактические мероприятия аэроземболии: заполняют правые и левые отделы сердца, удаляют остатки воздуха из аорты (воздух может попасть в левые отделы сердца через дефект мембранозной части межпредсердной перегородки при открытом овальном окне). Также, для профилактики воздушной эмболии во время операции, в полость перикарда нагнетают углекислый газ (CO₂). Затем снимают зажим с аорты. Восстановление сердечной деятельности и отключение от ИК проводится так же, как и при других кардиохирургических операциях, но с обязательным контролем давления в легочной артерии. Послойное ушивание хирургической раны с установкой дренажей, электродов временной ЭКС и завершение операции стандартное.

3.3. Особенности послеоперационного периода

Ведение больных после ЛЭЭ будет подробно описано в соответствующем разделе. И хотя в общих чертах интенсивная те-

рапия у кардиохирургических больных основывается на одних и тех же принципах, существует ряд отличий. Это касается прежде всего тщательного контроля инфузионной терапии, поскольку одним из серьезных осложнений в раннем послеоперационном периоде является реперфузионный отек легких, который представляет собой локальную форму нарушения капиллярно-альвеолярной проницаемости [10]. Часто этот процесс называют реперфузионным отеком легких, однако нет исследований, результаты которых бы однозначно подтвердили связь этого феномена с процессом ишемии-реперфузии, длительным ИК, непосредственно с хирургической манипуляцией либо комбинацией этих причин. Какой бы ни была причина, подобное острое повреждение легких после ЛЭЭ может возникать в первые трое суток после операции. Тяжесть состояния может широко варьировать: от легкой формы, приводящей к послеоперационной гипоксемии, до острой, геморрагической и фатальных форм. Специфический признак этой формы легочного повреждения – ограничение его зоной, в пределах которой устраняли проксимальную тромбоэмболическую обструкцию (рис. 12).



Рис. 12. Динамика картины реперфузионного повреждения легких после легочной эндартерэктомии по данным рентгенографии грудной клетки: а – до операции; б – на 2-е сутки после операции; в – на 28-е сутки после операции

Реперфузионное повреждение легких может привести к дыхательной недостаточности в послеоперационном периоде. Основное лечение этих легочных осложнений – вентиляционная поддержка с положительным давлением на вдохе до исчезновения признаков повреждения, в том числе масочная вентиляция с положительным давлением на вдохе. Лечение высокими

дозами глюкокортикоидов применяют во всех клиниках, хотя эффективность последних не доказана. В некоторых, особо тяжелых случаях, может быть применена экстракорпоральная поддержка, если общепринятые агрессивные меры не поддерживают адекватный газовый обмен. Так, экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) в послеоперационном периоде у пациентов (начата в первые часы после операции в режиме веноартериальной перфузии через бедренные сосуды) продолжалась от 7 до 19 дней, до нормализации кислородтранспортной функции легких. Большую опасность представляет собой послеоперационное патологическое перераспределение легочного артериального кровотока из ранее перфузируемых во вновь открывшиеся после ЛЭЭ сегменты артериального русла. И хотя природа этого феномена не ясна, результаты клинических исследований показали, что перераспределение легочного артериального кровотока отмечается только после ЛЭЭ и не появляется при восстановлении кровотока после устранения острой ТЭЛА [8].

Наибольшую сложность представляет ведение пациентов с послеоперационными легочными кризами и остаточной ЛГ. Даже при хорошо компенсированной функции ПЖ до операции возможна нестабильная гемодинамика в послеоперационном периоде в результате длительного ИК, глубокой гипотермии, хирургической агрессии. Основные принципы лечения таких пациентов заключаются в сокращении системного потребления кислорода, уменьшении преднагрузки ПЖ, обеспечении многокомпонентной инотропной поддержки. Уменьшение постнагрузки у данных пациентов может сопровождаться неблагоприятным эффектом. Сердечный выброс и ЛСС обычно фиксированы, попытки фармакологического контроля постнагрузки ПЖ (нитропруссид натрия, блокаторы кальциевых каналов) могут просто уменьшить системное сосудистое сопротивление, системное АД, давление перфузии по правой коронарной артерии. В этом отношении ингаляция оксида азота теоретически идеальное решение, так как системный эффект этого метода незначителен. Опыт применения оксида азота у пациентов с легочным кризом показывает, что дозы, которые снижают давление в ЛА, оказывают депрессивное действие на

уровень системного АД. Положительный эффект снижения сопротивления малого круга кровообращения, снижения давления в ЛА в раннем послеоперационном периоде отмечен при ингаляции илопростом (вентавис) с интервалом 3–4 часа. При этом ультразвуковой ингалятор встраивался в дыхательный контур пациента. Легочные кризы в послеоперационном периоде остаются главной причиной смертности, несмотря на проводимые мероприятия.

Среди пациентов, подвергшихся ЛЭЭ в течение последних 20 лет, госпитальная летальность варьировала от 4,4 до 23,5% (табл. 1).

