

Динамика вентиляционной функции и диффузионной способности легких у больных деструктивными формами туберкулеза легких на фоне эндоскопической клапанной бронхоблокации

Л.Д. Кирюхина¹, И.А. Табанакова¹, О.С. Володич¹, Е.В. Кокорина¹,
Н.Г. Нефедова¹, И.В. Васильев¹, Е.Г. Соколович^{1,2}, П.К. Яблонский^{1,2}

¹ Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии

² Санкт-Петербургский государственный университет

Ventilation and diffusion lung capacity dynamics in destructive pulmonary tuberculosis patients with endobronchial valve treatment

L. Kiryukhina¹, I. Tabanakova¹, O. Volodich¹, E. Kokorina¹, N. Nefedova¹,
I. Vasilev¹, E. Sokolovich^{1,2}, P. Yablonskiy^{1,2}

¹ St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology

² St. Petersburg State University

© Коллектив авторов, 2020 г.

Резюме

Использование клапанной бронхоблокации (КББ) улучшает результаты лечения деструктивного туберкулеза легких, но сопровождается исключением из акта дыхания соответствующего участка легкого. Данные о функциональном состоянии легких на фоне КББ у больных туберкулезом легких малочисленны. **Цель:** оценить вентиляционную функцию и диффузионную способность легких пациентов, нуждающихся в клапанной бронхоблокации, и динамику функциональных показателей на фоне эндобронхиальной окклюзии. **Материалы и методы исследования.** В исследование включены 78 пациентов (от 18 до 81 года) с деструктивным туберкулезом легких, которым провели исследование вентиляционной функции (спирометрия, бодиплетизмография) и диффузионной способности легких (ДСЛ) до этапа КББ. У 28 пациентов оценена динамика параметров комплекса исследования функции

внешнего дыхания на фоне эндобронхиальной окклюзии. **Результаты исследования.** Анализ КИФВД до эндоскопического этапа лечения показал, что у пациентов с деструктивным туберкулезом легких преобладал обструктивный вариант вентиляционных нарушений (63%), реже встречались рестриктивный (6%) и смешанный (9%) варианты, у 22% пациентов нарушений вентиляции не выявлено. Снижение легочного газообмена выявлено у абсолютного большинства обследованных (86%), включая пациентов без значимого изменения легочных объемов и показателей проходимости дыхательных путей. На фоне эндобронхиальной окклюзии наблюдались достоверное снижение параметров проходимости дыхательных путей (снижение ОФВ₁ до 0,3 л, повышение общего бронхиального сопротивления на 25% должной величины), снижение жизненной емкости легких (до 0,2 л), повышение доли остаточного объема в структуре общей емкости легких (ООЛ/ОЕЛ +5,1% должной). Снижение ДСЛ на фоне

КББ выявлено только у 28,6% обследованных, у 60,7% существенного изменения состояния легочного газообмена не было, у 10,7% наблюдалось повышение ДСЛ. Динамика большинства параметров вентиляционной и газообменной функции на ранних (до 6 нед) и более поздних сроках нахождения эндобронхиальных клапанов (ЭК) (6–8 мес) существенно не отличалась. **Заключение.** Эндобронхиальная окклюзия приводит к снижению проходимости дыхательных путей и жизненной емкости легких до 10% от исходных значений. Снижение основных характеристик вентиляционной способности наблюдалось как на ранних (до 6 нед), так и на более поздних сроках эндобронхиальной окклюзии, существенно не влияя на диффузионную способность легких.

Ключевые слова: туберкулез легких, клапанная бронхоблокация, вентиляционная функция легких, диффузионная способность легких

Summary

The endobronchial valve block (EVB) improves the treatment results of destructive pulmonary tuberculosis (PT), but is accompanied by exclusion of the corresponding lung part from the breathing act. Data on the lung function against the EVB background in PT patients are scarce. **Objective:** to evaluate the ventilation and diffusion lung capacity in patients requiring EVB and the dynamics of functional parameters against the endobronchial occlusion background. **Materials and methods:** 78 patients (from 18 to 81 years of age) with destructive pulmonary tuberculosis were observed (spirometry, diffusion lung

