

Осцилляторная механика аппарата вентиляции в раннем послеоперационном периоде у пациентов, оперированных по поводу туберкулеза легких

О.С. Володич¹, Л.Д. Кирюхина¹, Н.В. Денисова¹, Н.Г. Нефедова¹,
А.О. Аветисян¹, Г.Г. Кудряшов¹, Л.И. Арчакова^{1,2}, П.К. Яблонский^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

² Санкт-Петербургский государственный университет

The impulse oscillometry technique in patients with pulmonary tuberculosis in pre- and post-operative surgical treatment

O. Volodich¹, L. Kiryukhina¹, N. Denisova¹, N. Nefedova¹,
A. Avetisyan¹, G. Kudryashov¹, L. Archakova^{1,2}, P. Yablonskiy^{1,2}

¹ St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology

² St. Petersburg State University

© Коллектив авторов, 2019 г.

Резюме

В связи с ростом числа больных с лекарственно устойчивым туберкулезом все чаще требуется включать хирургический этап в лечение данной категории пациентов. Оценка вентиляционной функции легких с помощью общепринятых методов исследования, требующих максимальных и форсированных дыхательных маневров, в раннем послеоперационном периоде невозможна. В связи с этим для контроля проходимости дыхательных путей после хирургического вмешательства был предложен метод импульсной осциллометрии (ИО), для которого достаточно обычного спокойного дыхания. **Цель исследования:** выявить особенности изменений параметров импульсной осциллометрии у больных с туберкулезом легких с разным объемом резекции легких в раннем послеоперационном периоде. **Материалы и методы.** Обследовано 73 пациента с туберкулезом легких, которым были проведены 22 сегментэктомии, 27 лобэктомий, 24 пневмонэктомии. Исходно параметры вентиляции оценивались методами спирометрии

и бодиплетизмографии, ИО выполнялась до и через 7–10 дней после операции. **Результаты.** В раннем послеоперационном периоде достоверно изменилось реактивное сопротивление на частоте 5 Гц, связанное с повышением эластического сопротивления в группах сегмент- и лобэктомий. Анализ средних отклонений после операции показал повышение общего дыхательного сопротивления и его резистивного компонента на частоте 5 Гц во всех группах. Резистанс на частоте 20 Гц в группах сегмент- и лобэктомий снизился, после пневмонэктомий повысился. **Заключение.** В раннем послеоперационном периоде при сегмент- и лобэктомиях наблюдалось ухудшение проходимости периферических дыхательных путей при снижении сопротивления центральных отделов. В группе пневмонэктомий резистивное сопротивление возрастало и в периферических и в центральных дыхательных путях.

Ключевые слова: функциональные легочные тесты, импульсная осциллометрия, хирургическое лечение туберкулеза легких

Summary

Owing to a growing number of patients with drug-resistant tuberculosis, it is increasingly demanding to include the surgical stage when treating this category of patients. The lungs ventilation function assessment by conventional research methods based on the maximum and forced respiratory maneuvers in the early post-operative period is impossible. Therefore, to control the post-operative airways, the impulse oscillometry technique (IO) was proposed, efficient for normal, quiet breathing. **Objective:** identifying the features of IO parameters changes in patients with pulmonary tuberculosis with various extent of pulmonary resection in the early post-operative period. **Materials and methods.** 73 pulmonary tuberculosis patients were examined with various extent of pulmonary resection: 22 segmentectomy, 27 lobectomy, 24 pneumonectomy. Initially, ventilation parameters were assessed by spirometry and

bodyplethysmography, IO was performed in pre-operative and in 7-10 post-operative days. Results: in the early post-operative period, the reactance at a frequency of 5 Hz significantly changed in the segment- and lobectomy groups. The mean deviations after surgery analysis showed an increase in a total respiratory resistance and resistance at 5 Hz in all groups. Resistance at 20 Hz in the segment- and lobectomy groups decreased, after pneumonectomy — increased. **Conclusion:** in the early postoperative period in the groups with the segment- and lobectomies there were an increase of the peripheral airways resistance and a decrease in the central airways resistance. In the group with pneumonectomies, resistance increased in the peripheral and central airways.

Keywords: lung functional testing, impulse oscillometry, surgical treatment of pulmonary tuberculosis

Введение

Туберкулез легких, несмотря на предпринимаемые меры, остается важной проблемой здравоохранения во всем мире. Российская Федерация входит в число 18 стран, для которых решение проблемы туберкулеза является приоритетной задачей [1, 2]. На долю Российской Федерации приходится 10% от всех случаев туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью в мире [3]. Неэффективность противотуберкулезной химиотерапии при распространенных деструктивных формах туберкулеза, неудачи в курации туберкулеза с множественной и широкой лекарственной устойчивостью микобактерий туберкулеза являются показаниями к хирургическому лечению таких больных [4]. Своевременное выполнение оперативного этапа лечения дополняет и улучшает результаты консервативной терапии, помогает прекратить бактериовыделение, ликвидировать нефункционирующие участки легочной ткани и ускорить выздоровление и реабилитацию больных [5–8]. Туберкулез органов дыхания вызывает как обструктивные, так и рестриктивные нарушения вентиляции легких [9]. Обструктивный синдром, встречающийся у большинства больных, связан как с самим туберкулезным процессом, так и с наличием сопутствующих неспецифических заболеваний легких и фактора курения [10, 11]. Туберкулез, в свою очередь, способствует формированию хронической неспецифической патологии легких, в том числе развитие бронхоэктазов и хронической обструктивной болезни легких [12–14]. Для выявления вентиляционных нарушений у больных с туберкулезом или перенесших его чаще всего используется спирометрия [15, 16]. Этот метод можно считать «золотым стандартом» в установ-

лении обструктивных нарушений механики дыхания. Однако он требует проведения максимальных и форсированных дыхательных маневров, высокой степени кооперации пациента с медицинским персоналом и отсутствия физиологических препятствий для активных экскурсий грудной клетки. Наличие болевого синдрома в грудной полости, дренажей, кровохарканья, легочных кровотечений препятствует активным дыхательным движениям, получение достоверных данных о функциональных возможностях пациента в таких случаях невозможно.