Таблица 1

Результаты исследований легочной эндартерэктомии

Год публикации	Автор	Страна	Количество больных	Легочное сосудистое сопротивление перед операцией, дин × с/см ⁵	Легочное сосудистое сопротивление после операции, дин × с/см ⁵	Летальность %
1999	Darteville Ph.	Франция	68	1174 ± 416	519 ± 250	13,2
1999	Daily P.	США	1049	989 ± 328	302 ± 128	9,2
2000	D'Armini A.	Италия	33	1056 ± 344	196 ± 39	9,1
2000	Jamieson S.	США	457	877 ± 452	267 ± 192	7,0
2000	Mares P.	Австрия	33	1478 ± 107	975 ± 93	9,1
2003	Jamieson S.	США	500	893 ± 444	285 ± 214	4,4
2003	Nagaya N.	Япония	33	1510 ± 53	302 ± 47	8,3
2003	Hagl C.	Германия	30	873 ± 248	290 ± 117	10,0
2006	Mayer E.	Германия	335	923 ± 195	302 ± 145	8,5
2006	Ogino H.	Япония	88	986 ± 206	324 ± 188	8,0
2012	Madani M.	США	2700	861 ± 446	253 ± 148	5,2
2006	Matsuda H.	Япония	102	1072 ± 448	386 ± 145	8,8
2017	Чернявский А.М.	Россия	292	968 ± 423	328 ± 196	5,6

Факторами, неблагоприятно влиявшими на исход хирургического вмешательства, стали IV функциональный класс сердечной недостаточности по классификации ВОЗ, возраст пациента более

70 лет, сопутствующая патология сердца, легочная гипертензия IV степени, исходная правожелудочковая недостаточность, выраженная трикуспидальная недостаточность, а также длительность легочной гипертензии [11]. Из перечисленных факторов наиболее прогностически ценные – пред- и послеоперационное ЛСС. При анализе опыта Медицинского центра Калифорнийского университета очевидно, что исходное ЛСС является основным показателем, на который следует ориентироваться при определении риска хирургического лечения. У пациентов с ЛСС <1 000 дин × с/см⁵ смертность составляет 1,3%; если ЛСС превышало это значение, смертность возрастает до 10,1% [12].

Известные факты о природе заболевания и причинах прогрессирования ЛГ, связанной с патологией, свидетельствуют, о том, что с течением времени даже проксимальное поражение сосудов малого круга кровообращения вызывает дистальную обструкцию. Чем раньше проведена операция при сформировавшейся ХТЭЛГ, тем лучше функциональный результат и ниже летальность. В случае острой ТЭЛА, при которой нехирургические методы (тромболизис, механическая фрагментация тромба) не лизировали тромб, необходимо рекомендовать 3-месячный период общепринятой терапии для возможной резорбции тромба. По истечении этого периода проводят повторное обследование; если оно подтверждает обструкцию ветвей ЛА с развитием ЛГ, необходимо решать вопрос о хирургическом вмешательстве, так как медикаментозное лечение не принесет дальнейшего улучшения [13]. У большинства прооперированных пациентов как в ближайшем, так и отдаленном послеоперационном периоде улучшаются показатели гемодинамики. У многих пациентов даже с исходным III–IV функциональным классом по классификации ВОЗ до операции, после нее отмечались снижение функционального класса и нормализация физической активности.

На рис. 13 представлена отдаленная выживаемость после легочной эндартерэктомии согласно опыту ФГБУ «НМИЦ им. ак. Е.Н. Мешалкина» Минздрава России. Пожизненная терапия непрямыми антикоагулянтами – необходимое условие после легочной эндартерэктомии. Международное нормализованное отношение (МНО) необходимо поддерживать на уровне 2,5–3,0.

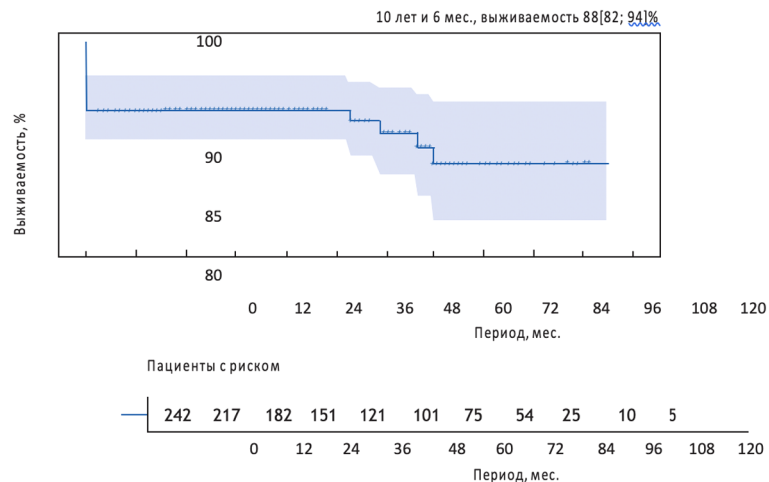


Рис. 13. Отдаленная выживаемость после легочной эндартерэктомии

Таким образом, опыт хирургического лечения ХТЭЛГ показывает, что легочная эндартерэктомия является эффективным способом лечения тяжелой гипоксии организма, которая формируется в результате обструкции проксимальных отделов легочной артерии. Своевременно выполненная операция, с соблюдением основных принципов хирургической техники и анестезиологического обеспечения, позволяет добиться не только хороших непосредственных результатов, но и стойкого гемодинамического и функционального эффекта в отдаленные сроки после операции.

4. БАЛЛОННАЯ АНГИОПЛАСТИКА ЛЕГОЧНОЙ АРТЕРИИ

Госпитальная летальность при тромбэндартерэктомии из легочной артерии находится на уровне 4–8% и продолжает снижаться с накоплением опыта хирургического лечения. У большинства пациентов значительно уменьшается симптоматика и практически нормализуется гемодинамика [14]. Однако большая группа пациентов с ХТЭЛГ является неоперабельной из-за выраженной коморбидности и поражения дистального легочного сосудистого русла. По данным некоторых регистров, около 1/3 пациентов с ХТЭЛГ не могут быть кандидатами для тромбэндартерэктомии, а до 15% прооперированных пациентов имеют клинически значимую резидуальную ЛГ (ЛСС более 500 дин \times с \times см 5), требующую дальнейшей коррекции. Больные с высоким ЛСС после операции имеют значительно худший прогноз, в сравнении с пациентами, имеющими низкое ЛСС [15]. Таким образом, около 40–50% пациентов с ХТЭЛГ требуют альтернативного и/или дополнительного лечения. Медикаментозная терапия легочными вазодилататорами, как и радиочастотная абляция легочной артерии, не направлена на патоморфологический субстрат ЛГ при ХТЭЛГ, которым является организованный тромб, заменяющий нормальную интиму и плотно спаянный с медией сосуд. Патогенез хронической легочной гипертензии понимается как «воспалительный тромбоз», возникающий на фоне иммунологических, воспалительных и реологических механизмов, что запускает процесс патологического ремоделирования крупных и мелких ветвей ЛА. Фиброзная трансформация тромба (тромбоэмбола) постепенно приводит к частичной или полной механической обструкции просвета сосуда (рис. 14).