capacity DLCO, and body plethysmography) before EVB. 28 patients have undergone lung function tests against the background of endobronchial occlusion. **Results:** Lung function testing before the endoscopic stage of treatment showed that in patients with destructive pulmonary tuberculosis, the obstructive variant of ventilation disorders prevailed (63%); while restrictive (6%) and mixed (9%) variants were less common. Ventilation disorders were not detected in 22% of the examined patients. Decrease in pulmonary gas exchange was seen in the absolute majority of the examined patients (86%), including patients with normal lung ventilation. Against the background of endobronchial occlusion, there was a significant decrease in airway parameters (FEV₁ decreased to 0.3l, R_{tot} was 25% higher than the predicted value), decrease in vital capacity (to 0.2l), increase in the residual volume of the total lung capacity (+ 5.1% of predicted value). Only 28.6% of the examined patients had a decrease of DLCO, 60.7% had no significant changes in the pulmonary gas exchange, and 10.7% had an increase of DLCO. The dynamics of most parameters of ventilation and gas exchange in the early (up to 6 weeks) and late periods of EVB (6–8 months) did not differ significantly. **Conclusion:** Endobronchial occlusion leads to up to a 10% decrease of airway patency and vital capacity compared to baseline. A decrease in the main ventilation characteristics was observed both in the early and later stages of EVB, without significantly affecting the diffusion lung capacity.

Keywords: pulmonary tuberculosis, endobronchial valve block, ventilation lung function, diffusion lung capacity

Введение

Несмотря на снижение общей заболеваемости туберкулезом, продолжается рост числа бактериовыделителей с наличием множественной (МЛУ) или широкой лекарственной устойчивости (ШЛУ) микобактерий туберкулеза [1]. В 2017 г. в Российской Федерации доля пациентов с МЛУ среди бактериовыделителей достигла 59,0%, а в Северо-Западном федеральном округе — 60,8% [2]. Доля абацилированных больных от числа пациентов с бактериовыделением в 2018 г. составила 51,3% [1]. Эффективность лечения деструктивных форм туберкулеза легких еще ниже. В связи с этим существует необходимость разработки комбинированного подхода в комплексном лечении деструктивных форм туберкулеза легких, одним из компонентов которого является ранняя эндоскопическая клапанная бронхоблокация (КББ). Показания к установке эндобронхиальных клапанов (ЭК) расширяются [3–7]. Рандомизированные конт-

ролируемые исследования, изучающие бронхоскопическое лечение уменьшения объема легких у пациентов с тяжелой диффузной эмфиземой с использованием ЭК, показали улучшение клинических результатов лечения. У больных с выраженной гиперинфляцией наблюдалось клинически значимое улучшение вентиляционной функции [8], которое сохранялось до 12 мес [9]. Применение КББ в лечении больных с туберкулезом легких в РФ регламентировано Федеральными рекомендациями [10]. Малоинвазивная немедикаментозная технология КББ приводит к улучшению непосредственных и отдаленных результатов лечения, включая пациентов с низкой приверженностью к лечению [11–13].

Однако использование ЭК приводит к отключению вентиляции соответствующего участка легкого. Данные о функциональном состоянии легких на фоне КББ у больных туберкулезом легких единичны [14–17]. По данным некоторых исследователей, на фоне установленных ЭК происходит незначительное снижение (до

10% от исходных значений) как объемных показателей, так и характеристик бронхиальной проходимости [14, 15]. В исследовании Л.А. Поповой и соавт. на фоне КББ были выявлены разнонаправленные изменения функциональных показателей, наблюдаемая динамика была более выраженной — от 11 до 28% от исходных значений [16]. Чаще изменялись показатели газового состава артериализованной капиллярной крови. Сведений о влиянии эндобронхиальной окклюзии на диффузионную способность легких у больных туберкулезом легких нет.

Цель исследования

Оценка вентиляционной функции диффузионной способности легких пациентов, нуждающихся в клапанной бронхоблокации, а также динамики функциональных показателей на фоне эндобронхиальной окклюзии.

Материалы и методы исследования

Исследование, охватившее период 2017–2020 гг., проведено в Центре торакальной хирургии ФГБУ «СПб НИИФ» Минздрава России. В исследование вошли 78 пациентов с деструктивными формами туберкулеза легких. Критерии включения:

- пациенты старше 18 лет с верифицированным диагнозом туберкулеза легких (этиологически или гистологическими методами);
- деструктивные формы туберкулеза легких (инфильтративный туберкулез с распадом, кавернозный туберкулез, фиброзно-кавернозный туберкулез);
- наличие МЛУ/ШЛУ возбудителя;
- наличие эндоскопической клапанной бронхоблокации в комплексном лечении туберкулеза легких;
- наличие комплексного исследования функции внешнего дыхания (КИФВД) до этапа КББ.

Характеристика пациентов, прошедших КИФВД до КББ, представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика пациентов (n=78)

Характеристика	Значения
Возраст, годы	38,3±12,6* [35,5–41,1]**
Мужчины/женщины, абс. (%)	51 (65) /27 (35)
Индекс массы тела	19,8±6,6 [18,3–21,3]
Курящие/некурящие, абс. (%)	49 (63)
Индекс курения, пачко-годы	11,4±12,6 [7,8–15,0]

* M±SD; ** 95% ДИ.