Метод форсированных осцилляций и его модификация, импульсная осциллометрия (ИО), основаны на изучении частотных свойств аппарата вентиляции в ответ на внешний осцилляторный поток [17]. Методика не требует от пациента специальных дыхательных маневров и может применяться в послеоперационном периоде. Однако следует учитывать, что форсированный выдох, необходимый для получения привычных для клиницистов параметров спирометрии, является нагрузочным тестом и выявляет отклонения в функционировании дыхательных путей в условиях резкого повышения плеврального давления, при спокойном дыхании измерения параметров спирометрии неинформативны. С помощью импульсной осциллометрии объективные данные о механических свойствах аппарата вентиляции можно получить в условиях покоя, что принципиально отличает этот метод исследования. У пациентов с отсутствием нарушений при спокойном дыхании могут выявляться отклонения при нагрузочных тестах, но если патологические отклонения выявляются уже в состоянии покоя, то функциональные возможности в условиях повышенных требований будут значимо ограничены. С помощью ИО

определяют общее сопротивление потоку воздуха, которое оказывает весь аппарат вентиляции (дыхательный импеданс) и его компоненты (резистанс и реактанс), также этот метод позволяет оценить уровень обструкции [18]. Общее дыхательное сопротивление является суммой фрикционного, эластического и инерционного сопротивления аппарата вентиляции. Фрикционное сопротивление, или резистанс (R), измеряемое с помощью ИО, включает аэродинамический и тканевой компоненты. В основном резистанс обусловлен трением молекул газа внутри самой воздушной струи и о стенки трахеобронхиального дерева (аэродинамический компонент). В меньшей степени в его величину вносит вклад трение перемещающихся тканей легких и грудной клетки (тканевой компонент). Реактанс (X) состоит из суммы эластического сопротивления (легких, дыхательных путей и грудной клетки) и инерционного сопротивления (смещающихся при дыхании тканей легких, грудной клетки, дыхательных путей и воздуха). Определить реальные значения эластического и инерционного сопротивлений нельзя, но по их суммарной величине (компоненту X) можно судить о преобладании того или другого сопротивления при разных частотах. Метод показал высокую информативность для диагностики и контроля лечения обструктивных заболеваний легких у взрослых и детей, большую чувствительность в выявлении периферической обструкции дыхательных путей, чем спирометрия [19–21]. В единичных исследованиях метод форсированных осцилляций применяли для оценки влияния наркоза во время операций на механику дыхания [22, 23]. Динамика изменений вязкостного (фрикционного) дыхательного сопротивления, измеренного методом форсированных осцилляций, может служить индикатором течения туберкулезного процесса, а метод импульсной осциллометрии может применяться для выявления нарушений проходимости дыхательных путей у больных туберкулезом [24, 25]. Диагностические возможности метода импульсной осциллометрии у оперированных больных туберкулезом легких ранее изучены не были.

Цель исследования

Выявить особенности изменений параметров импульсной осциллометрии в раннем послеоперационном периоде у больных, перенесших хирургический этап комплексного лечения туберкулеза легких.

Материалы и методы исследования

Проведено проспективное обсервационное исследование с набором материала в 2016–2018 гг. на базе Центра торакальной хирургии ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт

фтизиопульмонологии» Минздрава России. В исследование вошло 73 пациента с различными формами туберкулеза легких, прооперированных по поводу туберкулеза легких. Диагноз туберкулеза у больных был верифицирован гистологическим методом, у всех в операционном материале выявлена морфологическая картина туберкулезного воспаления разной степени активности. Более половины больных были бактериовыделителями — 44 человека (60%), из них у 18 выявлялась множественная, у 24 — широкая лекарственная устойчивость микобактерий туберкулеза (МБТ), у 2 человек была полирезистентность МБТ.

Критерии включения:

- пациенты старше 18 лет с верифицированным диагнозом туберкулеза легких (этиологическими или гистологическими методами);
- наличие хирургического этапа в комплексном лечении туберкулеза легких.

Критерии исключения:

- операции на органах грудной клетки в анамнезе;
- генерализованный туберкулез с поражением позвоночника и другие заболевания, ограничивающие подвижность грудной клетки;
- сердечная недостаточность с фракцией выброса <40%.

Схема исследования представлена на рис. 1.

По типу оперативного вмешательства больные были разделены на группы: сегментэктомии (СЭ) — 22 человека, лобэктомии (ЛЭ, сюда же вошли и два пациента с билобэктомиями) — 27 человек, пневмонэктомии (ПЭ) — 24 человека. Характеристика обследованных больных представлена в табл. 1.

Во всех трех группах средний возраст составлял до 40 лет, хотя пациенты из группы ПЭ были старше больных из группы СЭ. Индекс массы тела был

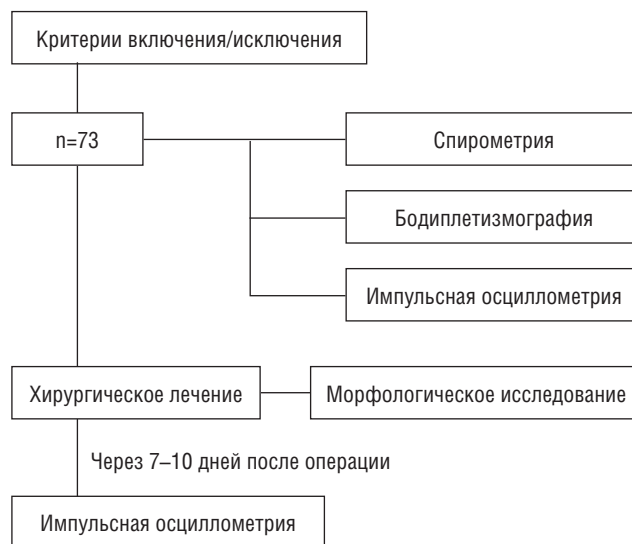


Рис. 1. Дизайн исследования: n — количество пациентов

Клиническая характеристика больных

Параметр	Сегментэктомия (n=22)	Лобэктомия (n=27)	Пневмонэктомия (n=24)
Средний возраст (M±SD), годы	33,0±7,3	35,6±13,7	39,2±9,4*
Индекс массы тела (M±SD)	23,9±4,7	23,2±4,1	21,3±2,8
Муж./жен., абс. (%)	11 (50,0)/11 (50,0)	20 (74,1)/7 (25,9)	13 (54,2)/11 (45,8)
Курение, абс. (%)	20 (90,1)	22 (81,5)	20 (83,3)
ЖЕЛ, %Д (M±SD)	110,2±9,6	103,9±14,5	75,5±15,0**
ОФВ ₁ , %Д (M±SD)	101,6±11,8	94,3±18,0	59,3±15,5*

Примечание: ЖЕЛ — жизненная емкость легких; ОФВ₁ — объем форсированного выдоха за первую секунду; Д — должная величина.

* $p < 0,05$ для группы ПЭ по сравнению с группой СЭ; ** $p < 0,05$ для группы ПЭ по сравнению группами СЭ и ЛЭ.

в пределах нормальных значений во всех группах. В группе СЭ и ПЭ количество мужчин и женщин было одинаковым, в группе ЛЭ преобладали мужчины. Большинство обследованных курили. В группе ПЭ вентиляционные параметры были достоверно ниже, чем в группах СЭ и ЛЭ: в среднем по группе жизненная емкость легких (ЖЕЛ) была умеренно снижена, объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ₁) значительно снижен.

Формы туберкулеза легких у больных в группах различались: сегментэктомии и лобэктомии выполнялись при туберкулемах, кавернозном (КТЛ) и фиброзно-кавернозном туберкулезе (ФКТ), пневмонэктомии — только при ФКТ. Распределение больных по диагнозам указано на рис. 2.

Всем больным до операции оценивали вентиляционную способность легких классическими методами исследования механики дыхания (спирометрия, бодиплетизмография) на установке экспертной диагностики функции внешнего дыхания MasterScreen Body

Diffusion (VIASYS Healthcare, Германия). Интерпретацию данных и определение вариантов нарушений механики дыхания проводили согласно рекомендациям совместной рабочей группы Американского торакального общества и Европейского респираторного общества по стандартизации легочных функциональных тестов (2005) [26].

Импульсную осциллометрию выполняли до и через 7–10 дней после хирургического лечения с помощью прибора MasterScreen с модулем импульсной осциллометрии (VIASYS Healthcare, Германия) в соответствии с рекомендациями рабочей группы Европейского респираторного общества [27]. Для обеспечения надежности результатов проводили не менее трех повторных маневров и рассчитывали усредненные данные из них с коэффициентом вариации менее 10%. Для оценки отклонений от нормы измеренные значения показателей соотносили с должными величинами (Д), предложенными фирмой-разработчиком. Анализировались параметры: дыхательный импеданс при частоте осцилляций 5 Гц (Z_5), резистанс на частоте 5 (R_5) и 20 (R_{20}) Гц, отклонение реактанса на частоте 5 Гц от должной величины X_5 (ΔX_5), площадь реактанса (АХ).

В зависимости от комбинации изменений резистанса и реактанса определяли паттерны вентиляционной способности: норма ($R_5, R_{20} < 140\%$ Д, $\Delta X_5 \leq 0,15$ кПа/л/с), генерализованная обструкция ($R_5, R_{20} \geq 140\%$ Д, $\Delta X_5 \geq 0,15$ кПа/л/с), центральная обструкция ($R_{20} > 140\%$ Д, $\Delta X_5 \leq 0,15$ кПа/л/с), периферическая обструкция ($R_5 \geq 140\%$ Д, $R_{20} < 140\%$ Д, $\Delta X_5 \geq 0,15$ кПа/л/с).

Исследование утверждено этическим комитетом ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России.

Для анализа полученных данных использовали методы описательной статистики, сравнение независимых групп с помощью U-критерия Манна–Уитни и критерия χ^2 Пирсона с использованием статистического пакета Statistica (Statistica 10, StatSoft, Inc., USA). Количественные данные представлены в виде

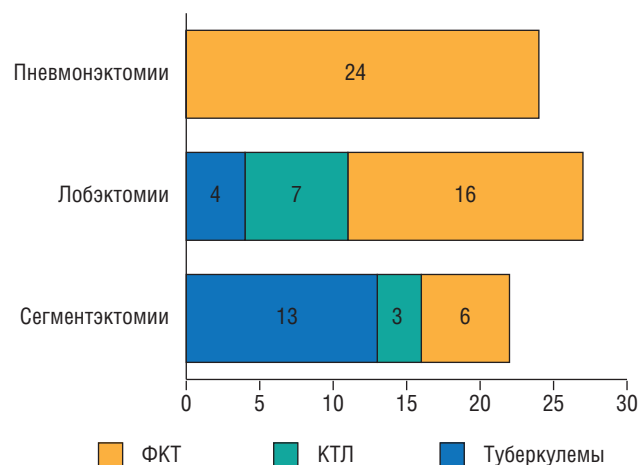


Рис. 2. Распределение больных по формам туберкулеза. КТЛ — кавернозный туберкулез легких; ФКТ — фиброзно-кавернозный туберкулез

арифметического среднего (M) с учетом стандартного отклонения (SD). Для качественных переменных рассматривались абсолютное количество (n) и доля (%). Достоверными считались результаты при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Анализ вентиляционной способности легких в режиме максимальных и форсированных дыхательных маневров методами спирометрии и бодиплетизмографии до операции показал, что обструктивный вариант нарушений механики дыхания наблюдался во всех группах, а у больных с лобэктомиями и пневмонэктомиями преобладал. Данные нарушения выявлены у 36,4% пациентов с СЭ, у 63,0% — с ЛЭ и у 67,0% — с ПЭ. При этом у 5 больных (22,7%) с СЭ и у 5 (18,5%) с ЛЭ обнаружено изолированное повышение остаточного объема легких, что свидетельствовало об обструкции мелких дыхательных путей. Рестриктивный вариант наруше-

ний встречался в единичных случаях в группах с лобэктомиями и пневмонэктомиями (3,7 и 8% соответственно). Наиболее тяжелые смешанные вентиляционные нарушения выявлены только в группе ПЭ (25%) (рис. 3).

Оценка механических свойств легких при спокойном дыхании методом импульсной осциллометрии показала, что у пятой части больных из группы СЭ (23%) и почти у трети с ЛЭ (30%) наблюдались обструктивные нарушения, преимущественно центральных дыхательных путей. В группе пациентов с ПЭ нарушения проходимости дыхательных путей при спокойном дыхании встречались чаще — у 63% обследованных, у половины из них обструкция была генерализованной (табл. 2).

Сравнение значений показателей импульсной осциллометрии в каждой группе до и после операций представлено в табл. 3. Средние параметры резистанса и реактанса в группах СЭ и ЛЭ находились в пределах нормы и до, и после операции. Наблюдался достаточно большой разброс параметров, но отклонение

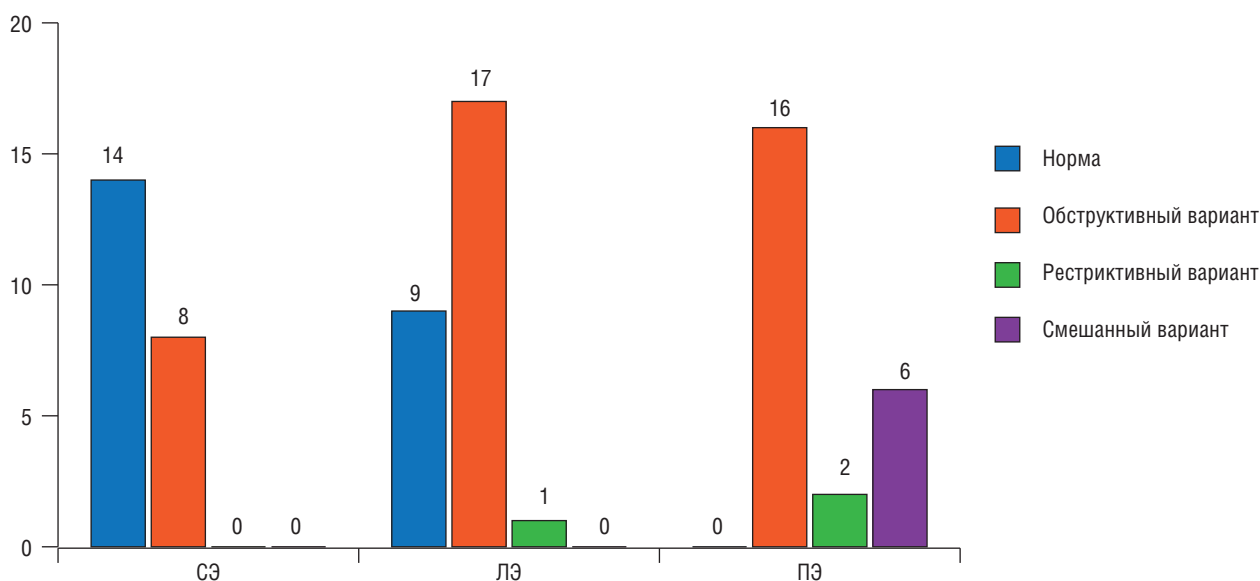


Рис. 3. Варианты вентиляционных нарушений, выявленные до оперативного лечения (n)

Таблица 2

Варианты вентиляционных нарушений по данным импульсной осциллометрии в зависимости от типа операций [абс. (%)]

Варианты результатов импульсной осциллометрии	Сегментэктомия (n=22)	Лобэктомия (n=27)	Пневмонэктомия (n=24)	Всего (n=73)
Норма	17 (77,3)	19 (70,4)	9 (37,5)	45 (61,6)
Обструкция:				
генерализованная	1 (4,5)	3 (11,1)	12 (50,0)	16 (21,9)
центральная	4 (18,2)	4 (14,8)	3 (12,5)	11 (15,1)
периферическая	0	1 (3,7)	0	1 (1,4)

Таблица 3

Параметры импульсной осциллометрии до и после операции

Параметры ИО	M±SD до операции	M±SD после операции	p
Сегментэктомии			
Z ₅ , % Д	103,88±28,92	111,04±24,02	0,49
R ₅ , % Д	103,47±23,05	106,04±23,55	0,75
R ₂₀ , % Д	119,37±27,95	116,83±24,71	0,97
X ₅ , кПа/л/с	-0,08±0,03	-0,10±0,04	0,07
ΔX ₅	0,08±0,03	0,11±0,04	0,04
RF, Гц	9,62±1,68	11,12±2,83	0,08
Лобэктомии			
Z ₅ , % Д	120,38±31,57	123,61±34,82	0,66
R ₅ , % Д	116,19±28,72	118,22±31,69	0,72
R ₂₀ , % Д	129,80±25,60	129,01±27,54	0,84
X ₅ , кПа/л/с	-0,09±0,04	-0,11±0,04	0,05
ΔX ₅	0,10±0,05	0,11±0,04	0,03
RF, Гц	10,75±4,06	11,48±3,72	0,35
Пневмонэктомии			
Z ₅ , % Д	153,03± 40,02	156,99±36,81	0,64
R ₅ , % Д	142,31±31,64	145,21±29,55	0,64
R ₂₀ , % Д	138,39±28,55	145,03±23,26	0,53
X ₅ , кПа/л/с	-0,17±0,10	-0,18±0,08	0,56
ΔX ₅	0,17±0,10	0,18±0,09	0,67
RF, Гц	17,93±6,19	17,15±8,17	0,56

реактанса на частоте 5 Гц (ΔX₅) в группах с ограниченными резекциями было достоверным. В группе пневмонэктомий до операции были повышены Z₅, R₅, смещен реактанс в сторону низких частот, R₂₀ был на верхней границе нормы. Такая комбинация изменений параметров отражает наличие обструктивных изменений преимущественно в периферических отделах. Через 7–10 дней после ПЭ отмечалась тенденция к повышению сопротивления на всем диапазоне частот, резистивное сопротивление в центральных отделах дыхательных путей (R₂₀) повысилось до уровня умеренных нарушений. Однако достоверной разницы показателей до и после хирургического лечения выявлено не было.

При анализе средних отклонений параметров ИО после операции установлено, что общее дыхательное сопротивление на частоте 5 Гц в раннем послеоперационном периоде повысилось при всех объемах оперативного вмешательства (рис. 4). При СЭ и ЛЭ

наблюдалось повышение резистанса на частоте 5 Гц и снижение на частоте 20 Гц, что характеризует повышение сопротивления в периферических отделах дыхательных путей при снижении сопротивления центральных отделов. В группе ПЭ резистивное сопротивление возрастало на всем диапазоне частот, но на частоте 20 Гц увеличение резистанса оказалось более выраженным, что свидетельствовало об ухудшении проходимости центральных дыхательных путей.

Во всех группах также было выявлено увеличение площади реактанса (AX), преимущественно из-за увеличения отклонения реактанса на частоте 5 Гц (ΔX), особенно выраженного в группах с ограниченными резекциями (рис. 5). Смещение реактивного сопротивления в область низких частот неспецифично и может быть связано как с ухудшением проходимости периферических дыхательных путей, так и с нарастанием эластического сопротивления аппарата вентиляции, что увеличивает нагрузку на дыхательные мышцы и создает дополнительное препятствие к эффективному откашливанию.

С учетом большого разброса значений параметров в раннем послеоперационном периоде был проведен индивидуальный анализ данных ИО. В группе СЭ выявлено значимое ухудшение проходимости дыхательных путей у 3 пациентов (13,6%) — у 2 пациентов до СЭ была выявлена центральная обструкция, после оперативного вмешательства нарушения проходимости дыхательных путей стали генерализованными, у одного пациента исходно измеренные показатели ИО находились в пределах нормы, после СЭ зарегистрирована обструкция центральных дыхательных путей. Наблюдалась и противоположная динамика — у одного пациента (4,5%) уже в раннем послеоперационном периоде проходимость дыхательных путей при спокойном дыхании восстановилась до нормального уровня.

После ЛЭ значимое ухудшение вентиляционной способности по данным ИО наблюдалось в 5 случаях (18,5%): у 3 обследованных при исходно нормальной вентиляции в покое после операции развилась генерализованная обструкция; у одного пациента до ЛЭ выявлена центральная обструкция, после операции нарушения стали генерализованными; у одного обследованного исходно нарушений выявлено не было, после ЛЭ зарегистрированы признаки нарушений проходимости центральных отделов дыхательных путей. В группе ЛЭ также были пациенты с улучшением проходимости дыхательных путей в раннем послеоперационном периоде (n=3, 11%), у 2 из них при исходном исследовании до операции выявлен бронхоспазм и они получали дополнительную бронхолитическую терапию, в послеоперационном периоде на фоне терапии нарушений вентиляции при спокойном дыхании не выявлено.

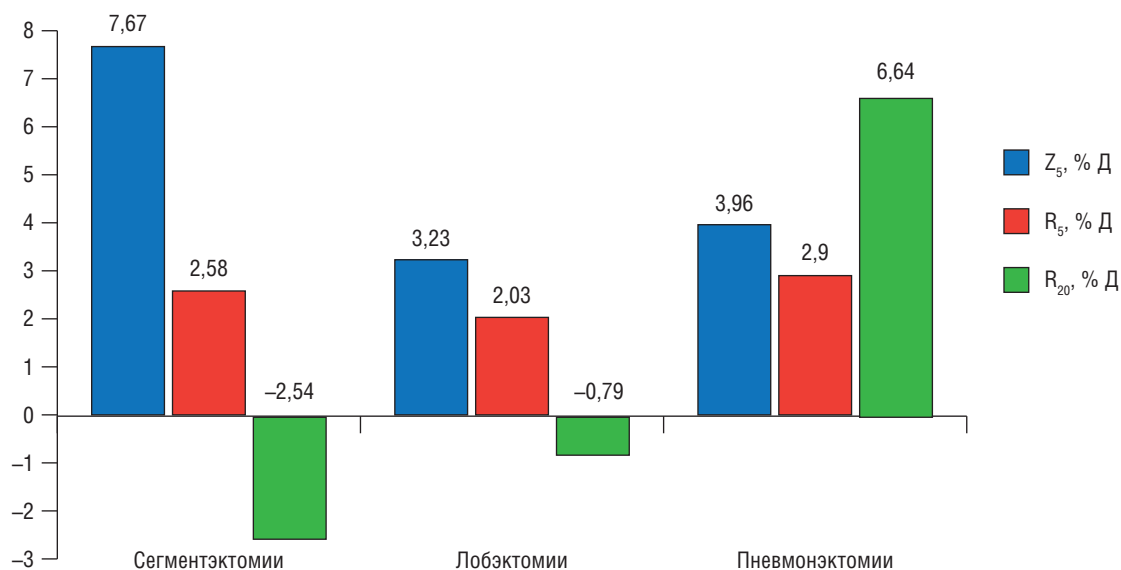


Рис. 4. Средние отклонения общего дыхательного сопротивления (Z_5) и резистанса на частоте 5 Гц (R_5) и на частоте 20 Гц (R_{20}) (% Д). Д — должная величина

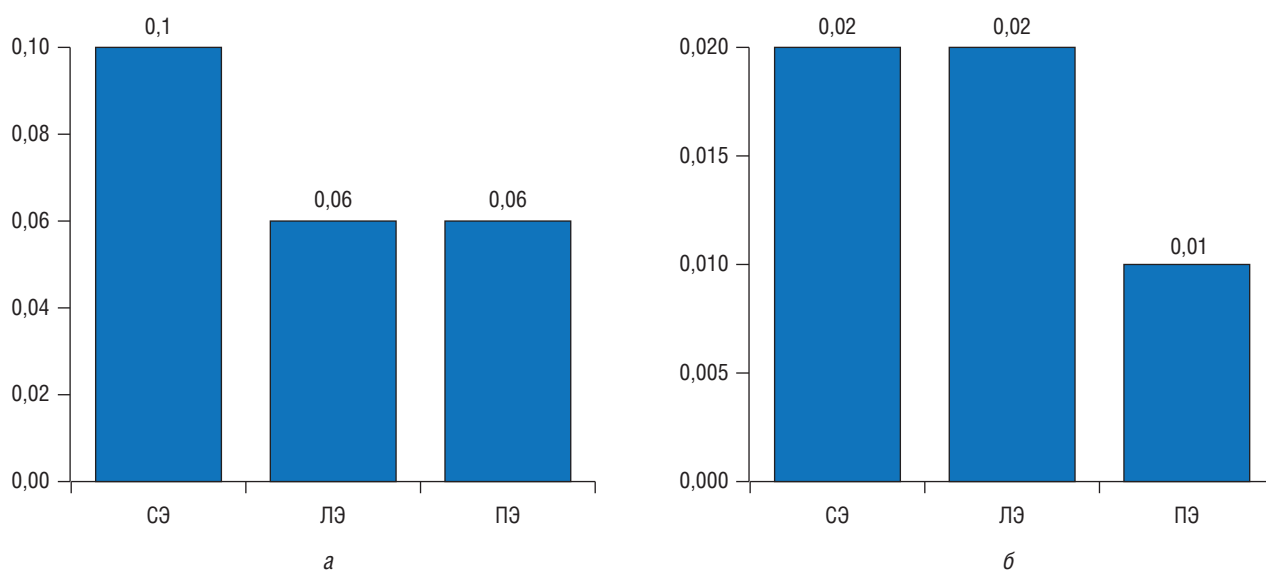


Рис. 5. Средние отклонения параметров реактанса: а — площади реактанса (AX, кПа/л); б — отклонения реактанса на частоте 5 Гц от должной величины (ΔX_5 , кПа/л/с)

У больных из группы пневмонэктомий выраженные изменения общего дыхательного сопротивления и его компонентов наблюдались до оперативного вмешательства и сохранялись в раннем послеоперационном периоде, но у 9 пациентов (37,5%) были выявлены значительные изменения — у 6 человек обструкция стала генерализованной, у 3 увеличилась выраженность нарушений в центральных отделах бронхиального дерева. Улучшение параметров вентиляции после ПЭ наблюдалось у 3 пациентов, у которых также до операции был выявлен бронхоспазм и которые получали бронхолитическую терапию.

Выводы

В раннем послеоперационном периоде общее дыхательное сопротивление повысилось при всех объемах оперативного вмешательства. При сегмент- и лобэктомиях наблюдалось ухудшение проходимости периферических дыхательных путей (повышение резистивного сопротивления на частоте 5 Гц) при снижении сопротивления центральных отделов (снижение резистанса на частоте 20 Гц).

В группе пневмонэктомий резистивное сопротивление возрастало на всем диапазоне частот, но на

частоте 20 Гц увеличение резистанса оказалось более выраженным, что свидетельствовало об ухудшении проходимости центральных дыхательных путей.

У пациентов со всеми объемами оперативного вмешательства в раннем послеоперационном периоде выявлены признаки повышения эластического сопротивления, что проявлялось смещением реактивного сопротивления на низких частотах. В группе с пневмоэктомиями признаки повышения эластического сопротивления были значительно выражены и

на дооперационном этапе, смещение реактивного сопротивления после операции было ниже, чем в группах с сегмент- и лобэктомиями.

Импульсная осциллометрия может быть использована для выявления нарушений проходимости дыхательных путей при спокойном дыхательном режиме в раннем послеоперационном периоде с уточнением типа обструкции (генерализованная, центральная, периферическая).

Список литературы

1. Васильева И.А., Белиловский Е.М., Борисов С.Е., Стерликов С.А. Заболеваемость, смертность и распространенность как показатели бремени туберкулеза в регионах ВОЗ, странах мира и в Российской Федерации. Часть 1. Заболеваемость и распространенность туберкулеза. Туберкулез и болезни легких 2017; 95 (6): 9–21. [Vasilyeva I.A., Belilovsky E.M., Borisov S.E., Sterlikov S.A. Incidence, mortality and prevalence as indicators of tuberculosis burden in WHO regions, countries of the world and the Russian Federation. Part 1. Tuberculosis incidence and prevalence. Tuberculosis and Lung Diseases 2017; 95 (6): 9–21. (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2017-95-6-9-21.
2. Нечаева О.Б. Эпидемическая ситуация по туберкулезу в России. Туберкулез и болезни легких 2018; 96 (8): 15–24. [Nechaeva O.B. TB situation in Russia. Tuberculosis and Lung Diseases 2018; 96 (8): 15–24 (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2018-96-8-15-24.
3. Global tuberculosis report 2018. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. https://www.who.int/tb/publications/global_report/en/
4. Применение хирургических методов в лечении туберкулеза легких // Фтизиатрия. Национальные клинические рекомендации / под ред. П.К. Яблонского. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015: 176–187. [Primenenie hirurgicheskikh metodov v lechenii tuberkuleza legkih. Ftiziatrija // Nacional'nye klinicheskie rekomendacii / pod red. P.K. Jablonskogo. Moscow: GEOTAR-Media; 2015: 176–187 (In Russ.)].
5. Кудряшов Г.Г., Васильев И.В., Ушков А.Д. и др. Непосредственные результаты мини-инвазивных лобэктомий при локализованном одностороннем туберкулезе легких: сравнение робот-ассистированного и видеоторакоскопического доступов. Медицинский альянс 2018; (1): 51–59. [Kudriashov G., Vasilev I., Ushkov A. et al. Immediate results of minimally invasive lobectomy for localized single-sided pulmonary tuberculosis: comparison of robot-assisted and video-assisted approaches. Medicinskij al'yans 2018; (1): 51–59. (In Russ.)].
6. Батыршина Я.Р., Краснов В.А., Петренко Т.И. Результаты лечения туберкулеза с множественной и широкой лекарственной устойчивостью возбудителя и эффективность резекционной хирургии у пациентов с факторами риска неблагоприятных исходов. Туберкулез и болезни легких 2016; 94 (5): 28–34. [Batyrsheina Y.R., Krasnov V.A., Petrenko T.I. Treatment outcomes of multiple and extensive drug resistant tuberculosis and efficiency of surgical resections in patients with high risk of unfavorable outcomes. Tuberculosis and Lung Diseases 2016; 94 (5): 28–34. (In Russ.)]. doi: 10.21292/2075-1230-2016-94-5-28-34.
7. Ворончихин Т.А., Аветисян А.О., Васильев И.В. и др. Результаты комплексного лечения ограниченного фиброзно-кавернозного туберкулеза легких. Медицинский альянс 2018; (3): 56–64. [Voronchihin T., Avetisyan A., Vasil'ev I. et al. Results of complex treatment of limited fibrous-cavernous pulmonary tuberculosis. Medicinskij al'yans 2018; (3): 56–64 (In Russ.)].
8. Yablonskiy P.K., Kudriashov G.G., Avetisyan A.O. Surgical Resection in the Treatment of Pulmonary Tuberculosis. Thoracic surgery clinics 2019; 29 (1): 37–46.
9. Amaral A.F.S., Coton S., Kato B. et al. Tuberculosis associates with both airflow obstruction and low lung function: BOLD results. Eur. Respir. J. 2015; 46 (4): 1104–1112. doi: 10.1183/13993003.02325-2014.
10. Жукова Е.М. Влияние ведущих специфических и неспецифических факторов на развитие бронхообструкции у больных туберкулезом органов дыхания. Туберкулез и болезни легких 2015; (5): 72–74. [Zhukova E.M. Impact of leading specific and non-specific factors on the development of bronchial obstruction in respiratory tuberculosis patients. Tuberculosis and Lung Diseases 2015; (5): 72–74. (In Russ.)].
11. Chushkin M.I., Ots O.N. Impaired pulmonary function after treatment for tuberculosis: the end of the disease? J. Bras. Pneumol. 2017; 43 (1): 38–43. doi: 10.1590/S1806-37562016000000053.
12. Byrne A.L., Marais B.J., Mitnick C.D. et al. Tuberculosis and chronic respiratory disease: a systematic review. Int. J. Infect. Dis. 2015; 32: 138–146. doi: 10.1016/j.ijid.2014.12.016.
13. Dudnyk A., Blyzniuk S., Pavel'chuk O. et al. Initial airflow obstruction in new cases of pulmonary tuberculosis: Complication, comorbidity or missed? Indian J. Tuberc. 2018; 65 (1): 63–69. doi: 10.1016/j.ijtb.2017.03.005.
14. Osman R.K., Mortimer K., Bjune G., El Sony A.I. Chronic respiratory disease in adults treated for tuberculosis in Khartoum, Sudan. Public Health Action 2016; 6 (3): 199–204.
15. Choi C.J., Choi W.S., Lee S.Y. et al. The Definition of Past Tuberculosis Affects the Magnitude of Association between Pulmonary Tuberculosis and Respiratory Dysfunction: Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008–2012. J. Korean Med. Sci. 2017; 32 (5): 789–795. doi: 10.3346/jkms.2017.32.5.789.
16. Panda A., Bhalla A.S., Sharma R. et al. Correlation of chest computed tomography findings with dyspnea and lung functions in post-tubercular sequelae. Lung India 2016; 33 (6): 592–599. doi: 10.4103/0970-2113.192871.
17. Bickel S., Popler J., Lesnick B. et al. Impulse Oscillometry Interpretation and Practical Applications. Chest 2014; 146 (3): 841–847. doi: 10.1378/chest.13-1875.
18. Кирюхина Л.Д., Зильбер Э.К. Импульсная осциллометрия // Функциональная диагностика / под ред. Н.Ф. Берестень, В.А. Сандрикова, С.И. Федоровой. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2019: 609–616. [Kirjuhina L.D., Zil'ber Je.K. Impul'snaja oscilometrija // Funkcional'naja diagnostika / pod red. N.F. Beresten', V.A. Sandrikova, S.I. Fedorovoj. Moscow: GEOTAR-Media; 2019: 609–616 (In Russ.)].

19. Савушкина О.И., Черняк А.В., Крюков Е.В. и др. Импульсная осциллометрия в диагностике обструкции дыхательных путей среднетяжелой степени выраженности. Клиническая практика 2018; 9 (4): 33–39. [Savushkina O.I., Chernyak A.V., Kryukov E.V. et al. Impulse Oscillometry in the Diagnosis of Moderately Severe Airway Obstruction. Journal of Clinical Practice 2018; 9 (4): 33–39 (In Russ.)]. doi: 10.17816/clinpract9433-39.
20. Nakagawa M., Hattori N., Haruta Y. et al. Effect of increasing respiratory rate on airway resistance and reactance in COPD patients. Respirology 2015; 20: 87–94.
21. Piorunek T., Kostrzewska M., Cofta S. et al. Impulse oscillometry in the diagnosis of airway resistance in chronic obstructive pulmonary disease. Adv. Exp. Med. Biol. Neuroscience and Respiration 2015; 838: 47–52.
22. Kuzukawa Y.I., Nakahira J., Sawai T., Minami T. A Perioperative Evaluation of Respiratory Mechanics Using the Forced Oscillation Technique. Anesth Analg. 2015; 121 (5): 1202–1206. doi: 10.1213/ANE.0000000000000720.
23. Шишкин О.И., Богданец А.И., Зильбер Э.К. и др. Использование метода форсированных осцилляций для оценки функции дыхания в анестезиологической практике. Пульмонология 2009; 2: 56–59. [Shishkin O.I., Bogdanec A.I., Zil'ber Je.K. et al. Using the method of forced oscillations to assess respiratory function in anesthetic practice. Pul'monologija 2009; 2: 56–59 (In Russ.)].
24. Жукова Е.М., Краснов В.А., Вохминова Л.Г. Сопряженность изменения показателей бронхиальной проходимости, вязкостного дыхательного сопротивления с темпами клинико-рентгенологической динамики туберкулезного процесса. Туберкулез и болезни легких 2015; (5): 74–75. [Zhukova E.M., Krasnov V.A., Vokhminova L.G. The correlation of changes in bronchial patency, viscous respiratory resistance with the rate of clinical and radiological dynamics of the tuberculosis process. Tuberculosis and lung diseases 2015; (5): 74–75 (In Russ.)].
25. Володич О.С., Кирюхина Л.Д., Гаврилов П.В., Журавлев В.Ю., Арчакова Л.И. Диагностика вентиляционных нарушений у больных туберкулезом легких методом импульсной осциллометрии: клинико-функциональные параллели. Туберкулез и социально значимые заболевания 2017; 3: 18–24. [Volodich O.S., Kiryukhina L.D., Gavrilov P.V., Zhuravlev V.Y., Archakova L.I. Diagnostics of ventilation disorders in patients with pulmonary tuberculosis by impulse oscillometry: clinical and functional parallels. Tuberculosis and socially significant diseases 2017; 3: 18–24 (In Russ.)].
26. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V. et al. Standardisation of spirometry in ATS/ERS task force: standardisation of lung function testing edited by Brusasco V., Crapo R. and Viegi G. Eur. Respir. J. 2005; 26: 319–338. doi: 10.1183/09031936.05.000348 05
27. Oostveen E., MacLeod D., Lorino H. et al. The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. Eur. Respir. J. 2003; 22: 1026–1041. doi: 10.1183/09031936.03.00089403.

Поступила в редакцию 18.10.2019 г.

Сведения об авторах:

Володич Ольга Святославовна — научный сотрудник, врач отделения функциональной диагностики Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр-т, д. 2-4; e-mail: ovolodich@mail.ru; ORCID 0000-0002-6449-3161;

Кирюхина Лариса Дмитриевна — кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, координатор направления «Клиническая физиология», заведующая лабораторией функциональных методов исследования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр-т, д. 2-4; e-mail: kiryuhina_larisa@mail.ru; ORCID 0000-0001-6550-817X;

Денисова Нина Владимировна — младший научный сотрудник, врач отделения функциональной диагностики Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр, д. 2-4; e-mail: dr.nvdenisova@gmail.com; ORCID 0000-0002-2836-4602;

Нефедова Наталья Григорьевна — старший научный сотрудник, врач отделения функциональной диагностики Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии: 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; e-mail: kulakovang@mail.ru; ORCID 0000-0002-3294-8440.

Аветисян Армен Оникович — кандидат медицинских наук, врач-торакальный хирург, заведующий туберкулезным легочно-хирургическим отделением № 3 Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; e-mail: avetisyan.armen7@gmail.com; ORCID 0000-0003-4590-2908;

Кудряшов Григорий Геннадиевич — врач-торакальный хирург Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; e-mail: dr.kudriashov.gg@yandex.com; ORCID 0000-0002-2810-8852;

Арчакова Людмила Ивановна — доктор медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; доцент кафедры госпитальной терапии Санкт-Петербургского государственного университета; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9; e-mail: spbniif_a@mail.ru; ORCID 0000-0002-7988-8510;

Яблонский Петр Казимирович — доктор медицинских наук, профессор, директор Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; декан медицинского факультета, заведующий кафедрой госпитальной хирургии Санкт-Петербургского государственного университета; 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д. 8а; e-mail: piotr_yablonskii@mail.ru; ORCID 0000-0003-4385-9643.