В 1988 г. J.A. Voorburg и соавт. описали первый случай чрескожной транслюминальной ангиопластики ветвей легочной артерии (ЧТА ЛА) баллонными катетерами у пациента с ХТЭЛГ, не

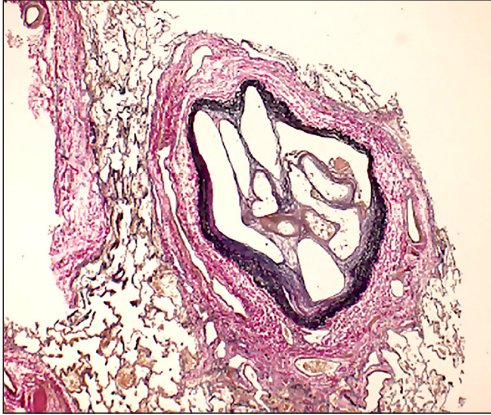


Рис. 14. Частично реканализованный организованный тромб ветви легочной артерии [18]

подлежащей легочной эндартерэктомии [16]. В 2001 г. J.A. Feinstein и соавт. опубликовали результаты ЧТА ЛА у 18 пациентов с ХТЭЛГ [14]. Однако процедура нуждалась в доработке, так как результаты ЧТА были значительно хуже, чем эффект хирургического лечения. ЧТА ЛА часто ассоциировалась с отеком легких, который на фоне ЛГ мог привести к летальному исходу. В 2015 г. несколько центров из семи стран сообщили о результатах баллонной ангиопластики. Было опубликовано три клинических исследования, проведенных в США, Японии и Норвегии, при этом японские специалисты внесли наибольший вклад в продвижение данной методики при лечении ХТЭЛГ. До сих пор баллонная ангиопластика не является общепринятым методом лечения неоперабельных пациентов с ХТЭЛГ, хотя имеются весомые доказательства эффективности и безопасности ЧТА легочной артерии.

Несмотря на то, что ЛЭЭ является «золотым стандартом» лечения ХТЭЛГ, пациенты, которым противопоказано хирургическое лечение, являются кандидатами для ЧТА ЛА. Больные, имеющие высокое ЛСС после ЛЭЭ, а также с остаточной или рецидивирующей ЛГ после операции также являются потенциальными кандидатами для ЧТА ЛА, так как повторное открытое хирургическое вмешательство сопряжено с серьезными техническими

трудностями. Пациент должен быть информирован о рисках и понимать достоинства и недостатки каждого из методов.

Хроническая почечная недостаточность и аллергия на йодсодержащие препараты являются серьезными ограничивающими факторами. Метод предполагает использование значительного объема контрастного вещества, при этом зачастую требуется несколько процедур (сессий) для достижения эффекта. Высокое систолическое давление в ЛА не является противопоказанием к ЧТА. Несмотря на то, что, по некоторым данным, высокая ЛГ ассоциируется с риском геморрагических осложнений, недавние исследования показали, что такие пациенты, в том числе имеющие сниженный сердечный выброс, показывают удовлетворительные результаты ЧТА ЛА [17]. Возраст также не является ограничивающим фактором. Безопасность и эффективность ЧТА ЛА у пожилых больных доказаны в некоторых исследованиях [18], а улучшение гемодинамики сопоставимо с подгруппой более молодых пациентов.

4.1. Показания и противопоказания в зависимости от анатомии поражения

У пациентов с ХТЭЛГ поражение обычно затрагивает несколько сегментов легких, что приводит к различным типам поражений у одного и того же пациента. Выбор в отношении тактики лечения пациента зависит от таких факторов, как количество, локализация, протяженность организованных тромбов, наличие тотальных окклюзий. В случаях с преимущественно проксимальным типом поражения открытое хирургическое вмешательство предпочтительнее ЧТА, так как данный тип поражения наиболее приемлем для выполнения ЛЭЭ. Если имеется полная обструкция устья главной, долевого или крупной сегментарной артерии при отсутствии антеградного контрастирования сосуда дистальнее поражения, то данный тип поражения также больше подходит для ЛЭЭ ввиду сложности и опасности проведения проводника через окклюзию в дистальное русло. При окклюдующем поражении главных и долевого ветвей большой объем организованного тромба может оказаться принципиально неподходящим для

дилатации баллонным катетером. В целом, чем более дистально располагаются тромбы, тем менее подходящим данный случай является для ЛЭЭ и, соответственно, тем больше показаний для ангиопластики ЛА. Однако в случае поражения субсегментарных ветвей ЛА диаметром менее 1,5–2,0 мм проведение баллонного катетера может оказаться невозможным либо дилатация баллона вызовет перфорацию сосуда с развитием кровотечения. Успех процедуры также зависит и от типа поражения. Так, при кольцевидных и сетчатых стенозах процедуральный успех достигается в подавляющем большинстве случаев, в то время как «сложные» субтотальные стенозы с выраженной извитостью артерии и окклюзии ассоциируются с частотой успеха от 30 до 80% [18].