КББ выполнялась во время бронхоскопии под местной или общей анестезией. Бронх для установки ЭК выбирали на основании анализа локализации и объема деструктивных изменений по данным бронхоскопии и компьютерной томографии органов грудной клетки. Устанавливали клапаны внутрибронхиальные резиновые КБР-5,2 (ООО «Медланг», Барнаул, Россия). Окклюзию бронхов выполняли под местной или общей анестезией во время бронхоскопии.

Для оценки вентиляционной способности легких выполняли спирометрию с бронходилатационным тестом и бодиплетизмографию, легочного газообмена — исследование диффузионной способности легких по угарному газу методом одиночного вдоха с задержкой дыхания. Все исследования проводили на установке MasterScreen Body Diffusion (VIASYS Healthcare, Германия) согласно международным рекомендациям по стандартизации легочных функциональных тестов [18–20] и национальному руководству по функциональной диагностике [21].

Определяли статические легочные объемы — общую емкость легких (ОЕЛ), жизненную емкость легких (ЖЕЛ), остаточный объем легких (ООЛ), внутригрудной объем легких; а также параметры, характеризующие проходимость дыхательных путей, — объем форсированного выдоха за 1 секунду (ОФV₁), среднюю объемную скорость выдоха между 25 и 75% форсированной ЖЕЛ (СОС_{25–75}), аэродинамическое сопротивление дыхательных путей на вдохе (R_{in}), выдохе (R_{ex}) и общее (R_{tot}). Невентилируемый объем легких (ΔОЕЛ) рассчитывали по формуле: ΔОЕЛ = ОЕЛ_{БПГ} – ОЕЛ_{не}, где ΔОЕЛ — неventилируемый объем легких; ОЕЛ_{БПГ} — общая емкость легких, определенная методом бодиплетизмографии; ОЕЛ_{не} — общая емкость вдоха, определенная по методу разведения гелия [21]. Легочный газообмен оценивали по диффузионной способности легких (ДСЛ) и трансфер-коэффициенту по угарному газу — отношению ДСЛ к альвеолярному объему (ДСЛ/АО) с коррекцией по гемоглобину. Для исключения влияния антропометрических характеристик значения показателей, имеющих должные величины (Д), выражали в процентном отношении от Д для соответствующего пола, роста, массы тела, возраста. В качестве референсных значений использовали должные величины, предложенные Европейским сообществом угля и стали (European Coal and Steel Community, 1993) [22]. Интерпретацию данных проводили согласно рекомендациям совместной рабочей группы Американского торакального общества и Европейского респираторного общества (2005). При оценке динамики считали достоверным изменение объемных параметров на 0,2 л и более, ДСЛ — на 7% и более [23].

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программно-

го обеспечения Statistica 13.0. Определяли среднюю арифметическую, стандартное отклонение, 95% доверительный интервал (95% ДИ). Статистическую значимость различий (p) определяли с помощью U-критерия Манна–Уитни, парного теста Вилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Анализ показателей вентиляционной функции и диффузионной способности легких у пациентов, нуждающихся в КББ в комплексном лечении деструктивного туберкулеза легких, перед установкой ЭК выявил умеренные обструктивные нарушения с наличием воздушных ловушек и значительного невентилируемого объема легких (табл. 2). При спокойном дыхании нарушения проходимости дыхательных путей были выше в экспираторную фазу ($R_{ex} > R_{in}$). Диффузионная способность легких была умеренно снижена.

При индивидуальном анализе характеристик вентиляционной способности легких у большинства обследованных диагностирован обструктивный вариант нарушений механики дыхания ($n=49$, 63%), реже определяли рестриктивный ($n=5$, 6%) и смешанный ($n=7$, 9%) варианты. У 17 пациентов (22%) вентиляционных нарушений не выявлено. Анализ показателей легочного газообмена показал, что диффузионная способность легких была снижена у большинства обследованных, включая пациентов без изменений изученных характеристик вентиляции (табл. 3). У больных с обструктивным вариантом вентиляционных нарушений нормальные показатели легочного газообмена наблюдались только при легкой степени обструкции, преобладали умеренные и значительные нарушения ДСЛ. У всех пациентов с рестриктивным и смешанным синдромами выявлено снижение ДСЛ, только у одного пациента оно было умеренным, у остальных — значительным и резким.

