

# Изменение вентиляционной и газообменной функции легких в результате эндоскопической клапанной бронхоблокации у больных с рецидивом фиброзно-кавернозного туберкулеза после резекции легкого

**Л. А. Попова**, к.м.н., с.н.с. клинико-диагностического отдела, врач отделения функциональной диагностики  
**Е. А. Шергина**, к.м.н., зав. отделением функциональной диагностики  
**Т. Р. Багдасарян**, к.м.н., зав. терапевтическим отделением  
**И. Ю. Шабалина**, к.м.н., с.н.с. клинико-диагностического отдела  
**М. И. Чушкин**, д.м.н., в.н.с. клинико-диагностического отдела  
**Н. Л. Карпина**, д.м.н., и.о. главного научного сотрудника клинико-диагностического отдела, зав. консультативно-поликлиническим отделением

ФГБНУ «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза», Москва

## *The change of ventilation and gas exchange function of the lungs as the result of endoscopic valvular bronchial blocking in patients with recurrent fibro-cavernous tuberculosis after lung resection*

L. A. Popova, E. A. Shergina, T. P. Bagdasaryan, I. Yu. Shabalina, M. I. Chushkin, N. L. Karpina  
 Central research Institute of Tuberculosis, Moscow, Russia

### Резюме

В комплексном лечении больных туберкулезом с деструкцией легочной ткани при наличии лекарственно резистентного возбудителя в 10,2% случаев приходится прибегать к хирургическому вмешательству в виде резекции или пульмонэктомии. В послеоперационном периоде нередко случаи прогрессирования специфического процесса в легких с формированием легочной деструкции. В такой ситуации оптимальным выбором лечебной тактики является эндоскопическая клапанная бронхоблокация (ЭКББ) с максимальным сохранением функционирующей легочной ткани. Цель настоящей работы — изучение динамики вентиляционной и газообменной функции легких на фоне ЭКББ у пациентов с обострением деструкции легочной ткани после оперативного лечения. Исследование выявило изменение функционального состояния легких в 56% случаев: отрицательные у 39% больных и положительные — у 17%. Характер изменений связан с исходным состоянием бронхолегочного аппарата и особенностями бронхоблокации. Ухудшение функции чаще отмечено при двухстороннем процессе и/или при наличии двух и более каверн. Исходное состояние вентиляционной способности легких и наличие признаков рестриктивных нарушений оказывает обратное влияние на функциональный исход бронхоблокации: при нормальных значениях ОФВ<sub>1</sub> и ЖЕЛ ЭКББ сопровождается более частыми бронхообструктивными нарушениями и ухудшением показателей газообмена, чем при их сниженных значениях. Такая же парадоксальная зависимость функциональной динамики прослеживается в отношении объема («выключения») при бронхоблокации и ее эффективности.

Ключевые слова: туберкулез, лекарственная устойчивость, эндоскопическая клапанная бронхоблокация, функции легких.

### Summary

In the complex treatment of patients with tuberculosis with destruction of pulmonary tissue in the presence of drug-resistant pathogen in 10.2% of cases it is necessary to resort to surgery in the form of resection or pneumonectomy. In the postoperative period, there are cases of progression of a specific process in the lungs with the formation of destruction. In such a situation, the optimal choice of treatment strategy is endoscopic valve bronchomalacia (ECB) with maximum preservation of functioning lung tissue. The aim of this work is to study the dynamics of ventilation and gas exchange function of the lungs in patients with acute pulmonary tissue destruction after surgery. The study revealed a change in the functional state of the lungs in 56% of cases: negative in 39% of patients and positive — in 17%. The nature of the changes associated with the initial state of the bronchopulmonary apparatus and the characteristics of drug resistant. Deterioration of function is more often observed in a two-sided process and/or in the presence of two or more caverns. The initial state of the lung ventilation capacity and the presence of signs of restrictive disorders have the opposite effect on the functional outcome of bronchoblockation: at normal values of FEV<sub>1</sub> and ESRD is accompanied by more frequent broncho-obstructive disorders and deterioration of gas exchange rates than at their reduced values. The same paradoxical functional dependence of the dynamics can be traced in the volume («off») when drug resistant and its effectiveness.

Key words: tuberculosis, drug resistance, endobronchial valve placement, lung function.

Конфликт интересов: все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

Статья подготовлена в ходе выполнения темы НИР 0515-2019-0019

При комплексной терапии больных туберкулезом с деструкцией легочной ткани при наличии лекарственно устойчивого возбудителя в 10,2% случаев приходится прибегать к хирургическому вмешательству в виде резекции или пульмонэктомии [4]. В послеопера-

ционном периоде нередко случаи обострения процесса с прогрессированием легочной деструкции [3].