Таким образом, кандидатами для проведения ЧТА являются пациенты:

а) которым при экспертной оценке не рекомендована ЛЭЭ (малый диаметр артерий, тяжелая коморбидность, резидуальная или рецидивирующая ЛГ) после ранее проведенной операции;

б) у которых неэффективна стандартная терапия (функциональный класс по NYHA более III, среднее давление ЛА более 30 мм рт. ст. или ЛСС более 300 дин \times с \times см $^{-5}$).

Подготовка пациента к чрескожной транслюминальной ангиопластике ЛА является общепринятой для эндоваскулярных вмешательств, но имеет ряд особенностей. Пациенты перед вмешательством не нуждаются в антиагрегантной терапии, но при этом необходимо добиться МНО 3,0–3,5 в пред- и постоперационном периоде, что достигается приемом варфарина. Во время процедуры проводятся инфузионная терапия и постоянная масочная ингаляция кислорода, применяется легкая седация, позволяющая хирургу контактировать с больным. Доступ осуществляется через подключичную, яремную или бедренную вену. Каждый из доступов имеет преимущества и недостатки. Анатомически проведение катетера в легочную артерию легче выполняется при наличии интродюсера в верхней полой вене. С другой стороны, доступ через бедренную вену при достижении устойчивого положения трансдюсера в главной или долевого ветви легочной артерии делает более удобным манипулирование проводниковым катетером и проводником. Таким образом, бедренный доступ наиболее приемлем при отсутствии ограни-

чений. Для проведения катетера к месту поражения необходима коаксиальная система интродюсер – трансдюсер – проводниковый катетер (гайд-катетер). При операции на одном легком и использовании бедренного доступа можно применять систему трансдюсер – проводниковый катетер. В этом случае трансдюсер диаметром 6–8 Fr и длиной 65–90 см проводится непосредственно из бедренной вены в главную и далее в долевого ветви ЛА на стороне поражения. При использовании яремного или подключичного доступа, манипуляциях на обеих легочных артериях и сложностях катетеризации ЛА первым этапом в вену доступа устанавливается короткий интродюсер 9–10 Fr, дающий возможность менять трансдюсеры и гайд-катетеры диаметром 6–7 Fr на проводнике 0,032–0,038”. Гайд-катетеры, применяемые для катетеризации целевого сосуда, могут иметь разную конфигурацию. Чаще используются катетеры типа Multipurpose и JR, реже Amplatz, JL, XB и другие. Важным моментом катетеризации является коаксиальное (соустное) положение проводникового катетера в ветви ЛА, что облегчает использование проводника и баллонного катетера и снижает риск перфорации стенки сосуда проводником. Сразу после установки интродюсера однократно промывается физиологическим раствором, содержащим 2500 ед. гепарина, – этого достаточно для предотвращения образования мелких тромбов между стенками интродюсера, трансдюсера и катетера.

После удовлетворительной катетеризации целевого сосуда выполняется селективная ангиография при задержке дыхания на высоте вдоха. После селективной ангиографии через пораженный участок проводится проводник 0,014” либо 0,035”. Для субсегментарных и сегментарных ветвей диаметром 2–5 мм используются коронарные проводники различной жесткости в зависимости от типа поражения. Так, для наиболее простых кольцевидных стенозов применяют мягкие проводники, для сетчатых стенозов иногда используют проводники с гидрофильным полимерным покрытием, что требует максимальной осторожности во избежание паравазального проведения и перфорации концевой сегмента сосуда. Для реканализации окклюзий выбирают более жесткий проводник с различной конфигурацией кончика и степенью жесткости.

Прохождение проводника дистальнее места поражения также осуществляется на глубоком вдохе, при наличии окклюзий, сложных, субтотальных и сетчатых стенозах применяется дополнительная поддержка баллонным катетером или реже микрокатетером. Когда проводник успешно проведен в дистальные отделы, баллонный катетер подходящего диаметра (1,5–5,0 мм) проводится к пораженному участку и выполняется дилатация номинальным давлением. Длина баллона подбирается в зависимости от длины поражения, обычно 15–30 мм. В случае выраженных стенозов и тотальных окклюзий, на первом этапе, используется баллонный катетер малого диаметра, а завершается дилатация баллоном, соответствующим или немного меньшим диаметром сосуда. Раздувание баллона производится на высоте глубокого вдоха, время дилатации ограничено возможностью пациента задержать дыхание. При стенотических (неокклюзирующих) поражениях долевых артерий и проксимальных стенозах крупных сегментарных ветвей применяются проводники диаметром 0,035” и баллоны большого диаметра 6–10 мм – эти инструменты используются без гайд-катетера непосредственно через трансдюсер.

При чрескожной транслюминальной ангиопластике ветвей ЛА, в отличие от ЛЭЭ, тромбы не удаляются из просвета сосуда. Исследование аутопсийных материалов показало, что механизм баллонной ангиопластики при ХТЭЛГ основан на надрыве среднего слоя пораженной артерии, из-за чего организованный тромб вместе с интимой отслаивается от медиальной стенки [19]. Влияние повышенного давления на сосуд с надорванной медией приводит к позитивному ремоделированию, что является основной причиной того, что после ЧТА ветвей ЛА не развивается рестеноз, а уменьшение просвета дилатированной артерии в отдаленном периоде связано с повторным тромбообразованием. Таким образом, хотя тромб и не удаляется из сосуда, истинный диаметр просвета артерии увеличивается, что подтверждается данными интраоперационного внутрисосудистого ультразвукового исследования.