Повторное комплексное обследование вентиляционной и газообменной функции легких на фоне КББ было выполнено 28 пациентам. В соответствии с

Таблица 2

Показатели вентиляционной и диффузионной способности легких у пациентов с деструктивным туберкулезом легких перед этапом клапанной бронхоблокации ($n=78$)

Показатель	Значения	
	$M \pm SD$	95% ДИ
ОФВ ₁ , %Д	72,7±24,3	67,2–78,2
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %Д	67,8±13,9	64,7–71,0
СОС _{25–75} , %Д	44,6±29,9	37,9–51,4
R _{in} , кПа/л/с	0,3±0,2	0,3–0,4
R _{ex} , кПа/с	0,5±0,3	0,4–0,5
R _{tot} , %Д	125,2±67,2	110,0–140,3
ОЕЛ, %Д	102,4±16,3	98,7–106,1
ЖЕЛ, %Д	86,6±21,2	81,8–91,4
ООЛ, %Д	144,9±33,0	137,4–152,3
ВГО, %Д	122,3±22,7	117,2–127,4
ДСЛ, %Д	64,4±15,3	60,8–67,9
ДСЛ/АО, %Д	77,2±13,3	74,2–80,3
ΔОЕЛ, л	0,88±0,80	0,69–1,07

Примечание: пояснения в тексте

локализацией и объемом деструктивных изменений больным установлены ЭК с выключением из вентиляции 1–2 легочных сегментов ($n=7$), 3 сегментов ($n=11$) и 4–5 сегментов ($n=10$). Всего 28 больным установлен 41 ЭК. Локализация установленных эндобронхиальных клапанов в этой группе пациентов представлена в табл. 4.

С помощью парного теста Вилкоксона было проведено сравнение показателей функции легких до и на фоне эндобронхиальной окклюзии (табл. 5).

Анализ характеристик вентиляционной и газообменной функции легких на фоне КББ показал снижение параметров проходимости дыхательных путей по данным спирометрии (ОФВ₁ –0,3 л, –5,8%;

Таблица 3

Характеристика диффузионной способности легких перед установкой эндобронхиального клапана при разных вариантах вентиляционной способности ($n=78$)

Характеристика диффузионной способности легких	Без нарушений вентиляции ($n=17$)		Обструктивный вариант ($n=49$)		Рестриктивный вариант ($n=5$)		Смешанный вариант ($n=7$)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
≥80% Д	3	18	8	16	0	0	0	0
<80 и >60% Д	13	76	22	45	0	0	1	14,3
40–60% Д	1	6	15	29	3	60	5	71,4
<40% Д	0	0	4	6	2	40	1	14,3

ОФВ₁/ЖЕЛ –4,5%Д; СОС₂₅₋₇₅ –8%Д), повышение аэродинамического сопротивления дыхательных путей (R_{tot} +25%Д) за счет как экспираторной, так и инспираторной фазы дыхательного цикла. Наблюдалось

Таблица 4

Локализация установленных эндобронхиальных клапанов (n=28)

Локализация	Количество клапанов		Количество пациентов	
	абс.	%	абс.	%
Правое легкое:	25	61	15	54
bronх верхней доли	15	37	13	90
bronх средней доли	1	2	0	0
bronх нижней доли	9	22	2	10
Левое легкое:	16	39	13	46
bronх верхней доли	12	29	10	77
bronх нижней доли	4	10	3	23

достоверное снижение ЖЕЛ (–0,2 л, –5%Д) и повышение доли остаточного объема легких в структуре ОЕЛ (ООЛ/ОЕЛ +5,1%Д). Несмотря на снижение ЖЕЛ и характеристик проходимости дыхательных путей, показатели легочного газообмена существенно не изменились. Возможно, это связано с тем, что величина неventилируемого объема легких также не изменилась, а в вентилируемых зонах легких без туберкулезного поражения произошло компенсаторное перераспределение вентиляционно-перфузионных отношений, способствующее поддержанию максимально высокого уровня легочного газообмена. При индивидуальном анализе достоверное снижение ДСЛ наблюдалось только у 8 пациентов (28,6%): у 1 больного был смешанный вариант (снижение ДСЛ на 10,3%Д), у 7 — обструктивный (снижение ДСЛ от 7,7 до 18,7%Д). У 17 пациентов (60,7%) значимого изменения показателей легочного газообмена не наблюдалось, а у 3 человек (10,7%) выявлено улучшение легочного газообмена

Таблица 5

Сравнение показателей вентиляционной функции и диффузионной способности легких до и на фоне клапанной бронхоблокации (n=28)