В комплексном лечении больных деструктивным туберкулезом легких более десяти лет во фтизиатрических стационарах применяется разновидность коллапсотера-

плевтического метода лечения — эндоскопическая клапанная бронхоблокация для закрытия полостей распада, а также у пациентов хирургического и пульмонологического профиля в качестве объем редуцирующего метода [8, 10, 12–15, 17]. Эффективность применения ЭКББ продемонстрирована в комплексном лечении пациентов с множественной и широкой лекарственной устойчивостью (МЛУ и ШЛУ) возбудителя, как наиболее тяжелого контингента в клиническом и эпидемиологическом отношении и составляет до 70,98% [2, 8, 13]. Применение ЭКББ в комплексном лечении МЛУ ТБ, являясь альтернативой хирургическому вмешательству, позволяет избежать значительного, в подавляющем большинстве, пожизненного функционального ущерба, часто приводящего к инвалидизации пациента вследствие травматичного хирургического лечения [3, 8, 11]. В то же время, как показывает практика, нередко случаи обострения туберкулезного процесса и прогрессирования легочной деструкции у пациентов, уже перенесших резекцию по поводу туберкулезного поражения легких [3]. В такой ситуации оптимальным вариантом выбора дальнейшей лечебной тактики для закрытия полостей распада является ЭКББ с максимальным сохранением оставшегося после операции объема легочной ткани и ее функциональных резервов [3]. В литературе практически отсутствуют данные об изменении функционального статуса на фоне ЭКББ у оперированных больных [5, 6].

**Цель исследования** — выявление качественных и количественных изменений вентиляционной и газообменной функции легких при эндоскопической клапанной бронхоблокации у больных, перенесших ранее резекцию легкого по поводу фиброзно-кавернозного лекарственно-устойчивого туберкулеза (ФКТ).

#### Материал и методы

Проанализированы в динамике данные функционального состояния легких у 41 больного фиброзно-кавернозным туберкулезом легких. Среди обследованных 17 мужчин и 24 женщины в возрасте от 17 до 51 года (средний возраст  $31,0 \pm 8,3$  лет). Критерии включения: резекция легкого по поводу ФКТ в анамнезе, наличие легочной деструкции при МЛУ/ШЛУ возбудителя ТБ. Критерии исключения: наличие ВИЧ-инфекции.

У 23 больных фиброзно-кавернозный процесс локализовался в одном легком, у 18 — распространялся на оба легких. У 26 пациентов выявлялась одиночная полость деструкции, у 15 — имели место 2 и более фиброзных каверн. Резекция легких по анамнестическим данным у 9 человек была ограничена 1–3 сегментами, большинство — 32 больных — перенесли удаление верхней или нижней доли правого или левого легкого. Срок с момента операции до момента установки эндо-бронхиального клапана (ЭК) варьировал от 7 месяцев до 9 лет.

При первичном функциональном исследовании у 7 пациентов вентиляционная способность легких была в норме ( $ОФВ_1 \geq 80\%$  от должной величины (д.в.)), у 22 — выявлены умеренные ее нарушения ( $ОФВ_1 79–60\%$  д.в.),

а у 12 — значительные и резкие ( $ОФВ_1 \leq 59\%$  д.в.). У 17 человек имело место снижение жизненной емкости легких при нормальной величине  $ОФВ_1/ЖЕЛ$ .

Проведение ЭКББ, в зависимости от локализации и объема деструкции, обеспечивало «выключение» из вентиляции 1-го легочного сегмента у 12 (29,3%) больных, 2–3 сегментов — у 20 (48,8%), и 4–5 сегментов у 9 (21,9%) больных.

После установки ЭК всем больным продолжалась противотуберкулезная химиотерапия согласно данным лекарственной чувствительности возбудителя и индивидуальной переносимости пациента [7, 9]; у 33 человек применялся пневмоперитонеум.

21 (51,2%) больному извлечение ЭК произведено при закрытии полости(ей) распада и прекращении бактериовыделения в мокроте (эффективная ЭКББ) и 20 больным — при сохранении полости(тей) деструкции и/или сохранении бактериовыделения в мокроте (неэффективная ЭКББ). Длительность бронхоблокации составляла от 3 до 36 месяцев. Бактериовыделение в мокроте после окончания ЭКББ сохранялось у 5 пациентов; полости деструкции закрылись у 21 человека, у 9 — уменьшились, у 11 — остались без изменений.

Функциональное исследование всем больным проведено дважды: перед установкой ЭК и накануне или через 7–10 дней после его извлечения.

Вентиляционная способность легких исследована методом спирометрии с соблюдением требований к качеству ее выполнения, рекомендованных ATS/ERS 2005 [16]. Определяли жизненную емкость легких (ЖЕЛ), объем форсированного выдоха за 1 секунду ( $ОФВ_1$ ), отношение объема форсированного выдоха за 1 секунду к жизненной емкости легких — тест Тиффно ( $ОФВ_1/ЖЕЛ\%$ ), пиковую скорость форсированного выдоха (ПОС) и среднюю скорость форсированного выдоха на уровне 25–75% ФЖЕЛ ( $СОС_{25-75}$ ). Спирометрические показатели оценивали в процентах к должным величинам Европейского общества угля и стали [19]. Исследование газового состава крови включало определение напряжения кислорода и двуокиси углерода ( $PaO_2$ ,  $PaCO_2$ ) и насыщения кислородом ( $SaO_2$ ) артериализованной капиллярной крови. Кровь для анализа брали из мочки уха, предварительно обработанной мазью «Финалгон».  $PaO_2$  и  $PaCO_2$  оценивали в абсолютных величинах (мм рт.ст.),  $SaO_2$  — в процентах [18].

Исследования выполняли на аппаратах «Master Screen Pneumo» фирмы «Viasys Healthcare» (США) и автоматическом газоанализаторе «Easy Blood Gas» фирмы «Medica» (США).

