

УДК 616.24-002.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ПРИ ОДНОВРЕМЕННЫХ ДВУСТОРОННИХ РЕЗЕКЦИЯХ ЛЕГКИХ ПО ПОВОДУ ДВУСТОРОННЕГО ТУБЕРКУЛЕЗА ЛЕГКИХ

Котова Т.Г.*ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва, e-mail: 261126.79@mail.ru*

Цель исследования. Усовершенствовать способ определения функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких путем упрощения прогнозирования объема ОФВ1 после операции. Материалы и методы. Для достижения поставленной цели были изучены истории болезни 259 пациентов, оперированных по поводу двустороннего деструктивного туберкулеза легких. Основную группу составили 129 пациентов, у которых были применены мини-инвазивные методы хирургического лечения. В группу сравнения вошли 130 пациентов, оперированных из стандартных доступов по общепринятым методикам. Разработанный способ прогнозирования функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких включает спирографическое определение объема форсированного выдоха за 1 с до операции, математический расчет ОФВ1 после операции, интегральную оценку показателей вентиляции и перфузии легких на основании радиоизотопного исследования объема перфузии удаленных и оставленных сегментов легкого. Результаты. После 175 резекций и 32 торакопластик в группе сравнения ОДН диагностирована в 7 случаях, ЛСН – у 4 больных. В основной группе после 105 резекций и 34 торакопластик ОДН наблюдалась в 1 случае, ЛСН – также в 1. Сопоставление осложнений с клиническим состоянием до операции, состоянием ФВД и сердечной деятельности показало, что во всех случаях можно было отметить характерный ряд факторов, с учетом значений которых можно объективно прогнозировать развитие осложнений. В результате проведенных исследований установлено, что в прогнозе ОДН и ЛСН основное значение имеют показатели ЖЕЛ, МВЛ, ОФВ1. Выводы. Совершенствование способа определения функциональной операбельности, содержащего подсчет показателей ФВД методом спирографии и легочной перфузии с помощью радиоизотопного сканирования легких, а также изучения содержания газов в крови и электрокардиографических показателей позволяет достоверно спрогнозировать возникновение острой дыхательной и легочно-сердечной недостаточности в послеоперационном периоде у пациентов с двусторонним туберкулезом легких.

Ключевые слова: туберкулез, резекция легкого, функциональная операбельность, радиоизотопное исследование, спирография

FUNCTIONAL OPERABILITY IN SIMULTANEOUS BILATERAL LUNG RESECTION FOR BILATERAL PULMONARY TUBERCULOSIS

Kotova T.G.*Pirogov Russian National Research Medical University (RNRMU), Moscow, e-mail: 261126.79@mail.ru*

Objective. To improve the determination method of functional operability in simultaneous bilateral lung resection by simplifying the prediction of FEV1 volume after surgery. Materials and methods: In order to achieve the objective case reports of 259 patients operated on for bilateral destructive pulmonary tuberculosis were studied. The treatment group included 129 patients in whom mini-invasive operative therapy was used. The control group included 130 patients operated on using open approaches in accordance with the standard methods. We developed a prediction method for functional operability in simultaneous bilateral lung resection including spirographic determination of forced expiration volume in the second before surgery, mathematical calculation of FEV1 after surgery, integral estimation of lung ventilation and pulmonary perfusion parameters based on isotopic examination of perfusion volume of removed and remaining bronchopulmonary segments. Results. In the control group, ARF was diagnosed in 7 patients, PHD (pulmonary heart disease) in 4 patients after 175 resections and 32 thoracoplasties. In the treatment group, ARF, as well as PHD was observed in one case after 105 resections and 34 thoracoplasties. Comparison of complications with the clinical state pre-operatively, respiratory function and cardiac function conditions showed that in all cases a characteristic number of factors could be noted with consideration to the meaning of which it is possible to objectively predict the development of complications. As a result of the performed studies it was found that VC, MBC (maximum breathing capacity), FEV1 parameters are of primary meaning in ARF and PHD prognosis. Conclusion. Improving the method of determining functional operability, containing the calculation of the respiratory function parameters by spirography and pulmonary perfusion using radioisotope scanning of lungs, as well as studying the blood gas content and electrocardiographic parameters, allows to predict definitely the development of acute respiratory failure and pulmonary heart disease in the postoperative period in patients with bilateral pulmonary tuberculosis.