Показатель	До клапанной бронхоблокации		На фоне клапанной бронхоблокации		p
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
ОФВ ₁ , л	2,6±1,0	2,2–3,0	2,3±1,0	2,0–2,7	<0,001*
ОФВ ₁ , %Д	69,0±25,1	59,3–78,7	63,2±23,1	54,2–72,2	<0,001*
ОФВ ₁ /ЖЕЛ, %	66,3±15,2	60,4–72,2	61,8±13,9	56,4–67,2	0,002*
СОС ₂₅₋₇₅ , %Д	42,1±29,2	30,7–53,4	34,1±22,8	25,3–43,0	0,000*
R _{in} , кПа/л/с	0,3±0,2	0,3–0,4	0,4±0,2	0,3–0,5	0,012*
R _{ex} , кПа/с	0,5±0,3	0,4–0,6	0,6±0,3	0,5–0,7	0,005*
R _{tot} , %Д	136,3±75,6	107,0–165,6	161,4±86,0	128,0–194,8	0,002*
ОЕЛ, л	6,5±1,4	6,0–7,1	6,4±1,5	5,9–7,0	0,339
ОЕЛ, %Д	99,6±17,6	92,7–106,4	97,8±18,0	90,8–104,8	0,290
ЖЕЛ, л	3,9±1,0	3,5–4,3	3,7±1,2	3,3–4,2	0,009*
ЖЕЛ, %Д	84,1±19,0	76,7–91,5	79,1±21,3	70,8–87,3	0,008*
ООЛ, л	2,6±0,8	2,3–2,9	2,7±0,8	2,4–3,0	0,143
ООЛ, %Д	141,5±30,8	129,6–153,5	146,2±33,2	133,4–159,1	0,168
ООЛ/ОЕЛ, %Д	137,4±24,6	127,9–147,0	145,1±28,7	134,0–156,3	0,003*
ВГО, л	4,0±0,9	3,6–4,3	3,9±0,9	3,6–4,3	0,641
ВГО, %Д	121,8±23,2	112,8–130,8	119,9±26,8	109,5–130,3	0,733
ДСЛ, %Д	65,9±14,6	60,0–71,8	62,6±16,5	56,1–69,2	0,158
ДСЛ/АО, %Д	82,1±12,1	77,2–87,0	81,3±15,0	75,3–87,2	0,563
ΔОЕЛ, л	0,92±0,74	0,62–1,22	1,09±0,77	0,78–1,39	0,216

Пояснения в тексте. * p<0,05.

Таблица 6

Сравнение динамики параметров комплексного исследования функции внешнего дыхания на фоне клапанной бронхоблокации после разных сроков установки эндобронхиальных клапанов

Показатель	До 6 нед (n=9)		6–10 мес (n=19)		p
	M±SD	95% ДИ	M±SD	95% ДИ	
ΔОВВ ₁ , л *	-0,32 ± 0,29	-0,10...-0,54	-0,25 ± 0,20	-0,15...-0,35	0,844
ΔОВВ ₁ , %Д	-7,57 ± 6,70	-2,42...-12,72	-7,13 ± 5,81	-4,32...-9,93	0,961
ΔОВВ ₁ /ЖЕЛ	-4,5 ± 6,07	-0,16...-9,17	-4,39 ± 8,92	-0,09...-8,69	0,731
ΔСОС _{25–75} , %Д	-9,57 ± 11,57	-0,67...-18,46	-7,12 ± 11,12	-1,76...-12,48	0,768
ΔRin, кПа/л/с	0,06 ± 0,08	0,00...0,12	0,06 ± 0,13	0,01...0,12	0,605
ΔRex, кПа/л/с	0,10 ± 0,16	0,02...0,23	0,07 ± 0,23	0,04...0,18	1,000
ΔRtot, %Д	26,13 ± 26,92	5,44...46,83	24,48 ± 45,55	2,53...46,44	0,922
ΔОЕЛ, л	-0,17 ± 0,64	-0,66...-0,33	-0,08 ± 0,55	-0,35...-0,18	0,588
ΔОЕЛ, %Д	-2,24 ± 8,69	-8,92...-4,44	-1,51 ± 8,2	-5,46...-2,45	0,768
ΔЖЕЛ, л	-0,32 ± 0,59	-0,77...-0,14	-0,18 ± 0,44	-0,39...-0,03	0,961
ΔЖЕЛ, %Д	-5,94 ± 11,21	-14,56...-2,67	-4,56 ± 9,35	-9,07...-0,06	0,961
ΔООЛ, л	0,09 ± 0,31	0,14...0,33	0,08 ± 0,34	0,09...-0,24	1,000
ΔООЛ, %Д	4,76 ± 14,85	6,66...16,17	4,68 ± 17,71	3,85...3,22	0,961
ΔООЛ/ОЕЛ, %Д	9,09 ± 13,20	1,06...19,24	7,08 ± 14,01	0,33...13,84	0,806
ΔВГО, л	-0,23 ± 0,20	-0,38...-0,07	0,05 ± 0,46	-0,17...0,28	0,058
ΔВГО, %Д	-6,88 ± 6,19	-11,64...-2,12	-0,47 ± 17,37	-8,84...7,90	0,046
ΔДСЛ, %Д	-2,96 ± 8,98	-9,86...-3,95	-1,63 ± 9,43	-6,65...-3,39	0,977
ΔДСЛ/АО, %Д	2,72 ± 5,81	1,74...7,19	-0,02 ± 7,59	-4,07...4,02	0,396
Δ(ΔОЕЛ), л	0,13 ± 0,21	0,04...0,29	0,09 ± 0,43	0,13...0,32	0,552

*Δ — разница между исходной величиной показателя и величиной на фоне эндобронхиальной окклюзии.

