Топографо-анатомическая и морфометрическая характеристика оставшегося легкого после пневмонэктомии

ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ

Васюков Михаил Николаевич –
кандидат медицинских наук, врач
торакального хирургического
отделения ГБУЗ «ООКОД» (Оренбург,
Российская Федерация)
E-mail: mikl789@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3989-0472>

Васюков М.Н.¹, Каган И.И.², Третьяков А.А.²

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Оренбургский областной клинический онкологический диспансер», 460021, г. Оренбург, Российская Федерация

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 460000, г. Оренбург, Российская Федерация

Ключевые слова:

пневмонэктомия,
оставшееся легкое,
компьютерная томография,
послеоперационные
изменения

Актуальность. Оставшееся легкое подвержено изменениям после пневмонэктомии. Сведения о морфометрических и топографо-анатомических изменениях органа после пневмонэктомии носят описательный характер, их количественная характеристика отсутствует.

Цель – выявить закономерности топографо-анатомических изменений оставшегося легкого после лево- и правосторонней пневмонэктомии в различные сроки после операции.

Материал и методы. Анализировали компьютерные томограммы грудной клетки 50 пациентов (48 мужчин и 2 женщины) от 39 до 75 лет до и после пневмонэктомии (26 – слева, 24 – справа). Компьютерную томографию выполняли на 10–12-е сутки после операции, а также через 6 и 12 мес после вмешательства. Изучали объем легкого, поперечный размер медиастинальных грыж, их динамику. Выполняли 3D-моделирование легкого.

Результаты. После левосторонней пневмонэктомии объем правого легкого на 10-е сутки уменьшался на 9,7%, а через 12 мес увеличивался на 11,4% (до $4094,3 \pm 213,3$ см³), объем левого легкого уменьшался на 9,7%, через 12 мес увеличивался на 12,3% (до $3900,5 \pm 208,0$ см³). Объем легких увеличивался за счет смещения средостения и формирования медиастинальных грыж. После пневмонэктомии формируются передние и задние медиастинальные грыжи.

Заключение. Закономерно уменьшение объема легкого в раннем послеоперационном периоде и его последующее увеличение в отдаленные сроки после вмешательства. Частота возникновения и размеры медиастинальных грыж связаны с особенностями и степенью постпневмонэктомических изменений.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Васюков М.Н., Каган И.И., Третьяков А.А. Топографо-анатомическая и морфометрическая характеристика оставшегося легкого после пневмонэктомии // Клиническая и экспериментальная хирургия. Журнал имени академика Б.В. Петровского. 2021. Т. 9, № 1. С. 14–22. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-1-14-22>

Статья поступила в редакцию 04.09.2020. **Принята в печать** 29.01.2021.

Topographic-anatomical and morphometric characteristic of the remaining lung after pneumonectomy

Vasyukov M.N.¹, Kagan I.I.², Tretyakov A.A.²

¹ Orenburg Regional Clinical Oncology Dispensary, 460021, Orenburg, Russian Federation

² Orenburg State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 460000, Orenburg, Russian Federation

Background. Remaining lung is susceptible to changes after pneumonectomy. Information about the morphometric and topographic and anatomical changes of the organ after pneumonectomy is descriptive, their quantitative characteristics is lacking.

Aim – to reveal the patterns of topographic and anatomical changes in the remaining lung after left and right pneumonectomy at various postoperative periods.

Material and methods. Computed tomograms of the chest of 50 patients (48 men and 2 women) aged 39 to 75 years before and after pneumonectomy (26 on the left lung, 24 on the right lung) were examined. Computed tomography was performed on days 10–12, 6 and 12 months after surgery. The volume of the lung, the transverse size of mediastinal hernias, their dynamics were studied. 3D-modeling of the lung was performed.

Results. After left pneumonectomy, the volume of the right lung on the 10th day decreased by 9.7%, and after 12 months it increased by 11.4% (up to 4094.3 ± 213.3 cm³), the volume of the left lung decreased by 9.7%, after 12 months it increased by 12.3% (up to 3900.5 ± 208.0 cm³). The volume of the lungs increased due to the displacement of the mediastinum and the formation of mediastinal hernias. After pneumonectomy, anterior and posterior mediastinal hernias are formed.

Conclusion. The main regularity is a decrease in the volume in the early postoperative period and its subsequent increase in the long-term period after the intervention. The incidence and size of mediastinal hernias are associated with the features and degree of post-pneumonectomic changes.

Funding. The study had no sponsor support.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

For citation: Vasyukov M.N., Kagan I.I., Tretyakov A.A. Topographic-anatomical and morphometric characteristic of the remaining lung after pneumonectomy. Clinical and Experimental Surgery. Petrovsky Journal. 2021; 9 (1): 14–22. DOI: <https://doi.org/10.33029/2308-1198-2021-9-1-14-22> (in Russian)

Received 04.09.2020. **Accepted** 29.01.2021.

CORRESPONDENCE

Mikhail N. Vasyukov – MD, Surgeon of Thoracic Surgery Department, Orenburg Regional Clinical Oncology Dispensary (Orenburg, Russian Federation)
E-mail: mikl789@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-3989-0472>

Keywords:

pneumonectomy, remaining lung, computer tomography, postoperative changes

Основные топографо-анатомические изменения в грудной полости после пневмонэктомии формируются в виде главной триады: смещение средостения, поднятие купола диафрагмы и западение грудной клетки, что было показано еще в 1905 г. Ф.Р. Киевским в экспериментах на животных [1]. Значительно позднее, с середины XX столетия, предметом экспериментальных и клинических исследований стало оставшееся легкое после пневмонэктомии [2–4]. При этом основное внимание уделялось изучению компенсаторных и регенераторных возможностей оставшегося легкого на морфофункциональном, гистологическом, иммуногистохимическом уровнях и факторов, ко-

торые оказывают влияние на изменения оставшегося легкого [5–8]. Это привело к формированию целого научного направления в виде исследований компенсаторного роста оставшегося легкого после пневмонэктомии. Среди полученных данных было установлено, что оставшееся легкое после пневмонэктомии увеличивается в размерах, однако при этом могут формироваться медиастинальные грыжи и, как следствие, возникать осложнение в виде контралатерального пневмоторакса [9–11, 14]. Меньше внимания уделено топографо-анатомической и анатомометрической характеристике оставшегося легкого [12, 13], что и стало актуальной задачей настоящего исследования.

Рис. 1. Изменения объема оставшегося легкого после лево- и правосторонней пневмонэктомии

Fig. 1. Change in volume of the remaining lung after left and right pneumonectomy

Таблица 1. Динамика объема оставшегося легкого после лево- или правосторонней пневмонэктомии, см³

Сроки наблюдения	n	$X \pm S_x$	%	Min	Max
<i>Правое легкое после левосторонней пневмонэктомии</i>					
До операции	26	3585,4±141,1		2129,0	4977,0
Через 10 сут	26	3237,0±129,5	-9,0	1769,0	4766,0
Через 6 мес	25	3990,5±195,1	+11,1	1832,0	6098,0
Через 12 мес	22	4094,3±213,3	+11,4	2027,0	6226,0
<i>Левое легкое после правосторонней пневмонэктомии</i>					
До операции	24	3163,1±145,1		1704,0	4483,0
Через 10 сут	22	3080,9±164,7	-9,7	2282,0	4689,0
Через 6 мес	18	3616,0±153,6	+11,4	5115,0	5115,0
Через 12 мес	12	3900,5±208,0	+12,3	18	5487,0

Цель работы – выявление закономерностей топографо-анатомических и анатометрических изменений в оставшихся легких после лево- и правосторонней пневмонэктомии в различные сроки после операции.

Материал и методы

Материалом исследования были до- и послеоперационные компьютерные томограммы 50 пациентов, которым по показаниям (рак легкого) была выполнена пневмонэктомия: 48 мужчин и 2 женщины от 39 до 75 лет. 26 из них была выполнена лево-, а 24 – правосторонняя пневмонэктомия. Послеоперационный период протекал без осложнений, ведение постпневмонэктомической полости было пассивным.

Опухоль была диагностирована на основании предоперационных компьютерных томограмм. Послеоперационную компьютерную томографию (КТ) выполняли на 10–12-е сутки после операции, а также через 6 и 12 мес после вмешательства. Исследования выполняли с письменного согласия пациента, по медицинским показаниям, согласно стандартам диспансерного наблюдения онкологических больных. КТ выполняли на спиральных многосрезовых томографах в положении больного лежа на спине с задержкой дыхания на вдохе. Толщина среза – 5 мм, шаг стола – 5 мм, индекс реконструкции – 1,25 мм. Морфометрические характеристики легкого изучали на аксиальных срезах, а также на срезах во фронтальной и сагиттальной

проекции, полученных путем мультипланарной реконструкции. Поперечный размер медиастинальных грыж определяли по их наибольшей ширине на поперечных срезах относительно линии, проведенной через середину тела грудного позвонка.

Объем легкого вычисляли по контурам с помощью программы Vidar DICOM Viewer. 3D-моделирование легкого выполняли в программе Blender на основе выделенных контуров органа на аксиальных срезах томограмм.

Статистический анализ проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0.

Результаты

Показатели изменения объема оставшегося легкого после пневмонэктомии представлены в табл. 1 и на рис. 1.

Как следует из табл. 1, объем правого легкого через 10 сут после левосторонней пневмонии в среднем уменьшался на 9%, через 6 мес он увеличивался на 11,1%, а через 12 мес – на 11,4% по сравнению с дооперационным уровнем.

Среднее значение дооперационного объема левого легкого было меньше среднего объема правого легкого. После правосторонней пневмонэктомии объем оставшегося левого легкого через 10 сут после операции в среднем уменьшался на 9,7%, через 6 мес он в среднем увеличивался на 11,4%, а через 12 мес – на 12,3%, т.е. более интенсивно по сравнению с тем же периодом правого оставшегося легкого после левосторонней пневмонэктомии (см. рис. 1).

Таблица 2. Данные о частоте развития и динамике медиастинальных грыж оставшихся легких после пневмоний

Вариант наличия и отсутствия медиастинальных грыж	Число наблюдений					
	правое легкое		левое легкое		всего	
	через 10 сут	через 12 мес	через 10 дней	через 12 мес	через 10 дней	через 12 мес
Присутствуют передняя и задняя грыжа	17	21	2	4	19	25
Присутствует только передняя грыжа	4	–	16	7	20	7
Присутствует только задняя грыжа	1	–	1	–	2	–
Отсутствуют передняя и задняя грыжа	4	1	5	2	9	3
Всего наблюдений	26	22	24	13	50	35

Выявленная закономерность уменьшения средних значений объема оставшегося легкого после пневмонэктомии сочетается с широким диапазоном индивидуальных различий в разные сроки после операций. У правого оставшегося легкого такой диапазон через 10 сут после операции находился в пределах от -34 до +23%, через 6 мес – от -19 до +61%, через 12 мес – от -14 до +44%. У левого оставшегося легкого такой диапазон различий через 10 сут после операции находился в пределах от -24 до +20%, через 6 мес – от -11 до +32%, через 12 мес – от -33 до +43%. Крайние объемы оставшихся легких в разные сроки после операции в абсолютных цифрах представлены в табл. 1.

Из представленных данных следует, что выявленное уменьшение объема оставшегося легкого в раннем послеоперационном периоде имеет место не во всех случаях. Из 50 оперированных пациентов оно наблюдалось у 34, в том числе у 20 из 26 больных после левосторонней пневмонэктомии и у 14 из 25 пациентов после правосторонней пневмонэктомии.

Анализ изменений, происходящих в грудной полости после пневмонэктомии, показал, что объем оставшегося легкого меняется за счет нескольких факторов.

Во-первых, за счет смещения средостения в сторону операции. Нами установлено, что

Рис. 2. Размер передних медиастинальных грыж после пневмонэктомии слева

Fig. 2. The size of anterior mediastinal hernias after left pneumonectomy

через 6 мес после левосторонней пневмонэктомии средостение смещается влево на $48,0 \pm 7,4$ мм, а к 12 мес – на $49,7 \pm 9,0$ мм. После правосторонней пневмонэктомии средостение смещается вправо через 6 мес – на $24,5 \pm 8,6$ мм, к 12 мес – на $24,0 \pm 10,2$ мм. При этом индивидуальные пределы смещения средостения различны.

Во-вторых, увеличению оставшегося легкого способствует формирование медиастинальных грыж, т.е. пролабирование легкого на противоположную сторону грудной клетки. Медиастиналь-

Рис. 3. Передние медиастинальные грыжи после пневмонэктомий

Аксиальные томограммы пациентов после пневмонэктомии справа (А, Б, В – уровень Th₄) и пневмонэктомии слева (Г, Д, Е – уровень Th₄). Вид снизу. А, Г – 10 сут после операции; Б, Д – 6 мес; В, Е – 12 мес. 1 – передняя медиастинальная грыжа; 2 – линия, проведенная через середину тела грудного позвонка; 3 – восходящий отдел аорты; 4 – нисходящий отдел аорты; 5 – трахея; 6 – бифуркация трахеи; 7 – пищевод; 8 – постпневмонэктомическая полость; 9 – легочный ствол.

Fig. 3. Anterior mediastinal hernia after pneumonectomy

CT scans axial of patients after right pneumonectomy (A, B, C – Th₄ level) and left pneumonectomy (D, E, F – Th₄ level). Bottom view. A, D – 10 days after surgery; B, E – 6 months; C, F – 12 months. 1 – anterior mediastinal hernia; 2 – line drawn through the middle of the vertebra; 3 – ascending aorta; 4 – descending aorta; 5 – trachea; 6 – bifurcation of the trachea; 7 – esophagus; 8 – postpneumonectomy cavity; 9 – pulmonary trunk.

Рис. 4. Задняя медиастинальная грыжа после пневмонэктомии слева

Аксиальные томограммы пациентов после пневмонэктомии слева (уровень Th_{VIII}). Вид снизу. А – 10 сут после операции, Б – 6 мес после операции, В – 12 мес после операции. 2 – линия, проведенная через середину тела грудного позвонка; 4 – нисходящий отдел аорты; 7 – пищевод; 8 – постпневмонэктомическая полость; 10 – задняя медиастинальная грыжа; 11 – правый желудочек; 12 – левый желудочек.

Fig. 4. Posterior mediastinal hernia after pneumonectomy

CT scans axial of patients after left pneumonectomy (Th_{VIII} level). Bottom view. А – 10 days after surgery, Б – 6 months, В – 12 months. 2 – line drawn through the middle of the vertebra; 4 – descending aorta; 7 – esophagus; 8 – postpneumonectomy cavity; 10 – posterior mediastinal hernia; 11 – right ventricle; 12 – left ventricle.

ная легочная грыжа у пациентов после пневмонэктомии слева начинает формироваться уже в раннем послеоперационном периоде.

В табл. 2 представлены количественные данные о частоте медиастинальных грыж через 10 сут и 12 мес после пневмонэктомий.

Из табл. 2 следует, что после пневмонэктомий в раннем послеоперационном периоде преобладают варианты с передними и задними и только с передними медиастинальными грыжами, а через 12 мес – только в сочетании с передними и задними медиастинальными грыжами. Отсутствие медиастинальных грыж отмечено в 9 наблюдениях из 50 через 10 сут и в 3 наблюдениях из 35 через 12 мес. Для правого оставшегося легкого характерно преобладание варианта с сочетанием передней и задней медиастинальных грыж через 10 сут после операции, а через 12 мес это фактически единственный вариант. У левого оставшегося легкого в раннем послеоперационном периоде преобладал вариант с только передней медиастинальной грыжей. Отсутствие медиастинальных грыж в раннем послеоперационном периоде было отмечено в единичных наблюдениях

(4 у правого и 5 у левого оставшегося легкого), а через 12 мес свелось фактически к минимуму (1 справа и 2 слева).

Размеры, динамика развития и уровни формирования медиастинальных грыж представлены следующими данными.

На рис. 2 представлены размеры передних грыж после пневмонэктомии слева.

На 10-е сутки после операции передние легочные грыжи визуализировались у большинства пациентов (80,8%), они наблюдались на уровне Th_{V-VIII} . В среднем поперечный размер грыжи составил $26,3 \pm 2,9$ мм, она отмечалась на уровне Th_{VI} . Через 6 мес после операции на томограммах передняя грыжа увеличивалась по высоте и в поперечном размере: у 76% пациентов она фиксировалась на уровне Th_{IV-IX} . Размер на уровне Th_{VI} составил $47,3 \pm 3,6$ мм, причем максимальный размер грыжи достигал 90,0 мм. Через 12 мес после удаления левого легкого передняя медиастинальная грыжа сохраняла свои размеры по высоте, но увеличивалась по ширине – наибольшие размеры фиксировались на уровне Th_V – $57,3 \pm 5,2$ мм. Максимальное значение поперечного размера грыжи составило 103,0 мм.

На рис. 3, Г–Е представлены томограммы, на которых определяются передние медиастинальные грыжи после пневмонэктомии слева.

В послеоперационном периоде у пациентов после пневмонэктомии слева также формируются задние медиастинальные грыжи (рис. 4).

Задние грыжи встречались уже на 10-е сутки после операции, сохранялись и увеличивались к 12 мес. В раннем послеоперационном периоде у 53,9% задние грыжи фиксировались на уровне $Th_{III}-Th_{XI}$ с наибольшим размером на уровне Th_{VIII} ($17,8 \pm 2,3$ мм). Через 6 мес грыжи определялись у 87,5%, а

Рис. 5. Размер передних медиастинальных грыж после пневмонэктомии справа

Fig. 5. The size of anterior mediastinal hernias after right pneumonectomy

Рис. 6. Компьютерные томограммы пациентов через 12 мес после пневмонэктомии

Аксиальные томограммы пациентов через 12 мес после пневмонэктомии (вид снизу). А, Б – пациент Б. после пневмонэктомии справа. В, Г – пациент Н. после пневмонэктомии слева. А, В – уровень Th_{IV}; Б, Г – уровень Th_{VIII}. 3 – восходящий отдел аорты; 4 – нисходящий отдел аорты; 7 – пищевод; 8 – постпневмонэктомическая полость; 9 – легочный ствол; 12 – левый желудочек; 13 – печень; 14 – желудок; 15 – селезенка.

Fig. 6. Computed tomograms of patients 12 months after pneumonectomy

CT-scans axial of patients after 12 months after pneumonectomy (bottom view). А, В – patient Б. after right pneumonectomy right. С, D – patient Н. after left pneumonectomy. А, С – Th_{IV} level; В, D – Th_{VIII} level. 3 – ascending aorta; 4 – descending aorta; 7 – esophagus; 8 – postpneumonectomy cavity; 9 – pulmonary trunk; 12 – left ventricle; 13 – liver; 14 – stomach; 15 – spleen.

через 1 год – у 88,5% пациентов. Размер пролабирования увеличился: от $32,7 \pm 4,5$ до $35,6 \pm 5,5$ мм, соответственно (максимальный размер – 96,0 мм).

Передние медиастинальные грыжи после правосторонней пневмонэктомии также начинают формироваться в раннем послеоперационном периоде. Размеры легочных грыж в различные сроки после удаления правого легкого представлены на рис. 5.

На рис. 3, А–В представлены томограммы, на которых определяются передние медиастинальные грыжи после пневмонэктомии справа.

При анализе выяснилось, что в раннем послеоперационном периоде у 23,1% пациентов передние грыжи после правосторонней пневмонэктомии визуализировались на уровне с Th_{III} по Th_{IX}. Наибольший поперечный размер фиксировался на уровне Th_{IV} (среднее значение $25,9 \pm 3,2$ мм, максимальное – 49 мм). Через 6 мес грыжи увеличивались по высоте и ширине: они визуализировались до уровня Th_{XI}, а наибольший размер отмечался на уровне Th_V–Th_{VI} ($45,6 \pm 5,5$ мм, максимальный – 108 мм). Через 12 мес после удаления правого легкого передняя медиастинальная грыжа увеличивалась в основном в поперечном направлении: наибольший размер фиксировался на уровне Th_V (среднее значение – $47,6 \pm 8,9$ мм, максимальное – 121,0 мм).

Задние медиастинальные грыжи после правосторонней пневмонэктомии у 80% пациентов от-

сутствовали. У остальных пациентов грыжевые выпячивания формировались на двух уровнях: на уровне Th_{III}–Th_{IV} и на уровне Th_{VII}–Th_{XI}. Их размер составил $7,6 \pm 3,8$ и $10,0 \pm 2,5$ мм соответственно, и в течение года он практически не менялся.

Следует отметить, что у части пациентов передние грыжи не формировались: у этих пациентов отсутствовало смещение средостения и его органов, наблюдалось высокое положение купола диафрагмы и значительное количество экссудата в постпневмонэктомической полости (рис. 6).

На рис. 7 представлены 3D-модели легких через 12 мес после пневмонэктомии слева и справа. Видно, что передняя грыжа после операции слева заполняет передние отделы плевральной полости. На модели хорошо различима задняя медиастинальная грыжа.

Передняя медиастинальная грыжа после пневмонэктомии справа может распространяться до противоположной переднебоковой поверхности грудной стенки противоположной стороны и даже окутывать смещенное сердце.

Обсуждение

Прижизненное изучение изменений после удаления легкого показывает, что топографо-анатомические изменения затрагивают не только

Рис. 7. 3D-модели легкого через 12 мес после пневмонэктомии

3D-модели легкого после левосторонней (А, Б) и правосторонней (В, Г) пневмонэктомии. А, Б – вид спереди; В, Г – вид сзади. 1 – передняя медиастинальная грыжа; 2 – задняя медиастинальная грыжа; 3 – диафрагмальная поверхность; 4 – корень легкого; 5 – вдавление от сердца; 6 – вдавление от нисходящего отдела аорты.

Fig. 7. 3D-models of the lung 12 months after pneumonectomy

3D-models after left pneumonectomy (A, B) and right pneumonectomy (C, D). A, C – front view. B, D – back view. 1 – anterior mediastinal hernia; 2 – posterior mediastinal hernia; 3 – diaphragmatic surface; 4 – hilar region; 5 – impression of the heart; 6 – impression of the descending aorta.

А (A)

Б (B)

В (C)

Г (D)

средостение и его органы, грудную стенку и постпневмонэктомическую полость, но и оставшееся легкое. В представленной работе показано, что эти изменения затрагивают форму, объем органа, представлена количественная характеристика этих изменений. Результаты выполненного исследования согласуются с данными I. Bazwinsky-Wutschke и соавт. [13] в том, что увеличение оставшегося легкого незначительно и оно приводит к формированию передних и задних средостенных грыж. При сравнении степени увеличения объемов оставшегося легкого после лево- и правосторонней пневмонэктомии мы не получили достоверной разницы значений.

Передние легочные грыжи одинаково часто встречаются после лево- и правосторонней пневмонэктомии. Они возникают в раннем послеоперационном периоде и значительно увеличиваются у подавляющего числа пациентов к исходу первого года после операции. При сравнении средних значений размеров передних медиастинальных грыж после лево- и правосторонних пневмонэктомий достоверных различий не получено ($p=0,417$). Этот факт не согласуется с данными T. Maniwa и соавт. [10], которые в своей работе указывали на то, что после левосторонней пневмонэктомии грыжи больше.

Закономерность формирования грыжевых выпячиваний predeterminedена топографо-анатомическими изменениями органов грудной клетки в послеоперационном периоде. Пролабирование легочной ткани происходит в передних отделах, где правая и левая плевральные полости разделены лишь дубликатурой медиастинальной плевры. После пневмонэктомии слева передние грыжи формируются между передними отрезками ребер, грудиной с одной стороны и верхней полостью веной, восходящей частью аорты, правыми отделами сердца (в зависимости от уровня) – с другой, она может достигать переднебоковой поверхности грудной стенки противоположной стороны. После пневмонэктомии справа передняя грыжа ограничена спереди грудной стенкой (ребрами и грудиной), а сзади – левой плечеголовной веной, дугой аорты, ее восходящим отделом, легочным стволом и левой легочной артерией, правым, а затем левым желудочком. Грыжа может достигать боковых отделов грудной стенки противоположной стороны, а в нижнегрудных отделах ограничивается передним скатом купола диафрагмы.

При формировании задней медиастинальной грыжи после левосторонней пневмонэктомии легкое проникает на противоположную сторону перед

телом грудного позвонка. Спереди от грыжи в зависимости от уровня расположены бифуркация трахеи, правый главный бронх, правая легочная артерия, левое предсердие. Задней стенкой выпячивания является также нисходящий отдел аорты, которая, смещаясь влево и кзади, как бы открывает доступ легкому. В тех случаях, когда смещение нисходящего отдела аорты минимально и высоко стоит купол диафрагмы, предпосылки к формированию заднего грыжевого выпячивания отсутствуют. Наши данные об отсутствии задних грыж после правосторонней пневмонэктомии согласуются с результатами работы P. Biondetti и соавт. [15].

Таким образом, динамика объема оставшегося после пневмонэктомии легкого имеет значительные индивидуальные различия и свидетельствует об уменьшении объема в раннем послеоперационном периоде с последующим увеличением в отдаленные сроки после вмешательства (через 6 и 12 мес). При этом объем правого легкого после

левосторонней пневмонэктомии через 1 год после операции в среднем увеличивается на 11,4%, а объем левого легкого – на 12,3%. Для правого оставшегося легкого наиболее частым является развитие передних и задних медиастинальных грыж. Для левого легкого – только передних. Средний размер передних медиастинальных грыж через 12 мес после лево- и правосторонних пневмонэктомий: $55,6 \pm 5,2$ и $47,6 \pm 8,9$ мм. Средний размер задних медиастинальных грыж: $35,6 \pm 5,5$ и $10,0 \pm 2,5$ мм.

Частота возникновения и размеры медиастинальных грыж предположительно связаны с особенностями и степенью постпневмонэктомических изменений (смещения средостения, объема постпневмонэктомической полости, подъема купола диафрагмы).

Благодарность. Выражаем благодарность А. Гордиенко за оказанную помощь в создании 3D-моделей.

Литература

1. Киевский Ф.П. К учению о резекции легкого. Варшава, 1905. 220 с.
2. Линденбратен Д.С., Калиниченко А.А. Рентгенологические наблюдения над больным после операции удаления легкого // Хирургия. 1950. № 8. С. 59–67.
3. Копес S., Irwin R., Umali-Torres C., Balikian J., Conlan A. The postpneumectomy state // Chest. 1998. Vol. 114, N 4. P. 1158–1184. DOI: <https://doi.org/10.1378/chest.114.4.1158>
4. Munden R.F., O'Sullivan P.J., Liu P., Vaporciyan A.A. Radiographic evaluation of the pleural fluid accumulation rate after pneumonectomy // Clin. Imaging. 2015. Vol. 39, N 2. P. 247–250. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2014.11.001>
5. Романова Л.К. Регенерация легких в эксперименте и клинике. Москва : Медицина, 1971. 199 с.
6. Cagle P., Thurlbeck W. Postpneumectomy compensatory lung growth // Am. Rev. Respir. Dis. 1988. Vol. 138, N 5. P. 1314–1326. DOI: <https://doi.org/10.1164/ajrccm/138.5.1314>
7. Fernández L.G., Jones D.R., Isbell J.M., Laubach V.E. Compensatory Lung Growth after Pneumectomy. Intech Open Access Publisher, 2012.
8. Ghammad K., Fievez P., Remy P. Compensatory lung growth after pneumonectomy: case report // Acta Chir. Belg. 2015. Vol. 115, N 3. P. 234–236. DOI: <https://doi.org/10.1080/00015458.2015.11681104>
9. Багиров М.А., Красникова Е.В., Эгрешова А.Э., Ловачева О.В., Карпина Н.А., Пенаги Р.А. Пластика переднего средостения во время пневмонэктомии как профилактика и лечение медиастинальных грыж у больных фиброзно-кавернозным туберкулезом легких // Туберкулез и болезни легких. 2017. Т. 95, № 11. С. 36–40. DOI: <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2017-95-11-36-40>
10. Maniwa T., Saito Y., Saito T., Kaneda H., Ima-mura H. Evaluation of chest computed tomography in patients after pneumonectomy to predict contralateral pneumothorax // Gen. Thorac. Cardiovasc. Surg. 2009. Vol. 57, N 1. P. 28–32. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11748-008-0322-z>
11. Слепуха И.М. Клинико-рентгенологические характеристики лиц, перенесших пульмонэктомию в детском и подростковом возрасте через 15–25 лет после операции // Вестник хирургии имени Грекова. 1977. № 11. С. 48–53.
12. Padovani B. et al. Postoperative chest: normal imaging features // J. Radiol. 2009. Vol. 90, N 7–8. Pt 2. P. 991–1000. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0221-0363\(09\)73237-8](https://doi.org/10.1016/s0221-0363(09)73237-8)
13. Bazwinsky-Wutschke I., Paulsen F., Stövesandt D., Holzhausen H., Heine H., Peschke E. Anatomical changes after pneumonectomy // Ann. Anat. (Anatomischer Anzeiger). 2011. Vol. 193, N 2. P. 168–172. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2011.01.002>
14. Deutsch M., Martetschlaeger F., Muenzel D., D'Haese J., Krane M., Bauernschmitt R. et al. Combined spontaneous contralateral pneumothorax and post-pneumectomy mediastinal shift-associated dextrocardia // Thorac. Cardiovasc. Surg. 2011. Vol. 59, N 1. P. 60–62. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250202>
15. Biondetti P., Fiore D., Sartori F., Colognato A., Ravasini R., Romani S. Evaluation of the post-pneumectomy space by computed tomography // J. Comput. Assist. Tomogr. 1982. Vol. 6, N 2. P. 238–242. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004728-198204000-00002>

References

1. Kievsky F.R. To the doctrine of lung resection. Warsaw, 1905: 220 p. (in Russian)
2. Lindenbraten D.S., Kalinichenko A.A. X-ray observations of the patient after surgery to remove the lung. *Khirurgiya [Surgery]*. 1950; (8): 59–67. (in Russian)
3. Kopec S., Irwin R., Umali-Torres C., Balikian J., Conlan A. The postpneumonectomy state. *Chest*. 1998; 114 (4): 1158–84. DOI: <https://doi.org/10.1378/chest.114.4.1158>
4. Munden R.F., O'Sullivan P.J., Liu P., Vaporciyan A.A. Radiographic evaluation of the pleural fluid accumulation rate after pneumonectomy. *Clin Imaging*. 2015; 39 (2): 247–50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2014.11.001>
5. Romanova L.K. Lung regeneration in experiment and clinic. Moscow: Meditsina, 1971: 199 p. (in Russian)
6. Cagle P., Thurlbeck W. Postpneumonectomy compensatory lung growth. *Am Rev Respir Dis*. 1988; 138 (5): 1314–26. DOI: <https://doi.org/10.1164/ajrcm/138.5.1314>
7. Fernández L.G., Jones D.R., Isbell J.M., Laubach V.E. Compensatory Lung Growth after Pneumonectomy. In: *tech Open Access Publisher*, 2012.
8. Ghammad K., Fievez P., Remy P. Compensatory lung growth after pneumonectomy: case report. *Acta Chir Belg*. 2015; 115 (3): 234–6. DOI: <https://doi.org/10.1080/00015458.2015.11681104>
9. Bagirov M., Krasnikova E., Ergeshova A., Lovacheva O., Karpina N., Penagi R. Anterior mediastinal plastics during pneumonectomy as prevention and treatment of a mediastinal hernia in fibrous cavernous pulmonary tuberculosis patients. *Tuberkulez i bolezni legkikh [Tuberculosis and Lung Diseases]* 2017; 95 (11): 36–40. DOI: <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2017-95-11-36-40> (in Russian)
10. Maniwa T., Saito Y., Saito T., Kaneda H., Imamura H. Evaluation of chest computed tomography in patients after pneumonectomy to predict contralateral pneumothorax. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 2009; 57 (1): 28–32. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11748-008-0322-z>
11. Slepukha I.M. Clinical and retgenological characteristics of persons who underwent pulmonectomy in childhood and adolescence 15–25 years after surgery. *Vestnik khirurgii imeni I.I. Grekova [Bulletin of Surgery named after I.I. Grekov]*. 1977; (11): 48–53. (in Russian)
12. Padovani B., et al. Postoperative chest: normal imaging features. *J Radiol*. 2009; 90 (7–8 pt 2): 991–1000. DOI: [https://doi.org/10.1016 / s0221-0363 \(09\) 73237-8](https://doi.org/10.1016 / s0221-0363 (09) 73237-8)
13. Bazwinsky-Wutschke I., Paulsen F., Stövesandt D., Holzhausen H., Heine H., Peschke E. Anatomical changes after pneumonectomy. *Ann Anat (Anatomischer Anzeiger)*. 2011; 193 (2): 168–72. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2011.01.002>
14. Deutsch M., Martetschlaeger F., Muenzel D., D'Haese J., Krane M., Bauernschmitt R., et al. Combined spontaneous contralateral pneumothorax and post-pneumonectomy mediastinal shift-associated dextrocardia. *Thorac Cardiovasc Surg*. 2011; 59 (1): 60–2. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0030-1250202>
15. Biondetti P., Fiore D., Sartori F., Colognato A., Ravasini R., Romani S. Evaluation of the post-pneumonectomy space by computed tomography. *J Comput Assist Tomogr*. 1982; 6 (2): 238–42. DOI: <https://doi.org/10.1097/00004728-198204000-00002>