Keywords: tuberculosis, lung reduction, functional operability, isotopic examination, spirography

Наиболее тяжелым осложнением ранне-послеоперационного периода в легочной хирургии является острая дыхательная недостаточность и прогрессирующее нарушение газообмена. Для прогноза функционирования дыхательной системы после резекции

легкого необходимо оценить функциональные потери в результате операции и компенсаторные возможности организма [1].

Как правило, с этой целью используется метод определения функционального состояния удаленных и оставленных по-

сле операции сегментов легкого, включающий раздельное изучение функции правого и левого легкого, а также отдельных долей легкого [2, 3].

Однако особенности протекания раннего послеоперационного периода, а также функцию сегментов легкого, оставшихся после операции, невозможно прогнозировать только на основании прямых результатов суммарных и раздельных методов исследования функции, поскольку последние не дают необходимой информации о компенсаторных возможностях организма. С целью оценки возможностей пациента для компенсаторной перестройки системы дыхания более прогрессивным является метод прогноза функционирования легких после операции, в частности математический метод прогнозирования, основанный на установлении эмпирической связи между отдельными показателями системы дыхания до и после операции. Такой метод дает возможность определить степень восстановления функции дыхания после удаления пораженной доли легкого [4–6].

Известен способ прогнозирования функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких, содержащий спирографическое определение ОФВ1 до операции и математический расчет ОФВ1 после операции. Расчет производится по формуле

$$\text{ОФВ1 п/о} = [1 - (bn) / (42 - n) \times \text{ОФВ1 д/о}],$$

где ОФВ1 п / о – объем форсированного выдоха за первую секунду после операции;

ОФВ1 д/о – объем форсированного выдоха за первую секунду до операции;

b – общее число субсегментов в удаленной части легкого;

n – количество субсегментов с обструкцией.

Существенными недостатками указанного способа прогнозирования функциональной операбельности являются: невозможность до операции установить количество субсегментов с обструкцией, так как у фтизиатрических больных зона нарушения кровообращения в легких часто значительно превышает объем анатомических изменений. В этой связи при расчете используют данные по предполагаемому объему удаленных участков легкого, и применяемая математическая формула сложная и громоздкая. Также в данном способе прогнозирования не учитывается объем капиллярного кровотока в сегментах, так как формула не предусматривает использование данных радиоизотопного сканирования.

Цель исследования: усовершенствовать способ определения функциональной операбельности при одновременных двусторон-

них резекциях легких путем упрощения прогнозирования объема ОФВ1 после операции.

Материалы и методы исследования

Для достижения поставленной цели были изучены истории болезни 259 пациентов, оперированных по поводу двустороннего деструктивного туберкулеза легких. Основную группу составили 129 пациентов, у которых были применены мини-инвазивные методы хирургического лечения. В группу сравнения вошли 130 пациентов, оперированных из стандартных доступов по общепринятым методикам.

Проведенный анализ данных по половому и возрастному составу не выявил существенных различий в исследуемых группах ($p > 0,05$). Сопоставляемые клинические группы по формам туберкулеза, длительности заболевания, функциональным показателям, наличию, характеру и степени тяжести сопутствующей патологии различались недостоверно ($p > 0,05$).

Также недостоверными оказались различия в клинических группах при сравнении основных показателей распространенности и степени тяжести туберкулеза.

Нами была поставлена задача прогнозирования объема ОФВ1 после операции путем определения объема инфузии сегментов, которые удаляются и остаются, на основании результатов радиоизотопного сканирования легких (рис. 1).

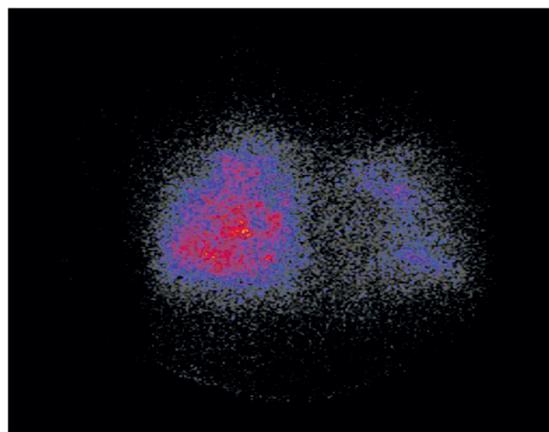


Рис. 1. Радиоизотопное сканирование легких

Разработанный нами способ прогнозирования функциональной операбельности при одновременных двусторонних резекциях легких включает спирографическое определение объема форсированного выдоха за 1 с до операции, математический расчет ОФВ1 после операции, интегральную оценку показателей вентиляции и перфузии легких на основании радиоизотопного исследования объема перфузии удаленных и оставленных сегментов легкого. Объем ОФВ1 после операции рассчитывают по формуле

$$\text{ОФВ1 п/о} = \text{ОФВ1 д/о} \times V / 100, (3.3)$$

где ОФВ1 п/о – объем форсированного выдоха за 1 с после операции;