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование до недавнего времени довольно широко применяли японские хирурги для подбора оптимального диаметра баллонного катетера и оценки непо-

средственного результата дилатации легочной артерии, что в некоторых случаях также позволяло снизить объем контрастного вещества. Однако данная методика имеет ряд ограничений в сосудах очень малого и очень большого диаметра (может потребоваться замена датчика), значительно увеличивает время и стоимость операции и не рекомендована для рутинного использования.

Для уменьшения риска реперфузионного повреждения легких ряд авторов предлагает ограничивать количество сегментов, подвергающихся ангиопластике до двух на одной стороне за одну процедуру. Тем не менее нет данных о том, что именно этот постулат определит снижение риска реперфузионного синдрома. При внутрисосудистом ультразвуковом исследовании ограничение диаметра баллонного катетера, использовавшегося для первой дилатации окклюзионного поражения, способствовало ограничению отрицательного эффекта реперфузии. Нормализация диаметра максимального количества пораженных ветвей ЛА способствует значительному уменьшению легочной гипертензии непосредственно после процедуры, что также снижает степень периоперационного повреждения легких. Таким образом, длительность операции и количество дилатированных ветвей ЛА ограничено только рентгеновским временем и объемом контрастного вещества. Добавление в йодсодержащий препарат физиологического раствора (разбавление на 30–50%) оптимизирует вязкость раствора и позволяет снизить контрастную нагрузку.

4.2. Осложнения чрескожной транслюминальной ангиопластики ветвей легочной артерии при ХТЛГ

В первых докладах о результатах применения ЧТА внутригоспитальная летальность достигала 5,6% [17], в настоящее время данный показатель снизился до 0,0–3,4% [20]. В одном исследовании, проведенном в Японии, сравнили результаты ЧТА и ЛЭЭ: в подгруппе из 29 пациентов после ЧТА был только 1 внутрибольничный летальный случай в результате инфекции, ассоциированной с центральным венозным катетером у

пациента, получавшего инфузию эпопростенола. Наиболее частым осложнением, в некоторых случаях требующим искусственной вентиляции легких и/или механической поддержки кровообращения, является реперфузионное повреждение, приводящее к отеку легких. Несмотря на миниинвазивность операции, частота развития данного осложнения высока и в ряде случаев может достигать 60%. Эффективность метилпреднизолона в профилактике реперфузионного повреждения легких в одном из исследований позволяет рассматривать цитокин-опосредованный механизм данного осложнения. Интраоперационные осложнения чаще всего связаны с перфорацией мелких ветвей ЛА проводником, а также изредка суперселективное введение контрастного вещества с высокой вязкостью под большим давлением в мелкую ветвь ЛА. Значительно реже перфорация стенки сосуда вызвана баллонным или проводниковым катетером. Частота такого рода осложнений, по аналогии с чрескожными коронарными вмешательствами, зависит от опыта врача, выполняющего процедуру, и характера поражения.

В случае кольцевидных стенозов частота таких осложнений не превышает 0,5–2,0%, а при субтотальных сложных стенозах и окклюзиях может достигать 16% [19]. Клинически перфорация проводником мелкой конечной ветви проявляется кашлем с кровохарканьем, что иногда сопровождается тахикардией и гипотонией, ангиографически отмечается имbibция ткани легкого контрастным веществом. При данной клинико-ангиографической картине вмешательство необходимо закончить, а пациента перевести в палату интенсивной терапии для динамического наблюдения. Положительным эффектом обладает масочная искусственная вентиляция легких с повышенным давлением в дыхательном контуре. При продолжающемся кровохарканье необходимо выполнить эмболизацию поврежденной артерии микроэмболами. В случае перфорации стенки артерии баллоном или катетером в месте разрыва применяют повторное длительное раздувание баллона низким давлением на время, необходимое для полного гемостаза (5–20 мин). Если остановить кровотечение из перфорированной стенки крупного сосуда таким образом не удастся, применяют стент-графт. В тяжелых

случаях может потребоваться «открытая» операция с сегментарной резекцией легкого.

Необходимо учитывать, что клинико-ангиографических признаков разрыва сразу после ЧТА может не наблюдаться, однако в случае высокого давления в ЛА разрыв артерии с характерной клинической картиной может произойти позже, что приведет к отсроченному легочному кровотечению. Частота перфоративных осложнений значительно уменьшилась в результате накопления опыта эндоваскулярных вмешательств при ХТЭЛГ [19]. Значительно реже возникают осложнения, связанные с окклюзией стенозированной ветви ЛА. В основном это происходит в результате развития окклюзирующей диссекции после дилатации сосуда высоким давлением и может сопровождаться повышением давления в ЛА, усилением одышки и снижением оксигенации. В таких случаях также применяют повторную реканализацию пораженной ветви и длительное раздувание баллона низким давлением [20].

4.3. Результаты чрескожной транслюминальной ангиопластики при ХТЛГ

В 2001 г. J.A. Feinstein с соавт. сообщили, что в среднем за 2,7 процедуры ЧТА ветвей ЛА среднее давление в ЛА снизилось на 9 мм рт. ст. [14]. Позднее исследования, проведенные японскими специалистами и опубликованные в 2012 г., продемонстрировали более высокую эффективность ЧТА ветвей ЛА с уменьшением среднего давления в ЛА на 14–21 мм рт. ст. после первой процедуры. После нескольких процедур (сессий) удалось снизить систолическое давление в ЛА в среднем на 45 мм рт. ст. по сравнению с исходным [20]. В недавнем исследовании баллонная ангиопластика при ХТЭЛГ показала эффективность, сравнимую с ЛЭЭ, в улучшении функционального класса, сердечного индекса, давления в ЛА и сосудистого сопротивления малого круга кровообращения. Два исследования с небольшой выборкой показали улучшение функции правого желудочка, по данным УЗИ и МРТ [21]. Эффективность ЧТА ветвей ЛА сохраняется длительное время, за счет отсутствия развития истинных