Нижними границами нормальных значений ЖЕЛ,  $ОФВ_1$  и  $ОФВ_1/ЖЕЛ\%$  считали 80% д.в.; ПОС и  $СОС_{25-75}$  — 60% д.в.,  $PaO_2$  — 80 мм рт.ст.,  $SaO_2$  — 94%, нижней и верхней границами для  $PaCO_2$  — 35–45 мм рт.ст. [1].

При анализе динамики функциональных показателей учитывались только превышающие повторяемость при длительных сроках наблюдения сдвиги: для ЖЕЛ,  $ОФВ_1$  и  $ОФВ_1/ЖЕЛ\% > 10\%$  д.в., ПОС  $> 15\%$  д.в.,  $СОС_{25-75} > 20\%$  д.в.,  $PaO_2 > 8$  мм рт.ст.,  $SaO_2 > 2$  процентных пунктов,  $PaCO_2 > 3$  мм рт.ст.

**Функциональная динамика**



Рисунок. Оценка динамики вентиляционной способности легких у больных с ранее оперированными легкими на фоне ЭКББ по поводу деструктивного ЛУ туберкулеза

При комплексной оценке функциональной динамики к улучшению/ухудшению относили увеличение/снижение двух и более показателей легочной вентиляции и/или газообмена (кроме  $PaCO_2$ ).

Для оценки достоверности различий по частоте встречаемости интересующего эффекта при сопоставлении двух выборок использовали критерий Фишера ( $\phi$ ), для оценки достоверности различий средних величин — критерий Стьюдента ( $t$ ). Статистическая обработка проводилась с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты и обсуждение**

Комплексная оценка функции легких до и после ЭКББ у больных деструктивным туберкулезом легких, перенесших оперативное вмешательство по поводу основного заболевания, показала ее динамику у 23/41—56 % человек, у 18/41—44 % человек изменения отсутствовали. Улучшение вентиляционной и/или газообменной функции произошло у 7/41—17 % больных, ухудшение — у 16/41—39 % больных (рис.).

Изменения отдельных функциональных показателей после ЭКББ представлены в таблице 1. Вентиляционная способность легких по динамике интегрального показателя

ОФВ<sub>1</sub> изменилась лишь у 24 % (10/41) пациентов, причем, как за счет изменения ЖЕЛ (20 % (8/41)), так и за счет изменения бронхиальной проходимости (ПОС изменилась в 22 % (9/41) случаев). Из показателей газообмена наиболее часто (56 % (23/41)) изменялся показатель  $PaCO_2$ . Реже — у 20 % (8/41) пациентов — динамику претерпело парциальное напряжение кислорода крови ( $PaO_2$ ). Показатели ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%,  $CO_{25-75}$  и  $SaO_2$  изменились у единичных больных.

Сопоставление положительных и отрицательных сдвигов выявляет преобладание частоты ухудшения легочной функции. Так, снижение интегрального показателя ОФВ<sub>1</sub>, теста Тиффно и скоростного показателя бронхиальной проходимости  $CO_{25-75}$  отмечено у 24 % (10/41), 5 % (2/41) и 10 % (4/41) больных соответственно, а их увеличение не зафиксировано ни у одного больного. Показатель ПОС, отвечающий за проходимость преимущественно крупных бронхов, чаще снижался, чем увеличивался (17 % (7/41) против 5 % (2/41)). Спирометрический показатель ЖЕЛ с одинаковой частотой (10 % (4/41)) увеличивал и снижал свое значение. Оксигенация крови (по  $PaO_2$ ) чаще снижалась, чем увеличивалась (15 % (6/41) и 5 % (2/41)), что обусловлено более частым ухудшением условий газообмена при нарастании бронхообструктивных явлений и снижении ЖЕЛ. Парциальное напряжение углекислоты увеличивалось и снижалось с одинаковой частотой (29 % и 27%). Если нарастание  $PaCO_2$  всегда происходит при ухудшении условий вентиляции, то его снижение может отмечаться как на фоне улучшения условий газообмена, в частности, при увеличении ЖЕЛ, так и при ухудшении, за счет компенсаторной гипервентиляции легких для поддержания оксигенации крови на должном уровне. В связи с этим, при оценке динамики  $PaCO_2$  наиболее внимание уделялось его изменению в сторону увеличения.

Выраженность динамики функциональных показателей не отличается в зависимости от направления изменения ( $p > 0,05$  при всех сопоставлениях). Показатель легочной вентиляции ЖЕЛ увеличивается и снижается на 10–11 % д.в., скоростной показатель ПОС — соот-

**Таблица 1**  
Частота и выраженность функциональной динамики при ЭКББ у оперированных больных с деструктивным туберкулезом легких (n=41)