ОФВ1 д/о – форсированного выдоха за 1 с до операции; V – объем кровотока оставшихся долей легкого ($v\%$ к общему объему кровотока в легких).

Таблица 1

Динамика показателей ФВД в зависимости от объема операции при одномоментной двусторонней резекции легких

Показатели ФВД	Объемы резекции при одномоментной двусторонней резекции легких (n = 32)											
	4 сегмента			5 сегментов			6 сегментов			7 и более сегментов		
	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут
ЖЕЛ (P ± mp%)	92,7 ±2,6	78,8 ±1,7*	86,2 ±1,2*	91,2 ±1,8	68,1 ±4,8*	78,6 ±1,9*	83,5 ±3,9	72,2 ±1,6	77,4 ±1,5	73,8 ±2,9	61,5 ±1,7*	63,3 ±1,5
МВЛ (P ± mp%)	71,4 ±2,4	65,6 ±1,8	64,2 ±1,7	58,3 ±3,1	53,0 ±2,4	58,1 ±1,2	55,4 ±1,1	48,7 ±2,1	54,5 ±2,2	62,4 ±3,1	51,2 ±4,2*	58,9 ±4,0*
ОФВ1 (P ± mp%)	91,5 ±3,2	74,5 ±2,3*	77,2 ±3,2	92,2 ±2,4	61,3 ±2,4*	72,3 ±2,1*	72,6 ±2,2	54,7 ±1,8*	55,4 ±2,7	62,8 ±3,8	41,7 ±1,4*	48,7 ±3,6
ОФВ1 /ЖЕЛ (P ± mp%)	95,4 ±3,2	88,7 ±5,1	91,6 ±1,7*	63,8 ±3,4	48,8 ±1,9*	47,6 ±1,6	72,1 ±3,1	43,9 ±1,9*	55,1 ±2,0*	59,2 ±1,7	40,7 ±2,2*	52,7 ±2,3
РаО ₂ (мм Hg) (M ± m)	96,2 ±1,7	95,1 ±1,8	96,1 ±2,4	98,1 ±3,6	97,7 ±2,1	97,7 ±2,3	95,8 ±1,7	93,4 ±2,1	93,2 ±3,1	94,8 ±2,6	92,7 ±2,1	93,7 ±3,1
РСО ₂ (мм Hg) (M ± m)	36,5 ±2,4	32,1 ±2,7	35,8 ±3,1	38,4 ±2,2	35,1 ±1,8	38,2 ±1,8	40,1 ±1,2	42,4 ±1,7	41,7 ±1,8	42,1 ±2,7	46,4 ±3,1	42,8 ±5,1
Рла (мм Hg) (M ± m)	27,2 ±2,1	28,4 ±3,0	27,1 ±1,8	30,2 ±1,6	33,7 ±1,4	32,7 ±1,1	32,4 ±1,5	35,1 ±1,2	33,4 ±1,7	34,7 ±1,2	37,2 ±1,4	35,0 ±2,3

Примечание. * p < 0,05 в динамике по критерию Вилкоксона.