рестенозов, при адекватной поддерживающей антикоагулянтной терапии. Однако нет исследований, нацеленных на изучение прогноза у пациентов, прошедших процедуру ЧТА. В одном из докладов двухлетняя выживаемость после ЧТА была 100% [22], в другом докладе выживаемость 85% сохранялась через 51±30 мес. наблюдения [23]. Вышеприведенные данные демонстрируют возможность развития метода баллонной ангиопластики при хронической тромбоэмболической легочной гипертензии.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

1. Первое упоминание о методе легочной эндартерэктомии:
 - а) **1957**
 - б) 2012
 - в) 1994
 - г) 2001
 - д) 2009

2. Лидером по количеству процедур легочной эндартерэктомии в настоящее время является:
 - а) Россия
 - б) Франция
 - в) Япония
 - г) Китай
 - д) **США**

3. Основная задача легочной эндартерэктомии:
 - а) уменьшение степени легочной гипертензии во избежание развития у пациента тяжелой правожелудочковой сердечной недостаточности
 - б) **восстановление проходимости ветвей легочной артерии**
 - в) повышение качества жизни пациентов по данным опросника SF 36
 - г) повышение сердечного выброса

4. Средний возраст пациентов на момент установления диагноза ХТЭЛГ:
 - а) 35,9±3,7 лет
 - б) 60,4±7,9 лет
 - в) **45,8±13,7 лет**
 - г) 67,2±5,7 лет

5. Укажите десятилетнюю выживаемость больных с неоперабельной ХТЭЛГ при среднем давлении в легочной артерии от 41 до 50 мм рт. ст.:

- а) 10%
- б) **20%**
- в) 15%
- г) 5%
- д) 30%

6. Как называется этап проведения баллонной ангиопластики легочной артерии, из которого складывается полный курс лечения?

- а) процедура
- б) **сессия**
- в) этап
- г) кейс
- д) операция

7. Оптимальный срок оценки результатов легочной эндартерэктомии в отдаленном послеоперационном периоде:

- а) 1 месяц
- б) 12-18 месяцев
- в) **6-12 месяцев**
- г) 3 месяца

8. Основное осложнение легочной эндартерэктомии:

- а) кашель
- б) боль в грудной клетке
- в) **реперфузионный отек легких**
- г) коллапс, обморок
- д) резидуальная легочная гипертензия

9. Фактор риска реперфузионного повреждения легких при легочной эндартерэктомии:

- а) малое количество открытых в результате процедуры сосудов
- б) **большое количество открытых в результате процедуры сосудов**

- в) высокий показатель МНО до операции
- г) высокий показатель АЧТВ до операции
- д) уровень среднего давления в легочной артерии > 50 мм рт. ст.

10. Частота тяжелого реперфузионного отека легких, требующего применения методов экстракорпоральной мембранной оксигенации после легочной эндартерэктомии:

- а) **0,5%**
- б) 1-2%
- в) 6%
- г) 7-8%
- д) 3%

11. Методы профилактики реперфузионного повреждения легких при легочной эндартерэктомии:

- а) использование терапии положительным давлением в течение 12-и часов после операции
- б) использование терапии положительным давлением воздуха до операции
- в) **форсированный диурез после вмешательства**
- г) форсированный диурез до вмешательства

12. Клинический симптом, после появления которого следует незамедлительно решить вопрос о возможности подключения аппарата ЭКМО во время легочной эндартерэктомии:

- а) низкий показатель церебральной оксиметрии < 40
- б) **кровь в интубационной трубке**
- в) цианоз верхней половины тела пациента
- г) рвота
- д) артериальная гипотония

13. Наиболее часто используемый и рекомендуемый препарат для снижения степени резидуальной ХТЭЛГ в периоперационном периоде:

- а) фенилин
- б) апиксабан
- в) ривароксабан

- г) **илопрост**
- д) дабигатран
- е) эноксапарин

14. Наиболее удобный и легкий уровень поражения легочной артерии для хирурга при выполнении легочной эндартерэктомии:

- а) IC
- б) **I**
- в) II
- г) III

15. Наиболее часто используемые проекции для ангиопульмонографии:

- а) 45°
- б) 30°
- в) **прямая 0°**
- г) 60°

16. Наиболее часто применяемый доступ для выполнения легочной эндартерэктомии:

- а) чрездвуплевральный доступ
- б) мини-Т стернотомия
- в) **стернотомия**
- г) торакотомия боковая

17. На какой целевой показатель следует ориентироваться при выполнении легочной эндартерэктомии для контроля эффективности?

- а) сердечный выброс
- б) **сопротивление сосудов малого круга кровообращения**
- в) среднее давление в легочной артерии
- г) насыщение кислородом венозной крови

18. Частота применения экстракорпоральной мембранной оксигенации при реперфузионном отеке легких при выполнении легочной эндартерэктомии:

- а) 0,3%
- б) 1,2%

- в) **0,7%**
- г) 1%
- д) 0,1%

19. Частота применения искусственной вентиляции легких при реперфузионном отеке легких при выполнении баллонной ангиопластики легочной артерии:

- а) 3,8-4,5%
- б) 10%
- в) **2,1-6,4%**
- г) 0,5%
- д) 3-4%

20. Укажите, чему соответствует III уровень поражения легочной артерии по классификации поражений легочной артерии при ХТЭЛГ по UCSD:

- а) поражение главной ветви ЛА
- б) поражение долевых ветвей ЛА
- в) **поражение сегментарных ветвей ЛА**
- г) поражение субсегментарных ветвей ЛА

21. Выбор лечебной тактики при ХТЭЛГ в отношении легочной эндартерэктомии:

- а) эндоваскулярным хирургом
- б) **экспертным центром по проблемам ХТЭЛГ на основании междисциплинарного консилиума**
- в) комиссией на уровне поликлиники
- г) кардиологом стационара

22. Наиболее эффективным методом лечения ХТЭЛГ в настоящее время считается:

- а) антикоагулянтная терапия
- б) **легочная эндартерэктомия**
- в) ЛАГ-специфическая терапия
- г) баллонная ангиопластика легочной артерии

23. Противопоказание к легочной эндартерэктомии:

- а) **тяжелая почечная недостаточность**

- б) тяжелая печеночная недостаточность
- в) аллергия на контрастный препарат
- г) ожирение
- д) **неблагоприятное соотношение риск/польза от хирургического лечения**

24. При выполнении легочной эндартерэктомии ключевым моментом является:

- а) профилактика реперфузионного отека легких
- б) гемостаз
- в) **поиск слоя для эндартерэктомии**

25. Важнейший фактор, определяющий возможность реканализации окклюзированных ветвей легочной артерии:

- а) уровень окклюзии ветвей легочной артерии
- б) наличие направляющей культы ветви легочной артерии
- в) **наличие признаков сохранного антеградного кровотока дистальнее зоны поражения**
- г) опыт эндоваскулярного хирурга

26. Укажите рандомизированное клиническое исследование баллонной ангиопластики легочной артерии и риоцигуата при ХТЭЛГ:

- а) SELECT
- б) CHEST
- в) **RACE**
- г) MERIT

27. Метод выбора оценки ремоделирования правых отделов сердца после легочной эндартерэктомии:

- а) эхокардиография
- б) КТ-ангиография
- в) **MPT**
- г) нагрузочное тестирование

28. Какую группу препаратов необходимо принимать пожизненно при ХТЭЛГ, в том числе после проведения легочной эндартерэктомии?

- а) дезагреганты
- б) **антикоагулянты**
- в) блокаторы кальциевых каналов
- г) простаноиды

29. Основная причина неоперабельности пациентов в отношении легочной эндартерэктомии при ХТЭЛГ:

- а) IV функциональный класс легочной гипертензии
- б) **дистальные типы поражения легочной артерии**
- в) тяжелая правожелудочковая недостаточность
- г) высокие цифры сопротивления сосудов малого круга кровообращения

30. Основной фактор предоперационной подготовки при легочной эндартерэктомии:

- а) МНО 2 – 3
- б) **компенсация проявления явления хронической сердечной недостаточности**
- в) АЧТВ менее 60 секунд

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хирургическое лечение хронической тромбоэмболической легочной гипертензии / под ред. А.М. Чернявского. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2019. 318 с
2. Konstantinides C.V., Torbick A., Giancarlo Agnelli G, et al. 2014 ESC Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism. *Eur Heart J* 2019; 35: 3033–3080.
3. Wilkens H. et al. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): updated recommendations from the Cologne Consensus Conference 2018 // *International journal of cardiology*. – 2018. – Т. 272. – С. 69-78.
4. Delcroix M. et al. ERS statement on chronic thromboembolic pulmonary hypertension // *European Respiratory Journal*. – 2021. – Т. 57. – №. 6.
5. Jamieson S. W. et al. Pulmonary endarterectomy: experience and lessons learned in 1,500 cases // *The Annals of thoracic surgery*. – 2003. – Т. 76. – №. 5. – С. 1457-1464.
6. Galiè, N., Humbert, M., Vachiery, J. L., Gibbs, S., Lang, I., Torbicki, A., Hoeper, M. (2016). 2015 ESC/ERS guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: the joint task force for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS): endorsed by: Association for European Paediatric and Congenital Cardiology (AEPC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *European heart journal*. 2015; 37(1): 67-119. doi: 10.1093/eurheartj/ehv317.
7. Чернявский А.М., Едемский А.Г., Чернявский М.А., Кливер Е.Н., Таркова А.Р., Иванов С.Н. Пятилетние результаты хирургического лечения пациентов с хронической постэмболической легочной гипертензией // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2017. № 2. С. 21–24. DOI: 10.17116/hirurgia2017221-24
8. Madani M.M., Auger W.R., Pretorius V., Sakakibara N., Kerr K.M., Kim N.H., Fedullo P.F., Jamieson S.W. Pulmonary endarterectomy: recent changes in a single institution’s experience of more than 2,700 patients // *The Annals of Thoracic Surgery*. 2012. Vol. 94, no. 1. P. 97–103. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2012.04.004.
9. D’Armini AM, Pin M, Celentano A, Te Masiglat LJ, Borrelli E, Vanini B, Klersy C, Silvaggio G, Monterosso C, Alloni A, Pellegrini C, Ghio S. Pulmonary endarterectomy in chronic thromboembolic pulmonary hypertension: Relationship between treated branches and outcome. *Int J Cardiol*. 2023 Apr 15;377:124-130. doi: 10.1016/j.ijcard.2023.01.014. Epub 2023 Jan 13. PMID: 36642333.
10. Zhang, M., Wang, N., Zhai, Z., Zhang, M., Zhou, R., Liu, Y., Yang, Y. Incidence and risk factors of chronic thromboembolic pulmonary hypertension after acute pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Journal of thoracic disease*, 2018; 10(8), ;10(8):4751-4763. doi: 10.21037/jtd.2018.07.106.
11. Kim N.H., Delcroix M., Jenkins D.P., Channick R., Dartevelle P., Jansa P., Lang I., Madani M.M., Ogino H., Pengo V., Mayer E. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension // *J. Am. Coll. Cardiol*. 2013. Vol. 62. No. 25 Suppl. P. D92–99. DOI: 10.1016/j.jacc.2013.10.024.
12. Pepke-Zaba J, Delcroix M, Lang I, Mayer E, Jansa P, Ambroz D, Treacy C, D’Armini AM, Morsolini M, Snijder R, Bresser P, Torbicki A, Kristensen B, Lewczuk J, Simkova I, Barbera JA, de Perrot M, Hoeper MM, Gaine S, Speich R, Gomez-Sanchez MA, Kovacs G, Hamid AM, Jais X, Simonneau G. Chronic thromboembolic pulmonary hypertension (CTEPH): results from an international prospective registry. *Circulation* 2011;124: 1973-1981. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.110.015008
13. Cannon J. E. et al. Dynamic risk stratification of patient long-term outcome after pulmonary endarterectomy: results from the United Kingdom National Cohort // *Circulation*. – 2016. – Т. 133. – № 18. – С. 1761-1771.
14. Feinstein J. A. et al. Balloon pulmonary angioplasty for treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension // *Circulation*. – 2001. – Т. 103. – № 1. – С. 10-13.