(1 — смешанный вариант, 1 — обструктивный, 1 — без вентиляционных отношений).

С учетом данных литературы об обратимом характере вентиляционных нарушений при КББ [14] был проведен сравнительный анализ с использованием U-критерия Манна–Уитни динамики параметров КИФВД на ранних сроках после установки ЭК (до 6 нед) и через 6–8 мес (табл. 6).

Динамика большинства параметров вентиляционной и газообменной функции в группе со сроком от установки ЭК до 6 нед и в группе с длительностью нахождения ЭК от 6 мес и более существенно не различалась. Через 6–8 мес после установки ЭК также было выявлено снижение проходимости дыхательных путей (снижение ОВВ₁ в среднем на 0,25 л, повышение общего дыхательного сопротивления на 25%Д), снижение ЖЕЛ (-0,18 л). Достоверно отличалась только величина внутригрудного объема легких, который на ранних сроках снизился (до 0,23 л), в группе с более длительным нахождением ЭК его величина в среднем соответствовала исходному уровню. Таким образом,

эндобронхиальная окклюзия приводит к снижению проходимости дыхательных путей и жизненной емкости легких до 10% от исходных значений, что согласуется с более ранними исследованиями [14, 15]. Снижение основных характеристик вентиляционной способности наблюдалось как на ранних, так и на более поздних стадиях, существенно не влияя на диффузионную способность легких. Сохранение состояния газообменной функции при снижении параметров вентиляции у большинства обследованных пациентов с деструктивным туберкулезом легких возможно за счет включения компенсаторных механизмов перераспределения вентиляции и легочного кровотока в остальных зонах легкого.

Заключение

Наиболее частым вариантом вентиляционных нарушений у пациентов с хроническим деструктивным туберкулезом легких, нуждающихся в коллапсотерапии в виде клапанной бронхоблокации, был

обструктивный (63%), реже встречался рестриктивный (6%) и смешанный (9%) варианты. Снижение легочного газообмена выявлено у абсолютного большинства обследованных (86%), включая пациентов без значимого изменения легочных объемов и показателей проходимости дыхательных путей.

На фоне эндобронхиальной окклюзии как на ранних, так и на более поздних сроках нахождения блокирующего вентиляцию клапана, происходит снижение проходимости дыхательных путей (снижение ОФВ₁ до 0,3 л, повышение общего бронхиального со-

противления на 25%), снижение жизненной емкости легких (до 0,2 л).

Снижение диффузионной способности легких на фоне клапанной бронхоблокации выявлено только у 28,6% обследованных, у большинства (71,4%) существенного изменения состояния легочного газообмена не было, или наблюдалось повышение диффузионной способности легких, что может быть связано с компенсаторным выравниванием вентиляционно-перфузионных отношений в непораженных участках легких.

Список литературы

1. *Нечаева О.Б.* Эпидемическая ситуация по туберкулезу в Российской Федерации в 2018 году. Аналитический обзор Центра мониторинга туберкулеза. https://mednet.ru/imges/mterils/CMT/2018_god_tuberkulez_epidsituciya.pdf [*Nechaeva O.B.* The epidemic situation in tuberculosis in the Russian Federation in 2018. Analytical overview Tsentra monitoringa tuberkuleza. https://mednet.ru/imges/mterils/CMT/2018_god_tuberkulez_epidsituciya.pdf (In Russ.)].
2. *Галкин В.Б., Стерликов С.А., Яблонский П.К. и др.* Динамика распространенности туберкулеза с множественной лекарственной устойчивостью и ВИЧ-инфекцией в Северо-Западном регионе России. Медицинский альянс 2019; 2: 6–23 [*Galkin V.B., Sterlikov S.A., Yablonskiy P.K. i dr.* Dynamics of the prevalence of multidrug-resistant tuberculosis and HIV infection in the North-West region of Russia. *Medicinskij al'jans* 2019; 2: 6–23 (In Russ.)].
3. *Bailey A., Jagger S.N.* Endobronchial valves for emphysema. *Engl J. Med.* 2016; 374 (14): 1389–1390. doi: 10.1056/NEJMc1600644#SA1.
4. *Cordovilla R., Torracchi A.M., Novoa N. et al.* Endobronchial valves in the treatment of persistent air leak, an alternative to surgery. *Arch. Bronconeumol.* 2015; 51 (1): 10–15. doi: 10.1016/j.arbres.2014.04.007.
5. National Institute for Health and Care Excellence. Endobronchial valve insertion to reduce lung volume in emphysema. www.nice.org.uk/guidance/IPG600/chapter/1-Recommendations Date last updated: December 2017. <https://www.nice.org.uk/guidance/ipg600/chapter/1-Recommendations>.
6. *Slebos D.J., Shah P.L., Herth F.J. et al.* Endobronchial valves for endoscopic lung volume reduction: best practice recommendations from Expert Panel on Endoscopic Lung Volume Reduction. *Respiration* 2017; 93: 138–150. doi: 10.1159/000453588.
7. *Hartman J.E., Vanfleteren L.E.G.W., van Rikxoort E.M. et al.* Endobronchial valves for severe emphysema. *European Respiratory Review* 2019; 28: 180121; doi: 10.1183/16000617.0121-2018.
8. *Kemp S.V., Slebos D.J., Kirk A. et al.* A multicenter randomized controlled trial of zephyr endobronchial valve treatment in heterogeneous emphysema (TRANSFORM). *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2017; 196: 1535–1543. doi: 10.1164/rccm.201707-1327OC.
9. *Criner G.J., Sue R., Wright S. et al.* A multicenter randomized controlled trial of zephyr endobronchial valve treatment in heterogeneous emphysema (LIBERATE). *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2018; 198: 1151–1164. doi: 10.1164/rccm.201803-0590OC.
10. *Ловачева О.В., Елкин А.В., Зимонин П.Е. и др.* Федеральные клинические рекомендации по использованию метода клапанной бронхоблокации в лечении туберкулеза легких и его осложнений. М.; 2015. http://roftb.ru/netcat_files/doks2015/rec7.pdf [*Lovacheva O.V., El'kin A.V., Zimonin P.E. i dr.* Federal clinical guidelines for the use of the valve bronchial blocking method in the treatment of pulmonary tuberculosis and its complications. М.; 2015. http://roftb.ru/netcat_files/doks2015/rec7.pdf (In Russ.)].
11. *Levin A., Sklyuev S., Felker I. et al.* Endobronchial valve treatment of destructive multidrug-resistant tuberculosis. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* 2016; 20: 1539–1545. doi: 10.5588/ijtld.16.0033.
12. *Делахов А.С., Кравченко А.Ф., Павлова Е.С., Тарасова А.Н.* Эффективность применения клапанной бронхоблокации в комплексном лечении больных туберкулезом органов дыхания. Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Амосова. Серия «Медицинские науки» 2018; 3 (12): 22–28 [*Delaxov A.S., Kravchenko A.F., Pavlova E.S., Tarasova A.N.* The effectiveness of valve bronchial blocking in the complex treatment of patients with respiratory tuberculosis. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta imeni M.K. Amosova. Seriya "Medicinskie nauki"* 2018; 3 (12): 22–28 (In Russ.)].
13. *Фадеев П.А., Краснов Д.В., Склюев С.В. и др.* Клапанная бронхоблокация в лечении больных деструктивным туберкулезом легких с низкой приверженностью к приему противотуберкулезных препаратов и пребыванию в стационаре. Туберкулез и болезни легких 2019; 97 (12): 46–53. [*Fadeev P.A., Krasnov D.V., Sklyuev S.V. i dr.* Valvular bronchial blocking in the treatment of patients with destructive pulmonary tuberculosis with low adherence to anti-tuberculosis drugs and hospital stay. *Tuberkulyoz i bolezni lyogkih* 2019; 97 (12): 46–53 (In Russ.)].
14. *Склюев С.В., Краснов Д.В.* Оценка влияния клапанной бронхоблокации на функцию внешнего дыхания на примере больных инфильтративным деструктивным туберкулезом легких. Пульмонология 2013; 5: 49–52 [*Sklyuev S.V., Krasnov D.V.* Assessment of the effect of valvular bronchial blocking on the function of external respiration on the example of patients with infiltrative destructive pulmonary tuberculosis. *Pul'monologiya* 2013; 5: 49–52. doi: 10.21292/2075-1230-2019-97-12-46-53 (In Russ.)].
15. *Мышкова Е.П., Склюев С.В.* Предварительные результаты влияния клапанной бронхоблокации на функцию внешнего дыхания у больных туберкулезом легких с сопутствующими хроническими неспецифическими заболеваниями легких. Российский медицинский журнал 2017; 18: 1296–1299. [*Myschkova E.P., Sklyuev S.V.* Preliminary results of the effect of valve bronchial blocking on the function of external respiration in patients with pulmonary tuberculosis with concomitant chronic nonspecific lung diseases. *Rossijskij medicinskij zhurnal* 2017; 18: 1296–1299 (In Russ.)].

16. Попова Л.А., Шергина Е.А., Ловачева О.В. и др. Изменения функционального статуса легких в ранний период эндоскопической клапанной бронхоблокации у больных хроническим деструктивным туберкулезом. Пульмонология 2018; 28 (3): 332–340. [Popova L.A., Shergina E.A., Lovacheva O.V. *et al.* Changes in the functional status of the lungs in the early period of endoscopic valve bronchial blocking in patients with chronic destructive tuberculosis. Pul'monologiya 2018; 28 (3): 332–340 doi: 10.18093/0869-0189-2018-28-3-332-340 (In Russ.)].
17. Попова Л.А., Шергина Е.А., Багдасарян Т.Р. и др. Динамика вентиляционной и газообменной функций легких при эффективной эндоскопической клапанной бронхоблокации у больных деструктивным туберкулезом легких. Туберкулез и болезни легких 2018; 96 (11): 35–43. doi: 10.21292/2075-1230-2018-96-11-35-43 [Popova L.A., Shergina E.A., Bagdasaryan T.R. *et al.* Dynamics of ventilation and gas exchange functions of the lungs with effective endoscopic valvular bronchial blocking in patients with destructive pulmonary tuberculosis. Tuberkulez i bolezni legkikh 2018; 96 (11): 35–43 (In Russ.)].
18. Miller M.R., Hankinson J., Brusasco V. *et al.* ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. Eur. Respir. J. 2005; 26 (2): 319–337. doi: 10.1183/09031936.05.00034805.
19. Wanger J., Clausen J.L., Coates A. *et al.* Standardisation of the measurement of lung volumes. Eur. Respir. J. 2005; 26 (3): 511–522. doi: 10.1183/09031936.05.00035005.
20. Graham B.L., Brusasco V., Burgos F. *et al.* ERS/ATS Standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur. Respir. J. 2017; 49: pii: 1600016. doi: 10.1183/13993003.00016-2016.
21. Функциональная диагностика состояния внешнего дыхания. Функциональная диагностика: национальное руководство. Под ред. Н.Ф. Берестень, В.А. Сандрикова, С.И. Федоровой. М.: ГЭОТАР-Медиа 2019: 566–645 [Functional diagnostics of the state of external respiration. Functional diagnostics: national guidelines. Pod red. N.F. Beresten', V.A. Sandrikova, S.I. Fedorovoi. M.: GEOTAR-Media 2019: 566–645 (In Russ.)].
22. Quanjer P.H., Tammeling G.J., Cotes J.E. *et al.* Lung volumes and forced ventilatory flows. Report Working Party Standardization of Lung Function Tests, European Community for Steel and Coal. Official Statement of the European Respiratory Society. Eur. Respir. J. 1993; 6: Suppl. 16, 5–40 URL: https://erj.ersjournals.com/content/erj/6/Suppl_16/5.full.pdf.
23. Pellegrino R., Viegi G., Brusasco V. *et al.* Interpretative strategies for lung function tests. Eur. Respir. J. 2005; 26: 948–968. doi: 10.1183/09031936.05.00035205.

Поступила в редакцию 05.09.2020 г.

Сведения об авторах:

Кiryuhina Larisa Dmitrievna — 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., д. 2-4; e-mail: kiryuhina_larisa@mail.ru; ORCID 0000-0001-6550-817X;

Tabanakova Irina Andreevna — кандидат медицинских наук, заведующая эндоскопическим отделением, врач-эндоскопист Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; e-mail: tabbronch@mail.ru; ORCID 0000-0001-7919-7245;

Volodich Olga Svyatoslavovna — научный сотрудник, врач отделения функциональной диагностики Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; e-mail: ovodich@mail.ru; ORCID 0000-0002-6449-3161;

Kokorina Elena Vasильevna — врач отделения функциональной диагностики Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр-т, д. 2-4; e-mail: alae.majoris@yandex.ru; ORCID 0000-0002-0588-5288;

Nefedova Natalia Grigoryevna — 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;

Vasilev Igor Vladimirovich — кандидат медицинских наук, врач — торакальный хирург, ведущий научный сотрудник, руководитель направления интервенционной пульмонологии Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; e-mail: iv.vasilev@spbniif.ru; ORCID 0000-0003-2168-5793;

Sokolovich Evgeniy Georgievich — доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе Санкт-Петербургского научно-исследовательского института фтизиопульмонологии; 191036, Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4; профессор, выполняющий лечебную работу кафедры госпитальной хирургии Санкт-Петербургского государственного университета; 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7-9; e-mail: sokole@mail.ru; ORCID 0000-0003-4794-0588;

Yablonskiy Petr Kazimirovich — 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: e-mail: piotr_yablonskii@mail.ru; ORCID 0000-0003-4385-9643.