Показатели	Изменения показателей					Без существенных изменений	
	Всего	Увеличение		Снижение		Частота абс. кол-во (%)	Выраженность M±σ
		Частота абс. кол-во (%)	Частота абс. кол-во (%)	Выраженность M±σ	Частота абс. кол-во (%)		
ЖЕЛ%Δ.в.	8 (20,0)	4 (10,0)	10,0±3,2	4 (10,0)	11,5±1,5	33 (80,0)	4,3±2,6
ОФВ1 %Δ.в.	10 (24,0)	-	-	10 (24,0)	14,8±4,7	31 (76,0)	3,3±2,8
ОФВ1/ЖЕЛ%	2 (5,0)	-	-	2 (5,0)	23,0±7,1	39 (95,0)	3,2±2,4
ПОС%Δ.в.	9 (22,0)	1 (5,0)	26,±0,0	7 (17,0)	22,0±5,7	32 (78,0)	5,9±3,7
$CO_{25-75}$ %Δ.в.Δ.в.	4 (10,0)	-	-	4 (10,0)	26,5±3,5	37 (90,0)	5,1±4,9
$PaO_2$ мм рт.ст.	8 (20,0)	2 (5,0)	17,0±1,1	6 (15,0)	15,3±5,6	33 (80,0)	3,4±2,0
$SaO_2$	4 (10,0)	2 (5,0)	4,4±0,2	2 (5,0)	5,2±0,3	37 (90,0)	1,0±0,6
$PaCO_2$ мм рт.ст.	23 (56,0)	12 (29,0)	5,5±1,4	11 (27,0)	5,8±2,9	18 (44,0)	1,5±0,7

Таблица 2

Частота и выраженность увеличения и снижения функциональных показателей на фоне ЭКББ у ранее оперированных больных деструктивным туберкулезом легких при различной распространенности патологического процесса (n=41)

Показатели и направление их изменения	Распространенность патологического процесса			
	Односторонний (n=23)		Двухсторонний (n=18)	
	Частота изменения, абс.кол-во (%)	Выраженность, М±σ	Частота изменения, абс.кол-во (%)	Выраженность, М±σ
ЖЕЛ %Δ.в. ↑	2 (8,7)	10,0±2,7	2 (11,1)	10,0±3,9
ЖЕЛ %Δ.в. ↓	<b>4 (17,4)</b>	<b>11,5±1,5</b>	-	-
ОФВ1 %Δ.в. ↑	-	-	-	-
ОФВ1 %Δ.в. ↓	<b>4 (17,4)</b>	<b>14,0±3,0</b>	<b>6 (33,3)</b>	<b>15,3±5,6</b>
ОФВ1/ЖЕЛ%↑	-	-	-	-
ОФВ1/ЖЕЛ%↓	-	-	<b>2 (11,1)</b>	<b>23,0±4,5</b>
ПОС %Δ.в. ↑	2 (8,7)	26,0±6,2	-	-
ПОС %Δ.в. ↓	-	-	<b>7 (38,9)</b>	<b>22,0±5,7</b>
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↑	-	-	-	-
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↓	-	-	<b>4 (22,2)</b>	<b>26,5±3,5</b>
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	-	-	2 (11,1)	17,0±3,0
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↓	<b>4 (17,4)</b>	<b>11,5±1,5</b>	<b>2 (11,1)</b>	<b>23,0±6,6</b>
СаО <sub>2</sub> % ↑	-	-	2 (11,1)	4,4±3,1
СаО <sub>2</sub> % ↓	-	-	<b>2 (11,1)</b>	<b>5,4±0,7</b>
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	8 (34,8)	5,4±0,6	4 (22,2)	5,7±2,3
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↓	<b>6 (26,1)</b>	<b>4,6±0,6</b>	<b>5 (27,8)</b>	<b>7,6±3,9</b>

Таблица 3

Частота и выраженность увеличения и снижения функциональных показателей на фоне ЭКББ у ранее оперированных больных деструктивным туберкулезом легких при различном количестве полостей деструкции (n=41)

Показатели и направление их изменения	Каверны			
	Одиночные (n=26)		Множественные (n=15)	
	Частота изменения, абс.кол-во (%)	Выраженность, М±σ	Частота изменения, абс.кол-во (%)	Выраженность, М±σ
ЖЕЛ %Δ.в. ↑	2 (7,7)	10,0±6,5	2 (13,3)	10,0±4,9
ЖЕЛ %Δ.в. ↓	<b>2 (7,7)</b>	<b>13,0±4,3</b>	<b>2 (13,3)</b>	<b>10,0±2,3</b>
ОФВ1 %Δ.в. ↑	-	-	-	-
ОФВ1 %Δ.в. ↓	<b>6 (23,1)</b>	<b>12,7±3,1</b>	<b>4 (26,7)</b>	<b>18,0±5,0</b>
ОФВ1/ЖЕЛ%↑	-	-	-	-
ОФВ1/ЖЕЛ%↓	-	-	<b>2 (13,3)</b>	<b>23,0±6,7</b>
ПОС %Δ.в. ↑	2 (7,7)	26,0±5,5	-	-
ПОС %Δ.в. ↓	<b>2 (7,7)</b>	<b>30,0±6,9</b>	<b>4 (26,7)</b>	<b>18,0±1,0</b>
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↑	-	-	-	-
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↓	-	-	<b>4 (26,7)</b>	<b>26,5±3,5</b>
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	2 (7,7)	17,0±2,1	-	-
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↓	<b>6 (23,1)</b>	<b>15,3±5,6</b>	-	-
СаО <sub>2</sub> % ↑	2 (7,7)	4,4±0,8	-	-
СаО <sub>2</sub> % ↓	<b>2 (7,7)</b>	<b>5,3±1,0</b>	-	-
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	11 (42,3)	5,6±1,5	2 (13,3)	4,9±4,4
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↓	<b>8 (30,8)</b>	<b>4,4±0,6</b>	<b>2 (13,3)</b>	<b>11,2±5,0</b>

ответственно на 26 и 22 % д. в. Выраженность увеличения показателей газообмена также практически не отличается от выраженности их снижения: РаО<sub>2</sub> и СаО<sub>2</sub> увеличиваются и снижаются в среднем на 17 и 15 мм рт.ст. и 4,4 и 5,2 процентных пункта соответственно, а РаСО<sub>2</sub> — на 5,5 и 5,8 мм рт.ст.