Таблица 2

Динамика показателей ФВД в зависимости от объема торакопластики

Показатели ФВД	Объем торакопластики (n = 32)											
	5-реберная			6-реберная			7-реберная			Более 7 ребер		
	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут	до операции	ч/з 10 сут	ч/з 30 сут
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ЖЕЛ (P ± mp%)	83,4 ±2,7	72,8 ±2,1*	77,6 ±3,2	81,5 ±2,7	63,7 ±3,4*	78,5 ±1,7*	81,7 ±1,2	52,8 ±1,6*	69,5 ±2,8*	80,9 ±4,2	51,4 ±2,7*	62,7 ±3,2*
МВЛ (P ± mp%)	74,5 ±1,6	62,8 ±2,2*	73,4 ±2,6	76,7 ±3,1	50,7 ±2,4*	66,4 ±1,7*	80,2 ±1,6*	41,2 ±1,8*	54,2 ±2,1	86,4 ±2,1	35,1 ±1,4*	59,5 ±2,8*
ОФВ1 (P ± mp%)	80,1 ±2,6	75,2 ±2,1	76,5 ±1,8	81,6 ±2,2	74,8 ±3,1*	78,7 ±2,7	82,4 ±4,2	68,7 ±3,6*	75,7 ±2,8	79,1 ±1,4	64,2 ±1,8*	76,7 ±2,1*
ОФВ1 /ЖЕЛ (P ± mp%)	70,2 ±1,6	69,0 ±1,7	70,1 ±2,1	70,8 ±1,3	68,7 ±1,7	69,1 ±1,8	75,2 ±3,7	54,0 ±2,8*	63,4 ±1,6	70,8 ±2,4	42,0 ±2,6*	69,2 ±1,2*
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
РаО ₂ (мм Hg) (M ± m)	96,2 ±1,7	95,1 ±1,8	96,1 ±2,4	97,4 ±2,1	92,3 ±1,6	94,3 ±1,8	95,4 ±3,1	94,7 ±2,9	95,3 ±2,6	94,7 ±2,2	91,4 ±2,8	93,8 ±2,5
РСО ₂ (мм Hg) (M ± m)	34,9 ±2,1	33,8 ±2,2	35,0 ±1,6	36,8 ±1,4	39,2 ±2,7	38,1 ±2,4	38,3 ±2,6	39,2 ±1,9	37,8 ±2,7	35,9 ±2,6	46,8 ±2,1*	41,9 ±2,2
Рла (мм Hg) (M ± m)	26,3 ±2,7	27,1 ±1,8	26,2 ±2,6	28,1 ±2,4	28,7 ±2,1	28,0 ±2,2	29,7 ±1,6	30,2 ±1,8	28,2 ±1,7	30,2 ±2,2	33,7 ±1,6	31,3 ±2,4

Примечание. * p < 0,05 в динамике по критерию Вилкоксона.

Применение в качестве главного фактора расчета послеоперационных функциональных возможностей системы дыхания регионального кровотока обусловлено тем, что у фтизиатрических больных зона нарушения кровообращения в легких часто значительно превышает объем анатомических изменений. Это связано с диссеминацией казеозных очагов и зон пневмофиброза, пневмосклероза легочной ткани и сосудов вследствие хронического воспалительного процесса.

Результаты радиоизотопного метода исследования регионального кровотока, используемые в предложенной формуле, позволяют оценить не только функциональное состояние легочной ткани, но и установить до операции функциональную полноценность остающихся после резекции сегментов легкого.

Функциональная операбельность – это функциональная переносимость операции, решение вопроса о возможности функциональных систем легких пациента перенести предстоящую операцию. То есть функциональная операбельность – это проблема прогнозирования, для решения которой необходим анализ результатов комплексного обследования пациента перед оперативным вмешательством.

Расширение показаний к хирургическому лечению больных двусторонним туберкулезом легких неотвратимо повышает частоту послеоперационных осложнений, наиболее опасными из которых являются острая дыхательная недостаточность (ОДН) и легочно-сердечная недостаточность (ЛСН). С нашей точки зрения, в патогенезе ОДН после операции на легких помимо традиционных причин (ателектаз, пневмония и другие), существенное значение имеет плохая послеоперационная адаптация вследствие низких показателей ФВД. Именно прогнозирование уровня некоторых показателей ФВД в послеоперационном периоде дает возможность предотвратить развитие ОДН и ЛСН.

Результаты исследования и их обсуждение

С целью прогнозирования ОДН и ЛСН после резекционных и коллапсохирургических вмешательств по исходным функциональным показателям легких и сердца нами была изучена частота развития ОДН и ЛСН у пациентов обеих клинических групп. После 175 резекций и 32 торакопластик в группе сравнения ОДН диагностирована в 7 случаях, ЛСН – у 4 больных. В основной группе после 105 резекций и 34 торакопластик ОДН наблюдалась в 1 случае, ЛСН – также в 1. Сопоставление осложнений с клиническим состоянием до операции, состоянием ФВД и сердечной деятельности показало, что во всех случаях можно было отметить характерный ряд факторов, с учетом значений которых можно объективно прогнозировать развитие осложнений. В результате проведенных исследований установлено, что в прогнозе ОДН и ЛСН основное значение имеют показатели ЖЕЛ, МВЛ, ОФВ1. С целью установления оптимальных функциональных маркеров нами изучена динамика из-

менений показателей изменений внешнего дыхания и газов крови у больных в зависимости от вида и объема оперативных вмешательств. При выполнении одномоментной двусторонней резекции легких (ОДРЛ) наиболее чувствительным показателем явился ОФВ1, динамика которого прямо пропорциональна объему резецированной легочной паренхимы (табл. 1).

Так, градиент падения ОФВ1 через 10 суток после ОДРЛ колебался от $5,0 \pm 1,2$ ($P \pm m\text{p} \%$) при суммарном объеме резекции в 3 сегмента до $20,2 \pm 1,6$ при резекции 6 и более сегментов. Такой глубины падения не наблюдалось при исследовании показателей ЖЕЛ и МВЛ. Снижение ОФВ1 в данном случае отражает obstructивные сдвиги и в определенной степени зависит от мышечного усилия, которое прилагает пациент. Из табл. 2 видно, что показатель ОФВ1 снижался на 3–4% от исходного значения, а отклонения ЖЕЛ и МВЛ от исходного значения составляли 25–32%.

Совершенно очевидно, что изменения ЖЕЛ и МВЛ после торакопластики через 1 месяц после операции в условиях болевого синдрома и восстановления респираторной активности ребер и диафрагмы зависят от объема торакопластики: обратная средняя сила корреляционная связь между объемом торакопластики и ЖЕЛ ($r = -0,54$, $p = 0,044$) и МВЛ ($r = -0,42$, $p = 0,044$).

При росте объема торакопластики наблюдается более выраженное снижение вентиляционных показателей (коэффициент корреляции при 7-реберной торакопластике $r = -0,44$; $p = 0,033$). Таким образом, оптимальными функциональными маркерами при прогнозировании функциональной операбельности при выполнении лечебной торакопластики являются показатели ЖЕЛ и МВЛ и, вследствие этого – индекс вентиляции – ЖЕЛ (%) x МВЛ (%).

Нами проанализирована корреляционная взаимосвязь между прогнозируемым ОФВ1 по разработанной методике и риском возникновения гиперкапнии. При исследовании PaCO_2 артериальной крови (норма 35–45 мм) у пациентов, перенесших одномоментные двусторонние резекции легких, выяснилось, что степень гиперкапнии прямо пропорциональна степени снижения прогнозируемого ОФВ1 (рис. 2).

При послеоперационных показателях ОФВ1 в пределах 0,9–1,0 л гиперкапния не развивалась. При снижении ОФВ1 менее 0,8 л PaCO_2 превышало 45 мм рт.ст. ($r = -0,58$, $p < 0,05$), что клинически соответствовало дыхательной недостаточности. Таким образом, при ОФВ1 менее 1 л

и PaCO_2 более 45 мм рт.ст. выполнение односторонних двусторонних резекций легких сочетаются с высокой частотой развития ОДН. Наблюдалась взаимосвязь между развитием в послеоперационном периоде ОДН и ЛСН и снижением индекса вентиляции. При значении индекса вентиляции в пределах 6400–4225 (80–60% ЖЕЛ×60–80% ХВЛ) признаки ОДН не регистрировались (сильная, обратная корреляционная связь: $r = -0,99$, $p = 0,0006$).

При снижении индекса вентиляции ниже 4225 (65% ЖЕЛ×65% ХВЛ) вероятность ОДН значительно повышалась ($r = -0,71$, $p < 0,05$). Таким образом, при значении индекса вентиляции в пределах

4225–2500 выполнение односторонних двусторонних резекций легких сопровождается высоким риском развития ОДН в послеоперационном периоде. Вместе с тем при исследовании взаимосвязи частоты ОДН и уровня индекса вентиляции у больных после коллапсохирургических вмешательств выяснилось, что при снижении индекса вентиляции частота ОДН увеличивается именно при объеме резекции более 5 ребер. То есть показатель индекса вентиляции 2500 является минимально допустимым (50% ЖЕЛ×50% ХВЛ) для выполнения торакопластики в объеме более 5 ребер и двусторонних коллапсохирургических вмешательств (табл. 3).

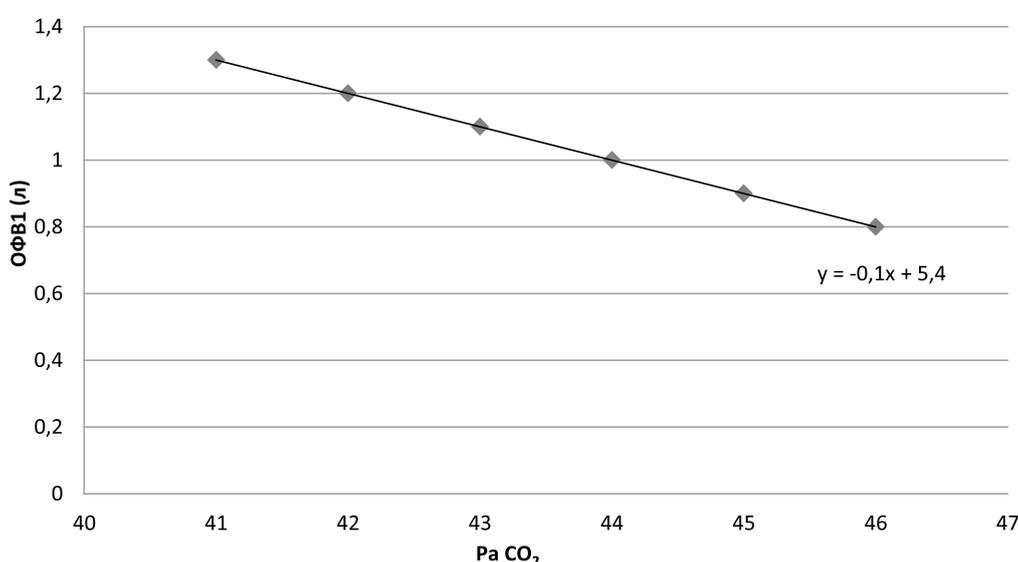


Рис. 2. Взаимосвязь прогнозируемого ОФВ1 и послеоперационной гиперкапнии у оперированных пациентов

Таблица 3

Прогнозирование ОДН и ЛСН после различных видов оперативных вмешательств у больных двусторонним туберкулезом легких

Показатели ФВД	ОДРЛ 5–7 сегментов, последовательные двусторонние резекции > 7 сегментов, торакопластики > 5 ребер, двусторонние коллапсохирургические вмешательства	ОДРЛ < 5 сегментов, последовательные резекции 5–7 сегментов, торакопластики 5-реберные
ЖЕЛ (%)	50–40	60–80
МВЛ (%)	50–40	60–80
ОФВ ₁	< 1 л	> 1 л
PaCO_2 мм рт.ст.	>45	<45
Индекс вентиляции	2500–4225	4225–6400
Рла	>35	<35
Прогноз	ОДН и ЛСН возможны	ОДН маловероятна

Выводы

Совершенствование способа определения функциональной операбельности, содержащего подсчет показателей ФВД методом спирографии и легочной перфузии с помощью радиоизотопного сканирования легких, а также изучения содержания газов в крови и электрокардиографических показателей позволяет достоверно спрогнозировать возникновение острой дыхательной и легочно-сердечной недостаточности в послеоперационном периоде у пациентов с двусторонним туберкулезом легких.

Список литературы

1. Елипашев А.А., Елькин А.В., Шпрыков А.С. Эффективность экономных резекций легких у больных с ле-

карственно устойчивым туберкулезом // Туберкулез и болезни легких. 2015. № 4. С. 467–468.

2. Перельман М.И., Отс О.Н., Агкацев Т.В. Хирургическое лечение туберкулеза при устойчивости микобактерии к химиопрепаратам // Consilium Medicum. 2011. Т. 13. № 3. С. 5–10.

3. Дьяченко Т.Ю. Математическое и физиологическое моделирование послеоперационного газообмена для прогноза операбельности легочных больных: дис. ... канд. мед. наук. Москва, 1992. 212 с.

4. Yusuf N., Rauf C.P., Yusuf N. Surgery in pleuro-pulmonary tuberculosis: On the comeback trail. *Astrocyte*. 2017. vol. 4. no. 2. P. 111–124. DOI: 10.4103/astrocyte.astrocyte_67_17.

5. Shiraishi Y. Surgical treatment of multidrug-resistant tuberculosis. *Kekkaku*. 2010. vol. 85. no. 5. P. 258–260.

6. Павлунин А.В., Шпрыков А.С. Туберкулез органов дыхания: учеб. пособие. Нижний Новгород: Издательство Нижегородской гос. медицинской академии, 2012. 422 с.