15. Kataoka M, Inami T, Hayashida K, Shimura N, Ishiguro H, Abe T, et al. Percutaneous transluminal pulmonary angioplasty for the treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Circ Cardiovasc Interv* 2012; 5: 756 – 762.
16. Tanabe N, Kawakami T, Satoh T, Matsubara H, Nakanishi N et al. Balloon pulmonary angioplasty for chronic thromboembolic pulmonary hypertension: A systematic review. *Respiratory Investigation* 2018;56; 332-341.
17. Lang IM, Andreassen AK, Andersen A, Bouvaist H, Coghlan G, Escribano-Subias P, Jansa P, Kopec G, Kurzyna M, Matsubara H, Meyer BC, Palazzini M, Post MC, Pruszczyk P, Räber L, Roik M, Rosenkranz S, Wiedenroth CB, Redlin-Werle C, Brenot P. Balloon pulmonary angioplasty for chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a clinical consensus statement of the ESC working group on pulmonary circulation and right ventricular function. *Eur Heart J*. 2023 Aug 1;44(29):2659-2671. doi: 10.1093/eurheartj/ehad413. PMID: 37470202; PMCID: PMC10393078.
18. Kabadi A, Kerr K, Fernandes TM. Updates in the diagnosis and management of chronic thromboembolic disease. *Curr Opin Pulm Med*. 2023 Sep 1;29(5):340-347. doi: 10.1097/MCP.0000000000000987. Epub 2023 Jul 17. PMID: 37461845.
19. Kirkby LC, Rodgers MS, Amaral-Almeida L, Sheares K, Toshner M, Bunclark K, Bartnik A, Taboada D, Ng C, Taghavi FJ, Tsui S, Cannon JE, Weir-McCall JR, Coghlan JG, Jenkins DP, Pepke-Zaba J, Hoole SP. Balloon pulmonary angioplasty outcomes in patients previously treated by pulmonary endarterectomy surgery are inferior to those of inoperable patients. *Pulm Circ*. 2023 Jul 4;13(3):e12265. doi: 10.1002/pul2.12265. PMID: 37415805; PMCID: PMC10320194.
20. Bair ND, Heresi GA. Lessons learned in developing a chronic thromboembolic pulmonary hypertension program. *Curr Opin Pulm Med*. 2023 Sep 1;29(5):355-362. doi: 10.1097/MCP.0000000000000983. Epub 2023 Jun 28. PMID: 37395507.
21. Tokuda M, Yamashita S, Shiomi S, Sakurai R, Sato H, Oseto H, Yokoyama M, Tokutake K, Kato M, Narui R, Tanigawa SI, Yoshimura M, Yamane T. Pulmonary Vein Stenosis After Catheter Ablation of Atrial Fibrillation Using a Cryoballoon, Hot Balloon, or Laser Balloon. *Circ J*. 2023 May 30. doi: 10.1253/circj.CJ-23-0048. Epub ahead of print. PMID: 37258224.
22. Alghamdi FA, Shah MA, Alshalash S, Alkhodair AM. Ostial stenosis of reimplanted left main coronary artery and supraaortic pulmonary stenosis: a case report of two complications of surgery for anomalous left coronary artery from the pulmonary artery. *Eur Heart J Case Rep*. 2023 May 2;7(5):ytad230. doi: 10.1093/ehjcr/ytad230. PMID: 37187973; PMCID: PMC10180372.
23. Hinojosa W, Cruz-Utrilla A, Jiménez López-Guarch C, Velázquez-Martín M, Segura de la Cal T, Gómez-Burgueño L, Otero M, López-Gude MJ, Morales R, Cortina-Romero JM, Solís J, Arribas Ynsurriaga F, Escribano-Subías P. Outcome of moderate-severe tricuspid regurgitation after pulmonary endarterectomy or balloon pulmonary angioplasty. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2023 May 1:S1885-5857(23)00110-X. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rec.2023.02.016. Epub ahead of print. PMID: 37137424.

Учебное издание

Альсов Сергей Анатольевич
Чикинѐв Юрий Владимирович
Едемский Александр Геннадьевич
Полякевич Алексей Станиславович
Чернявский Александр Михайлович

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ
ХРОНИЧЕСКОЙ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКОЙ
ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ**

Учебно-методическое пособие

Компьютерная верстка *Т.В. Соболева*

Подписано в печать ??.04.2025. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 3,12. Тираж 50 экз. Изд. № ??к.

Оригинал-макет изготовлен Издательско-полиграфическим центром НГМУ:

г. Новосибирск, ул. Залесского, 4

E-mail: sibmedizdat@mail.ru

Тел.: (383) 225-24-29