Таким образом, функциональное состояние легких на фоне ЭКББ у оперированных больных с деструктивным туберкулезом изменяется в 56 % случаев. У остальных 44 % пациентов сдвиги функциональных показателей не превышают порога повторяемости. Частота отрицательных изменений функциональных показателей

Таблица 4

Частота и выраженность увеличения и снижения функциональных показателей на фоне ЭКББ у ранее оперированных больных деструктивным туберкулезом легких при различном исходном состоянии вентиляционной способности легких (n=41)

Показатели и направление их изменения	Исходная вентиляционная способность легких					
	1. Норма (n=7)		2. Умеренное снижение (n=22)		3. Значительное снижение (n=12)	
	Частота изменения абс. кол-во (%)	Выраженность M±σ	Частота изменения абс. кол-во (%)	Выраженность M±σ	Частота изменения абс. кол-во (%)	Выраженность M±σ
ЖЕЛ%Δ.в. ↑	-	-	2 (9,1)	10,0±4,1	2 (16,7)	10,0±3,7
<b>ЖЕЛ%Δ.в. ↓</b>	-	-	<b>4 (18,2)</b>	<b>11,5±1,5</b>	-	-
ОФВ1 %Δ.в. ↑	-	-	-	-	-	-
<b>ОФВ1 %Δ.в. ↓</b>	<b>4 (57,1)</b>	<b>12,0 ±1,0</b>	<b>6 (27,3)</b>	<b>16,7±5,3</b>	-	-
ОФВ1/ЖЕЛ%↑	-	-	-	-	-	-
<b>ОФВ1/ЖЕЛ%↓</b>	-	-	<b>2 (9,1)</b>	<b>23,0±7,1</b>	-	-
ПОС%Δ.в. ↑	-	-	2 (9,1)	26,0±7,5	-	-
<b>ПОС%Δ.в. ↓</b>	<b>2 (28,6)</b>	<b>19,0 ±0,0</b>	<b>4 (18,2)</b>	<b>23,5±6,5</b>	-	-
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↑	-	-	-	-	-	-
<b>СОС<sub>25-75</sub>%Δ.в. ↓</b>	<b>2 (28,6)</b>	<b>23,0 ±0,0</b>	<b>3 (13,6)</b>	<b>30±8,2</b>	-	-
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	-	-	-	-	2 (16,7)	17,0±2,0
<b>РаО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	-	-	<b>7 (31,8)</b>	<b>15,3±5,6</b>	-	-
SaO <sub>2</sub> % ↑	-	-	-	-	2 (16,7)	4,4±0,5
<b>SaO<sub>2</sub>% ↓</b>	-	-	<b>2 (9,1)</b>	<b>5,3±0,8</b>	-	-
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	-	-	9 (40,9)	5,7±1,7	4 (33,3)	5,2±0,2
<b>РаСО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	<b>3 (42,9)</b>	<b>5,4±0,0</b>	<b>6 (27,3)</b>	<b>6,6±3,4</b>	<b>2 (16,7)</b>	<b>3,7±0,9</b>

вентиляционной и газообменной функции легких превагирует над положительными (39% и 17%). Выраженность ухудшения и улучшения показателей не зависит от направления изменений.

С целью выявления возможной связи функциональной динамики с исходным состоянием бронхолегочного аппарата пациентов и особенностями ЭКББ проведено сопоставление изменений показателей в зависимости от распространенности туберкулезного процесса, количества полостей деструкции, наличия исходно сниженных значений ОФВ<sub>1</sub> и ЖЕЛ, а также от объема «выключения» легочных сегментов при ЭКББ и ее эффективности.

При сравнении динамики показателей при одностороннем и двухстороннем процессе (табл. 2) можно отметить преобладание частоты ухудшения легочной вентиляции за счет нарастания бронхиальной обструкции при распространенном процессе по сравнению с ограниченным, что документируется вдвое более высокой частотой снижения показателя ОФВ<sub>1</sub>, а также случаями снижения показателей ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%, ПОС и СОС<sub>25-75</sub> во 2 группе больных по сравнению с пациентами 1 группы. При сопоставлении частоты положительной и отрицательной динамики показателей газообмена у пациентов с различной распространенностью патологического процесса существенных различий не выявлено.

Для сравнения функциональной динамики при различном объеме легочной деструкции отдельно проанализированы изменения показателей у больных с единичной каверной (1 группа) и у больных с двумя и более полостями распада (2 группа) (табл. 3). Значительный объем легочной деструкции, так же, как и значительная распространенность процесса, негативно влияет

на функциональную динамику при ЭКББ: при множественных кавернах бронхообструкция чаще сопровождается нарастанием бронхообструктивной патологии, чем при единичных кавернах, что подтверждается более частым снижением ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%, ПОС и СОС<sub>25-75</sub> у больных 2 группы. Кроме того, при единичных кавернах отмечены редкие случаи улучшения бронхиальной проходимости (увеличение ПОС) и улучшения кислородного обмена (увеличение РаО<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub>), чего не наблюдается при множественных кавернах.

Для изучения возможного влияния исходного состояния вентиляционной способности легких на функциональную динамику в процессе ЭКББ проведено сравнение положительных и отрицательных сдвигов функциональных показателей при его исходно нормальном (ОФВ<sub>1</sub> ≥80%д.в.), умеренно сниженном (60%д.в. ≤ОФВ<sub>1</sub> ≤79%д.в.) и значительно сниженном (ОФВ<sub>1</sub> ≤59%д.в.) состоянии (табл. 4).

У пациентов с нормальной и умеренно сниженной вентиляционной способностью легких после ЭКББ преобладает отрицательная динамика функциональных показателей. Если в первой группе отмечено только ухудшение легочной вентиляции по обструктивному типу (снижение ОФВ<sub>1</sub>, ПОС и СОС<sub>25-75</sub>), то во второй, — помимо аналогичного ухудшения легочной вентиляции, отмечается снижение показателей кислородного обмена (РаО<sub>2</sub>, SaO<sub>2</sub>) и преобладание частоты нарастания РаСО<sub>2</sub> над частотой снижения. У больных с исходно значительно сниженной вентиляционной способностью легких, напротив, преобладает улучшение легочной функции в виде роста ЖЕЛ, РаО<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub>. То есть, функциональный ущерб при ЭКББ обратно пропорционален исходной степени нарушения легочной вентиляции: у пациентов с нормальной

**Таблица 5**  
Частота и выраженность увеличения и снижения функциональных показателей на фоне ЭКББ у ранее оперированных больных деструктивным туберкулезом легких в зависимости от исходной величины ЖЕЛ (n=41)

Показатели и направление их изменения	Снижение ЖЕЛ			
	1. Нет (n=24)		2. Есть (n=17)	
	Частота изменения абс.кол-во (%)	Выраженность, M±σ	Частота изменения абс.кол-во (%)	Выраженность, M±σ
ЖЕЛ%Δ.в. ↑	5 (20,8)	10,0 ±3,2	-	-
<b>ЖЕЛ%Δ.в. ↓</b>	<b>4 (16,7)</b>	<b>11,5 ±1,5</b>	-	-
ОФВ1 %Δ.в. ↑	-	-	-	-
<b>ОФВ1 %Δ.в. ↓</b>	<b>9 (37,5)</b>	<b>16,0 ±4,6</b>	<b>2 (11,8)</b>	<b>10,0±4,7</b>
ОФВ1/ЖЕЛ%↑	-	-	-	-
<b>ОФВ1/ЖЕЛ%↓</b>	<b>2 (8,3)</b>	<b>23,0±6,1</b>	-	-
ПОС%Δ.в. ↑	3 (12,5)	26,0 ±4,9	-	-
<b>ПОС%Δ.в. ↓</b>	<b>4 (16,7)</b>	<b>18,0±1,0</b>	<b>2 (11,8)</b>	<b>30,0±5,3</b>
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↑	-	-	-	-
<b>СОС<sub>25-75</sub>%Δ.в. ↓</b>	<b>5 (20,8)</b>	<b>26,5±3,5</b>	-	-
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	-	-	2 (11,8)	17,0±6,0
<b>РаО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	<b>4 (16,7)</b>	<b>16,5±6,5</b>	<b>2 (11,8)</b>	<b>13,0±4,8</b>
СаО <sub>2</sub> % ↑	-	-	2 (11,8)	4,4±0,6
<b>СаО<sub>2</sub>% ↓</b>	<b>2 (8,3)</b>	<b>5,4±0,7</b>	-	-
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	6 (25,0)	6,4 ±1,3	6 (37,3)	4,6±0,9
<b>РаСО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	<b>9 (37,5)</b>	<b>6,3 ±3,0</b>	<b>2 (11,8)</b>	<b>3,7±4,5</b>

**Таблица 6**  
Частота и выраженность увеличения и снижения функциональных показателей на фоне ЭКББ у ранее оперированных больных деструктивным туберкулезом легких при различном объеме «выключения» легочной ткани (n=41)

Показатели и направление их изменения	Объем «выключения»					
	1. 1 сегмент (n=12)		2. 2-3 сегмента (n=20)		3. 4-5 сегментов (n=9)	
	Частота изменения абс.кол-во (%)	Выраженность, M±σ	Частота изменения абс.кол-во (%)	Выраженность, M±σ	Частота изменения абс.кол-во (%)	Выраженность, M±σ
ЖЕЛ%Δ.в. ↑	-	-	-	-	2 (22,2)	10,0±2,2
<b>ЖЕЛ%Δ.в. ↓</b>	-	-	<b>4 (20,0)</b>	11,5±1,5	2 (22,2)	10,0±1,9
ОФВ1 %Δ.в. ↑	-	-	-	-	-	-
<b>ОФВ1 %Δ.в. ↓</b>	<b>2 (16,7)</b>	<b>23,0 ±5,6</b>	<b>9 (45,0)</b>	<b>12,8±2,7</b>	-	-
ОФВ1/ЖЕЛ%↑	-	-	-	-	-	-
<b>ОФВ1/ЖЕЛ%↓</b>	<b>2 (16,7)</b>	<b>23,0±7,7</b>	-	-	-	-
ПОС%Δ.в. ↑	3 (25,0)	26,0±5,9	-	-	-	-
<b>ПОС%Δ.в. ↓</b>	<b>2 (16,7)</b>	<b>17,0 ±7,4</b>	<b>4 (20,0)</b>	<b>24,5±5,5</b>	-	-
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↑	-	-	-	-	-	-
<b>СОС<sub>25-75</sub>%Δ.в. ↓</b>	<b>2 (16,7)</b>	<b>30±8,4</b>	<b>3 (15,0)</b>	<b>23,0 ±5,5</b>	-	-
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	-	-	-	-	2(22,2)	17,0±4,6
<b>РаО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	<b>5 (41,7)</b>	<b>18,5±4,5</b>	<b>2 (10,0)</b>	<b>10,0 ±5,4</b>	-	-
СаО <sub>2</sub> % ↑	-	-	-	-	2 (22,2)	4,4±0,7
<b>СаО<sub>2</sub>% ↓</b>	<b>2 (16,7)</b>	<b>5,3±0,8</b>	-	-	-	-
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	2 (16,7)	8,0±2,2	9 (45,0)	5,1±1,1	2 (22,2)	4,9±0,8
<b>РаСО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	<b>6 (50,0)</b>	<b>7,1±3,1</b>	<b>2 (10,0)</b>	<b>4,0±1,0</b>	<b>2 (22,2)</b>	<b>3,7±1,1</b>

и умеренно сниженной вентиляционной способностью легких отмечается ухудшение бронхиальной проходимости и оксигенации крови; у пациентов со значительно сниженной легочной вентиляцией ухудшения на фоне ЭКББ не наблюдается, а в отдельных случаях отмечен рост ЖЕЛ и показателей кислородного обмена.

Связь динамики функциональных показателей с исходным состоянием жизненной емкости легких просле-

живается при анализе изменений показателей у больных с нормальными (≥80 %д.в) и сниженными (<80 %д.в.) ее значениями (табл. 5).

Из таблицы видно, что у пациентов с исходно нормальными значениями ЖЕЛ при ЭКББ ухудшение вентиляционных (ОФВ<sub>1</sub>, ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%, ПОС, СОС<sub>25-75</sub>) и газообменных (РаО<sub>2</sub> и СаО<sub>2</sub>) показателей отмечается чаще, чем у пациентов с исходно сниженной ЖЕЛ.

Таблица 7

Частота и выраженность увеличения и снижения функциональных показателей на фоне эффективной и неэффективной ЭКББ у ранее оперированных больных деструктивным туберкулезом легких (n=41)

Показатели и направление их изменения	Эффективность ЭКББ			
	1. Эффективная (n=21)		2. Неэффективная (n=20)	
	Частота изменения, абс.кол-во (%)	Выраженность M±σ	Частота изменения, абс.кол-во (%)	Выраженность M±σ
ЖЕЛ%Δ.в. ↑	5 (21,9)	10,0±4,4	-	-
<b>ЖЕЛ%Δ.в. ↓</b>	-	-	4 (20,0)	11,5±1,5
ОФВ1%Δ.в. ↑	-	-	-	-
<b>ОФВ1%Δ.в. ↓</b>	4 (19,1)	16,5±6,5	6 (30,0)	13,7±2,5
ОФВ1/ЖЕЛ%↑	-	-	-	-
<b>ОФВ1/ЖЕЛ%↓</b>	2 (9,5)	23,0±7,1	-	-
ПОС%Δ.в. ↑	-	-	2 (10,0)	26,0±11,4
<b>ПОС%Δ.в. ↓</b>	4 (19,1)	23,5±6,5	2 (10,0)	19,0±10,7
СОС <sub>25-75</sub> %Δ.в. ↑	-	-	-	-
<b>СОС<sub>25-75</sub>%Δ.в. ↓</b>	2 (9,5)	30,0±9,2	2 (10,0)	23,0±7,7
РаО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	-	-	3 (15,0)	17,0±2,0
<b>РаО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	2 (9,5)	13,0±6,3	5 (25,0)	16,5±6,5
SaO <sub>2</sub> ↑	-	-	2 (10,0)	4,4±0,8
<b>SaO<sub>2</sub>% ↓</b>	-	-	2 (10,0)	5,3±0,4
РаСО <sub>2</sub> мм рт.ст. ↑	6 (28,6)	4,9±1,2	6 (30,0)	6,1±1,4
<b>РаСО<sub>2</sub> мм рт.ст. ↓</b>	7 (33,3)	6,9±3,2	5 (25,0)	4,1±0,4

Таким образом, анализ функциональной динамики на фоне ЭКББ у пациентов с различным исходным статусом вентиляционной способности легких показал преобладание частоты отрицательных изменений при нормальном его состоянии. Объяснение этого феномена заключается в том, что ЭКББ априори направлена на создание локальной бронхиальной обструкции с целью последующего формирования локального искусственного коллапса легких (ЛИКЛ), что у пациентов с исходно нормальной функцией легких приводит к изменениям, характерным для бронхообструктивной патологии, и к снижению ЖЕЛ; в то время как введение ЭК в бронх, дренирующий морфологически и функционально несостоятельный легочный сегмент(ты) практически не оказывает дополнительного обструктирующего и рестриктурирующего воздействия.

Объем «выключаемой» из вентиляции легочной ткани при ЭКББ также оказывает влияние на частоту функциональных изменений по ее завершении, что продемонстрировано в таблице 6.

У пациентов с «выключением» из вентиляции от 1 до 3 сегментов отмечаются преимущественно отрицательные изменения функциональных показателей. Изменения затрагивают как вентиляционную способность, так и газообмен, и выражаются снижением спирометрических показателей ОФВ<sub>1</sub>, ЖЕЛ, ПОС, СОС<sub>25-75</sub> и показателей оксигенации крови РаО<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub>. При этом отрицательная динамика кислородных показателей преобладает у больных с «выключением» 1 легочного сегмента. При «выключении» 4–5 легочных сегментов снижения показателей бронхиальной проходимости и газообмена не отмечено, но имеются редкие случаи

увеличения ЖЕЛ и показателей кислородного обмена. Такую парадоксальную связь объема «выключения» и функциональной динамики можно объяснить тем, что выбор места установки клапана и объем «выключения» определяется размерами полости деструкции; следовательно, выключение 4–5 сегментов было связано с большим размером полости, при сокращении которой уменьшился объем «функционального мертвого пространства» и компрессия легочной ткани неблокированных участков легкого за счет коллабирования блокированного участка, что способствовало улучшению легочной вентиляции, в частности, увеличению ЖЕЛ и условий газообмена.

Сопоставление функциональных изменений при эффективной и неэффективной ЭКББ представлено в таблице 7.

У пациентов с эффективной ЭКББ преобладает отрицательная функциональная динамика в виде ухудшения вентиляционной способности легких по обструктивному типу (только снижение ОФВ<sub>1</sub>, ОФВ<sub>1</sub>/ЖЕЛ%, ПОС и СОС<sub>25-75</sub>) и ухудшения кислородного обмена (только снижение РаО<sub>2</sub>). Положительные изменения у этих больных проявляются лишь увеличением ЖЕЛ. При неэффективной ЭКББ наблюдается как ухудшение, так и улучшение легочной функции — наряду со снижением показателей ЖЕЛ, ОФВ<sub>1</sub>, ПОС, СОС<sub>25-75</sub>, РаО<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub> у этих пациентов имеют место и положительные изменения ПОС, РаО<sub>2</sub> и SaO<sub>2</sub> в 10–15% случаев.

Все результаты рассмотренных сопоставлений частоты интересующего эффекта не имеют статистического подтверждения (p<2,31) из-за небольшого объема фактического материала и могут расцениваться как предварительные.

## Заключение

Эндоскопическая клапанная бронхоблокация, выполненная больным с прогрессированием фиброзно-кавернозного туберкулеза и образованием фиброзных каверн после оперативного лечения, в половине случаев приводит к закрытию полостей распада и прекращению бактериовыделения в мокроте. При этом в 61% наблюдений создание локального искусственного коллапса легких не сопровождается снижением их функции, а в 17% случаев даже повышает функциональные резервы. В 39% случаев выявлена отрицательная функциональная динамика, выражающаяся преимущественно в снижении вентиляционной способности легких по обструктивному типу и, на фоне ухудшения условий газообмена, в снижении оксигенации крови.

Выраженность положительной и отрицательной динамики функциональных показателей идентична.

Частота улучшения либо ухудшения легочной функции на фоне ЭКББ связана с исходным состоянием бронхолегочного аппарата и особенностями бронхоблокации.

При двухстороннем процессе и/или при наличии двух и более фиброзных каверн динамика вентиляционной и газообменной функции легких на фоне ЭКББ чаще направлена в отрицательную и реже — в положительную сторону, чем при одностороннем процессе и/или при наличии единичной каверны. Состояние вентиляционной способности легких до ЭКББ также оказывает влияние на последующую функциональную динамику: при исходно нормальных значениях ОФВ<sub>1</sub> и ЖЕЛ формирование ЛИКЛ более часто сопровождается возникновением бронхообструктивных и газообменных нарушений, чем при их исходно сниженных значениях. Такая же парадоксальная зависимость функциональной динамики прослеживается в отношении объема «выключения» легочной ткани при бронхоблокации и ее эффективности. Исключение из вентиляции 1 или 2–3 легочных сегментов сопровождается ухудшением легочной вентиляции и газообмена, а при выключении 4–5 легочных сегментов отмечены редкие эпизоды функционального улучшения. При клинически эффективной бронхоблокации в функциональном отношении наблюдаются отрицательные сдвиги, а при бронхоблокации, оцененной как клинически неэффективная, наряду с ухудшением легочной функции имеют место и положительные изменения.

## Список литературы

- Канаев В. В. Общие вопросы методики исследования и критерии оценки показателей дыхания / Под редакцией Л. Л. Шика, Н. Н. Канаева — Л., — 1980. — С. 21–36.
- Левин А. В., Цеймах Е. А., Николава О. Б., Зимонин П. Е., Аскалонова О. Ю., Левин А. А. Коллапсотерапевтические методы в лечении больных инфильтративным туберкулезом легких в фазе распада и с лекарственной устойчивостью возбудителя // Туберкулез и болезни легких. — 2013. — Т. 90. — № 12. — С. 065–070.
- Ловачева О. В., Багирова М. А., Багдасарян Т. Р., Красникова Е. В., Шергина Е. А., