ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЕГОЧНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ И ГАЗООБМЕНА В ОЦЕНКЕ РИСКА ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ ТРОМБОЭМБОЛИЧЕСКОЙ ЛЕГОЧНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Логинова И. Ю., Каменская О. В., Чернявский А. М., Новикова Н. В., Ломиворотов В. В., Караськов А. М.

Цель. Оценить прогностическую значимость диффузионной способности легких и эффективности легочного газообмена в оценке риска периоперационных и ранних послеоперационных осложнений у пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (ХТЛГ).

Материал и методы. В исследование включены 131 пациент с ХТЛГ, перенесший тромбэндартеректомию из ветвей легочной артерии. До хирургического вмешательства помимо стандартного предоперационного обследования всем пациентам проведены бодиплетизмография, оценка диффузионной способности легких и эффективности легочной вентиляции. Проанализирована взаимосвязь параметров легочных функциональных тестов с результатами хирургического лечения пациентов с ХТЛГ.

Результаты. Пациенты с ХТЛГ характеризуются низким уровнем диффузионной способности легких и эффективности легочной вентиляции. Среди параметров легочных функциональных тестов диффузионная способность легких обладает наибольшей прогностической значимостью в оценке риска хирургического лечения ХТЛГ. Показана взаимосвязь диффузионной способности легких с риском развития дыхательной недостаточности (ОШ 0,94 (0,91-0,99), $p=0,004$), сердечной недостаточности (ОШ 0,93 (0,87-1,00), $p=0,023$), смертности в раннем послеоперационном периоде (ОШ 0,95 (0,89-0,99), $p=0,034$) и летальности в отдаленном периоде (ОШ 0,94 (0,79-0,99), $p=0,030$). Эффективность легочной вентиляции показала значимую взаимосвязь только с развитием дыхательной недостаточности (ОШ 0,91 (0,82-1,00), $p=0,038$).

Заключение. Снижение диффузионной способности легких до 45% от должного уровня и ниже значимо повышает риск развития дыхательной и сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде, риска госпитальной летальности и летальности в течение одного года после тромбэндартеректомии из ветвей легочной артерии.

Российский кардиологический журнал 2017, 8 (148): 59–64

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-59-64>

Ключевые слова: хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия, диффузионная способность легких, легочные функциональные тесты.

ФГБУ Сибирский федеральный биомедицинский исследовательский центр им. академика Е. Н. Мешалкина Минздрава России, Новосибирск, Россия.

Логинова И. Ю.* — к.б.н., с.н.с. группы клинической физиологии Центра анестезиологии и реаниматологии, Каменская О. В. — д.м.н., в.н.с. группы клинической физиологии Центра анестезиологии и реаниматологии, Чернявский А. М. — д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, руководитель Центра хирургии аорты, коронарных и периферических артерий, Новикова Н. В. — врач-кардиолог кардиохирургического отделения аорты и коронарных артерий, Ломиворотов В. В. — д.м.н., член-корр. РАН, руководитель Центра анестезиологии и реаниматологии, Караськов А. М. — д.м.н., академик РАН, директор.

*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

i_loginova@meshalkin.ru

NYHA — New York Heart Association, ВГО — внутригрудной объем, ДСЛ — диффузионная способность легких, ДСЛ/АО — диффузионная способность легких на единицу альвеолярного объема, ЖЕЛ — жизненная емкость легких, КИО₂ — коэффициента использования кислорода, МОД — минутный объем дыхания, ОЕЛ — общая емкость легких, ООЛ — остаточный объем легких, ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за первую секунду, ОШ — отношения шансов, СДЛА — систолическое давление в легочной артерии, СИ — сердечный индекс, ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких, ХТЛГ — хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия.

Рукопись получена 03.04.2017

Рецензия получена 26.04.2017

Принята к публикации 11.05.2017

PULMONARY VENTILATION AND GAS EXCHANGE EFFICIENCY IN RISK ASSESSMENT FOR CHRONIC POSTTHROMBOEMBOLIC PULMONARY HYPERTENSION

Loginova I. Yu., Kamenskaya O. V., Chernyavsky A. M., Novikova N. V., Lomivorotov V. V., Karaskov A. M..

Aim. To evaluate prognostic significance of diffusion capacity of the lungs and efficacy of pulmonary gas exchange in risk assessment of perioperational and early postoperational complications in patients with chronic post-thromboembolic pulmonary hypertension (CPH).

Material and methods. Totally, 131 patient included, with CPH, who had undergone thrombo-endarterectomy from the branches of pulmonary artery. Before the surgery, together with standard investigation, the following methods were applied: body pletismography, lung diffusion capacity assessment, ventilation efficiency assessment. The relation was analyzed, of the parameters of pulmonary functional tests with the results of surgical treatment of CPH patients.

Results. CPH patients present with a low level of pulmonary diffusion capacity and ventilation efficiency. Among the parameters of pulmonary functional tests, diffusion ability of the lungs shows the highest prediction significance in surgical risk assessment for CPH treatment. The relation found, for diffusion ability of the lungs and risk of respiratory failure (OR 0,94 (0,91-0,99), $p=0,004$), heart failure (OR 0,93 (0,87-1,00), $p=0,023$), short term post-operaton mortality (OR 0,95 (0,89-0,99),

$p=0,034$) and long-term mortality (OR 0,94 (0,79-0,99), $p=0,030$). Efficacy of pulmonary ventilation showed significant relation only with the development of respiratory failure (OR 0,91 (0,82-1,00), $p=0,038$).

Conclusion. Decline of pulmonary diffusion ability to 45% and lower from expected level increases the risk of respiratory and heart failure development in early post-operation period, as the risk of in-hospital death and mortality throughout 1 year follow-up after thrombo-endarterectomy from the branches of pulmonary artery.

Russ J Cardiol 2017, 8 (148): 59–64

<http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-8-59-64>

Key words: chronic thromboembolic pulmonary hypertension, diffusion ability of the lungs, lung function tests.

E. N. Meshalkin Novosibirsk Scientific-Research Institute of Circulation Pathology, Novosibirsk, Russia.

Хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия (ХТЛГ) — заболевание с крайне неблагоприятным прогнозом [1, 2]. Своевременная диагностика ХТЛГ часто представляет значительные трудности в связи с неспецифичностью клинической симптоматики и недостаточной информированностью врачей общей практики, кардиологов и пульмонологов о данном заболевании [3–5]. Лечение, при этом, в лучшем случае оказывается паллиативным.

Тромбэндартерэктомия из ветвей легочной артерии признана одним из эффективных методов лечения ХТЛГ с хорошим долгосрочным результатом [1, 6]. Трехлетняя выживаемость пациентов после хирургического лечения, по данным ведущих медицинских центров составляет от 76 до 91% [2]. Тем не менее, хирургическое лечение ХТЛГ относится к операции высокого риска осложнений со стороны дыхательной системы [1]. Помимо неспецифических осложнений кардиохирургических вмешательств, таких как ателектаз легких, экссудативный перикардит, дисфункция диафрагмального нерва, для хирургического лечения ХТЛГ характерны осложнения в виде реперфузионного синдрома легких и резидуальной легочной гипертензии. Данные осложнения имеют высокий риск неблагоприятного исхода [1], а сопутствующая патология дыхательной системы может еще более усугублять результаты хирургического вмешательства при любой сердечно-сосудистой патологии [7, 8].

В настоящее время продолжают поиски высокоинформативных параметров, указывающих на пери- и послеоперационный прогноз хирургического лечения ХТЛГ. Большое внимание уделяется изучению респираторной функции пациентов, включая оценку диффузионной способности легких и эффективности легочной вентиляции. Целью данного исследования явилось изучение прогностической значимости параметров диффузионной способности легких и эффективности легочной вентиляции в оценке риска периоперационных и ранних послеоперационных осложнений у пациентов с ХТЛГ.

Материал и методы

В исследование включены 131 пациент с ХТЛГ, которые поступили в ФГБУ “Сибирский федеральный биомедицинский исследовательский центр имени академика Е. Н. Мешалкина” для оперативного лечения в объеме тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии. Данное когортное проспективное исследование одобрено локальным этическим комитетом, у всех пациентов до включения в исследование получено добровольное информированное согласие. Критерии исключения: острая форма тромбоэмболии легочной артерии, острый инфаркт миокарда и/или острое нарушение мозгового кровообращения менее чем за 6 месяцев до включения в исследование, гемодинамически значимое поражение

коронарных или периферических артерий, острые или хронические в стадии обострения респираторные заболевания, саркоидоз легких, сахарный диабет.

Верификация диагноза ХТЛГ, оценка объема поражения легочного русла, состояния легочной перфузии проходили при проведении ангиопульмонографии и мультиспиральной компьютерной ангиографии. Оценивали уровень систолического давления в легочной артерии (СДЛА, мм рт.ст.), сердечный индекс (СИ, л/мин/м²), сопротивление сосудов малого круга кровообращения (дин*с*см⁻⁵).

Легочные функциональные тесты включали в себя бодиплетизмографию, оценку диффузионной способности легких методом “Одиночный вдох” (MasterScreen Body (Jaeger, Германия)) и оценку эффективности легочной вентиляции (Oxuscon Pro (Jaeger, Германия)). Измерения проводили за сутки до предполагаемого хирургического вмешательства. Обследование и оценку результатов проводили в соответствии с критериями Европейского респираторного общества и Американского торакального общества [9, 10]. В анализ включены следующие параметры: жизненная емкость легких (ЖЕЛ, л), форсированная жизненная емкость легких (ФЖЕЛ, л), объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁, л), остаточный объем легких (ООЛ, л), общая емкость легких (ОЕЛ, л), внутригрудной объем (ВГО, л), минутный объем дыхания (МОД, л/мин), диффузионная способность легких (ДСЛ, ммоль/л/кПа), диффузионная способность легких на единицу альвеолярного объема (ДСЛ/АО, ммоль/кПа). Все параметры приведены в абсолютных значениях и в виде отношения к должным величинам. Эффективность легочной вентиляции определяли с помощью коэффициента использования кислорода (КИО₂, мл/л), который рассчитывается как отношение потребления кислорода в минуту к минутному объему дыхания. Паттерн внешнего дыхания (обструктивный, рестриктивный или смешанный) определялся как обструктивный при соотношении ОФВ₁/ФЖЕЛ <0,70; рестриктивный — в случае комбинации ОФВ₁/ФЖЕЛ ≥0,70 и ФЖЕЛ <80% от должной величины; смешанным считался паттерн при ОФВ₁/ФЖЕЛ <0,70, ОФВ₁ <80% и ФЖЕЛ <80% должной величины [10].

При проведении пульсоксиметрии оценивали артериальную оксигенацию (%).

Всем пациентам выполнено хирургическое вмешательство в объеме тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии в условиях глубокой гипотермии (18° С) и циркуляторного ареста. Анализировали длительность искусственного кровообращения и циркуляторного ареста, длительность искусственной вентиляции легких, длительность пребывания в палате реанимации, длительность госпитализации, ранние послеоперационные осложнения, госпитальную летальность и годовичную летальность.

Таблица 1

Исходная характеристика пациентов с ХТЛГ

Параметр	Значение для общей группы (n=131)
Пол	
мужской, n (%)	78 (60%)
женский, n (%)	53 (40%)
Возраст, годы	51 (42-58)
Индекс массы тела, кг/м ²	28 (24-32)
Длительность заболевания, годы	2,0 (1,3-3,4)
Генетически подтвержденная тромбофилия, n (%)	60 (46%)
Тромбофлебит нижних конечностей, n (%)	87 (66%)
Ишемическая болезнь сердца, n (%)	16 (12%)
Инфаркт миокарда в анамнезе, n (%)	6 (4,6%)
Острое нарушение мозгового кровообращения в анамнезе, n (%)	2 (1,5%)
Фибрилляция предсердий, n (%)	4 (3%)
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)	43 (33%)
Курильщики, n (%)	39 (30%)
Сахарный диабет, n (%)	2 (1,5%)
Функциональный класс хронической сердечной недостаточности (NYHA), n (%)	II 16 (12%)
	III 102 (78%)
	IV 13 (10%)
Фракция выброса левого желудочка, %	67 (61-72)
Давление в легочной артерии, мм рт.ст.	77 (59-93)
Сердечный индекс, л/мин/м ²	3,5 (3,0-4,0)
Соппротивление сосудов малого круга кровообращения, дин*с*см ⁻⁵	720 (450-1142)
Артериальная оксигенация, %	94 (92-96)

Сокращения: ХТЛГ — хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия, NYHA — New York Heart Association.

Статистический анализ полученных результатов проведен с использованием пакета статистических программ Statistica 6.1. Количественные переменные представлены в виде медианы и интерквартильного размаха ($Me (Q_{25}-Q_{75})$), качественные переменные — в виде частоты встречаемости и/или процентного отношения. Препредикторную ценность показателей определяли с помощью логистической регрессии, результаты представлены в виде отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала. Чувствительность и специфичность изучаемой модели, пороговое значение предикторов неблагоприятного исхода оценивали с помощью ROC-анализа. Значение $p < 0,05$ для всех видов анализа считали статистически значимым.

Результаты

В исследуемую группу вошли 78 мужчин и 53 женщины в возрасте 51 (42-58) год. Исходная характеристика пациентов, включая наличие сопутствующей патологии, и результаты ангиопульмонографии представлены в таблице 1.

Таблица 2

Результаты функциональных легочных тестов у пациентов с ХТЛГ

Параметр	Значение для общей группы (n=131)	
	Абсолютное значение	% от должной величины
ЖЕЛ, л	3,2 (2,7-4,2)	86 (76-97)
ФЖЕЛ, л	3,2 (2,6-3,9)	87 (76-98)
ОФВ ₁ , л	2,4 (1,9-3,1)	82 (70-94)
ООЛ, л	2,9 (2,4-3,8)	152 (124-179)
ОЕЛ, л	6,3 (5,3-7,6)	105 (96-122)
ВГО, л	3,2 (2,7-4,0)	107 (91-126)
МОД, л/мин	15,5 (11,8-18,8)	128 (104-169)
ДСЛ, ммоль/л/кПа	5,3 (4,3-6,2)	59 (49-68)
ДСЛ/АО, ммоль/кПа	1,1 (0,9-1,3)	72 (62-83)
КИО ₂ , мл/л	21 (19-24)	-

Сокращения: ВГО — внутригрудной объем, ДСЛ — диффузионная способность легких, ДСЛ/АО — диффузионная способность легких на единицу альвеолярного объема, ЖЕЛ — жизненная емкость легких, КИО₂ — коэффициент использования кислорода, МОД — минутный объем дыхания, ОЕЛ — общая емкость легких, ООЛ — остаточный объем легких, ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за первую секунду, ФЖЕЛ — форсированная жизненная емкость легких, ХТЛГ — хроническая тромбоэмболическая легочная гипертензия.

Как видно из таблицы, изучаемая группа пациентов характеризовалась высокой легочной гипертензией. Тромбоэмболическое поражение легочного русла в 24% случаев носило сегментарный характер, в 76% — были поражены долевые ветви легочной артерии.

По результатам функциональных легочных тестов (табл. 2) пациенты с ХТЛГ характеризовались умеренной гипервентиляцией и умеренным увеличением ООЛ. Снижение диффузионной способности легких на фоне нормальных значений ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁ свидетельствует о преимущественно внелегочном характере нарушений. Результатом перфузионно-вентиляционных нарушений явилось снижение эффективности легочной вентиляции (КИО₂ составил 21 (19-24) мл/л при норме 35-40 мл/л).

Несмотря на то, что в среднем уровни ЖЕЛ, ФЖЕЛ, ОФВ₁ соответствовали норме, у 57 (43%) обследованных пациентов с ХТЛГ были выявлены случаи патологического респираторного паттерна. Обструктивный тип нарушений был отмечен у 22 пациентов, смешанный тип — у 37 пациентов. При этом верифицированный диагноз хронической обструктивной болезни легких имели только 43 (33%) пациентов. Случаев нарушений функции внешнего дыхания по рестриктивному типу у пациентов с ХТЛГ не было выявлено.

Тромбэндартерэктомия из ветвей легочной артерии у всех пациентов с ХТЛГ выполнена с применением искусственного кровообращения, в условиях глубокой гипотермии и циркуляторного ареста. Циркуляторный арест выполнялся в два этапа в среднем

Рис. 1 (А, Б). ROC-кривая чувствительности и специфичности влияния диффузионной способности легких на раннюю послеоперационную (А) и годовую (Б) летальность после тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии. Площадь под ROC-кривой 0,78 (0,65-0,92), $p=0,003$ и 0,83 (0,69-0,95), $p=0,001$, соответственно.

Рис. 2 (А, Б). ROC-кривая чувствительности и специфичности влияния диффузионной способности легких на развитие дыхательной недостаточности (А) и сердечной недостаточности (Б) в раннем послеоперационном периоде после тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии. Площадь под ROC-кривой 0,76 (0,62-0,90), $p=0,004$ и 0,76 (0,63-0,89), $p=0,002$, соответственно.

до 20 минут с периодом реперфузии. Длительность искусственного кровообращения составила 213 (195-245) минут. Длительность искусственной вентиляции легких в общей группе составила 18 (15-44) часов, пребывание в отделении реанимации и интенсивной терапии 4 (3-7) суток. Длительность госпитализации в среднем составила 15 (12-21) суток.

Наиболее частыми осложнениями периоперационного и раннего послеоперационного периода были дыхательная недостаточность, требующая продленной искусственной вентиляции легких (31% пациентов) и сердечной недостаточности (19% пациентов). Среди других осложнений следует отметить невроло-

гические нарушения, фибрилляцию предсердий, почечную недостаточность и кровотечения. В 8 случаях потребовалась экстракорпоральная мембранная оксигенация. В течение периода наблюдения госпитальная летальность составляла 8%, смертность в течение 1 года после операции составила 10%. Причинами внутрибольничной смертности были сердечная недостаточность (7 пациентов, 64%), почечная недостаточность (один пациент, 10%), кровотечение (один пациент, 10%) и неврологические осложнения (два пациента, 18%). В отдаленном периоде зарегистрирован один случай внезапной смерти и один случай инсульта.

Анализ взаимосвязи параметров легочных функциональных тестов и других исходных клинко-функциональных характеристик с результатами тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии позволил выявить предикторы неблагоприятного прогноза хирургического лечения пациентов с ХТЛГ.

Среди параметров легочных функциональных тестов наибольшую предикторную ценность показала диффузионная способность легких. Снижение диффузионной способности повышает риск развития дыхательной недостаточности (ОШ 0,94 (0,91-0,99), $p=0,004$), сердечной недостаточности (ОШ 0,93 (0,87-1,00), $p=0,023$), смертности в раннем послеоперационном периоде (ОШ 0,95 (0,89-0,99), $p=0,034$) и летальности в отдаленном периоде (ОШ 0,94 (0,79-0,99), $p=0,030$). Эффективность легочной вентиляции показала значимую взаимосвязь только с развитием дыхательной недостаточности (ОШ 0,91 (0,82-1,00), $p=0,038$), тогда как с развитием сердечной недостаточности были связаны параметры ЖЕЛ (ОШ 0,95 (0,91-0,99), $p=0,024$), ФЖЕЛ (ОШ 0,93 (0,89-0,98), $p=0,005$) и ОФВ₁ (ОШ 0,95 (0,91-0,99), $p=0,021$).

По данным ROC-анализа, оптимальной чувствительностью и специфичностью в отношении риска неблагоприятного исхода тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии обладало значение диффузионной способности легких менее 45% от должного уровня — рисунок 1, 2. Эффективность легочной вентиляции, несмотря на взаимосвязь с риском развития дыхательной недостаточности, не показала значимой чувствительности и специфичности модели.

Среди других параметров значимое влияние на развитие сердечной недостаточности показал класс хронической сердечной недостаточности по классификации NYHA (ОШ 2,15 (1,05-6,17), $p=0,036$). Наличие хронической обструктивной болезни легких у пациентов с ХТЛГ показало взаимосвязь с ранней послеоперационной смертностью (ОШ 4,2 (1,16-15,5), $p=0,003$) и отделенной летальностью (ОШ 9,3 (1,79-18,8), $p=0,007$) без значимого влияния на развитие осложнений. Другие изучаемые параметры, включая сопутствующую патологию, демографические и антропометрические характеристики, результаты ангиопульмонографии значимого влияния на результаты тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии не показали.

Обсуждение

Известно, что любому плановому хирургическому вмешательству должна предшествовать оценка риска неблагоприятного исхода [11]. Ввиду общности патофизиологических механизмов сердечно-сосудистых и респираторных нарушений при развитии ХТЛГ, углубленное исследование и анализ параметров дыхания должны быть важной составляющей предоперационной подготовки.

В результате проведенного исследования показано, что у пациентов с ХТЛГ снижена диффузионная способность легких, что сопровождается снижением эффективности легочной вентиляции на фоне нормального уровня основных спирометрических параметров. Вследствие вентиляционно-перфузионных нарушений снижается напряжение кислорода в артериальном русле. Умеренное увеличение остаточной емкости легких на фоне нормальной ЖЕЛ свидетельствует о повышении воздухонаполненности легких, которая является не только следствием патологического процесса, но и компенсаторно-приспособительной реакцией, направленной на увеличение поверхности диффузии и улучшение условий газообмена [12, 13]. О компенсаторном характере нарушений свидетельствует и умеренная гипервентиляция у пациентов с ХТЛГ.

Результаты проведенной тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии свидетельствуют о хорошем клиническом эффекте операции. Так, выживаемость в исследуемой группе пациентов в течение года после операции составила 90%, что соответствует уровню центров с наибольшим опытом хирургического лечения ХТЛГ [1]. Тем не менее, остается высокая частота ранних послеоперационных осложнений, среди которых дыхательная недостаточность занимает одно из первых мест [1, 2].

Наибольшее значение в оценке риска хирургического лечения пациентов с ХТЛГ среди параметров легочных функциональных тестов показала диффузионная способность легких в отношении риска развития дыхательной недостаточности (ОШ 0,94 (0,91-0,99), $p=0,004$), сердечной недостаточности (ОШ 0,93 (0,87-1,00), $p=0,023$), смертности в раннем послеоперационном периоде (ОШ 0,95 (0,89-0,99), $p=0,034$) и летальности в отдаленном периоде (ОШ 0,94 (0,79-0,99), $p=0,030$). Снижение диффузионной способности легких и гипервентиляция закономерно приводят к снижению эффективности вентиляции (КИО₂ составил 21 (19-24) мл/л). Однако при многофакторном анализе уровень эффективности легочной вентиляции показал значимую взаимосвязь только с риском развития дыхательной недостаточности.

Полученные в исследовании данные о взаимосвязи диффузионной способности легких и риска развития осложнений и летальности в раннем послеоперационном периоде соотносятся с данными Ноерг ММ, et al. [14], где показана значимая взаимосвязь низкого уровня диффузии с неблагоприятным прогнозом у пациентов с легочной гипертензией. В другом крупном исследовании доказано, что параметры диффузионной способности легких имеют большое значение в оценке тяжести и прогноза заболевания не только при патологии легких. Установлено, что значение диффузионной способности легких менее 85% от должного является значимым предик-

тором летальности от всех причин в общей популяции вне зависимости от результатов спирометрии [15].

В нашей работе определено пороговое значение диффузионной способности легких, которое значимо повышает риск неблагоприятного исхода хирургического лечения ХТЛГ. Показано, что значение диффузионной способности легких 45% от должного и менее с высокой чувствительностью и специфичностью указывает на риск развития дыхательной и сердечной недостаточности в раннем послеоперационном периоде, риск госпитальной летальности

и летальности в отдаленные сроки после тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии.

В заключении следует отметить, что проведение легочных функциональных тестов, включая оценку диффузионной способности легких и эффективности легочной вентиляции, имеет важное клиническое значение в комплексе предоперационной подготовки пациентов с ХТЛГ с целью оптимизации тактики лечения и снижения риска неблагоприятного исхода тромбэндартерэктомии из ветвей легочной артерии.

Литература

- Jenkins DP, Madani M, Mayer E, et al. Surgical treatment of chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *European Respiratory Journal*. 2013; 41 (3): 735-42. <https://doi.org/10.1183/09031936.00058112>
- Delcroix M, Lang I, Pepke-Zaba J, et al. Long-term outcome of patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension CLINICAL PERSPECTIVE. *Circulation* 2016; 133 (9): 859-71. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.115.016522>
- Giuliani L, Piccinino C, D'Armini MA, et al. Prevalence of undiagnosed chronic thromboembolic pulmonary hypertension after pulmonary embolism. *Blood Coagulation & Fibrinolysis* 2014; 25 (7): 649-53. <http://dx.doi.org/10.1097/mbc.0000000000000084>
- Gurevich MA. Pulmonary embolism: issues of clinical manifestation, diagnostics and therapy. *Almanac of Clinical Medicine*. 2015; 38: 90-4. Russian (Гуревич М. А. Тромбоземболия легочной артерии (вопросы клиники, диагностики и терапии). *Альманах клинической медицины* 2015; 38: 90-4).
- Duplyakov DV, Pavlova TV, Mullova TV, et al. Clinical presentation and patient management differences in confirmed and non-confirmed pulmonary thromboembolism. *Russian Journal of Cardiology* 2015; 3: 18-24. Russian (Дупляков Д. В., Павлова Т. В., Муллова И. С. и др. Различия в клинической картине и ведении пациентов с подтвержденной и неподтвержденной тромбоземболией легочной артерии. *Российский кардиологический журнал* 2015; 3: 18-24) <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-3-18-24>
- Morsolini M, Nicolardi S, Milanese E, et al. Evolving surgical techniques for pulmonary endarterectomy according to the changing features of chronic thromboembolic pulmonary hypertension patients during 17-year single-center experience. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2012; 144 (1): 100-7.
- O'Boyle F, Mediratta N, Chalmers J, et al. Long-term survival of patients with pulmonary disease undergoing coronary artery bypass surgery. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery* 2012; 43 (4): 697-703.
- Ponomarev DN, Kamenskaya OV, Klinkova AS, et al. Influence of bronchial obstruction syndrome on perioperative characteristics in patients with aortocoronary bypass: intermediate results of prospective cohort study. *Patologiya krovoobrashcheniya i kardiokirurgiya = Circulation Pathology and Cardiac Surgery* 2015; 19 (4): 72-8. Russian (Пономарев Д. Н., Каменская О. В., Климова А. С. и др. Влияние синдрома бронхиальной обструкции на периоперационные характеристики у пациентов при аортокоронарном шунтировании: промежуточные результаты проспективного когортного исследования. *Патология кровообращения и кардиохирургия* 2015; 19 (4): 72-8).
- Miller MR, Crapo R, Hankinson J et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J*. 2005; 26: 153-61. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00034505>
- Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, et al. Interpretative strategies for lung function tests. *European Respiratory Journal*. 2005; 26 (5): 948-68. <https://doi.org/10.1183/09031936.05.00035205>
- Bazdyrev ED, Polikutina OM, Kalichenko NA, et al. Complex assessment of the respiratory status of patients with coronary heart disease before the scheduled coronary bypass surgery. *Pul'monologiya* 2015; 25 (6): 704-12. Russian (Баздырев Е. Д., Поликутина О. М., Каличенко Н. А. и др. Комплексная оценка респираторного статуса пациентов с ишемической болезнью сердца перед проведением планового коронарного шунтирования. *Пульмонология* 2015; 25 (6): 704-12).
- Savushkina OI, Chernyak AV. Clinical application of the bодиплетизмография method. *Atmosfera. Pul'monologiya i allergologiya* 2013; 2: 38-41. Russian (Савушкина О. И., Черняк А. В. Клиническое применение метода бодиплетизмографии. *Атмосфера. Пульмонология и аллергология* 2013; 2: 38-41).
- Chapman HA. Epithelial-mesenchymal interactions in pulmonary fibrosis. *Annual Review of Physiology* 2011; 73 (1): 413-35.
- Hoepfer MM, Meyer K, Rademacher J, et al. Diffusion Capacity and Mortality in Patients With Pulmonary Hypertension Due to Heart Failure With Preserved Ejection Fraction. *JACC: Heart Failure* 2016; 4 (6): 441-9. <https://doi.org/10.1016/j.jchf.2015.12.016>
- Neas LM, Schwartz J. Pulmonary Function Levels as Predictors of Mortality in a National Sample of US Adults. *American Journal of Epidemiology* 1998; 147 (11): 1011-8. <http://dx.doi.org/10.1093/oxfordjournals.aje.a009394>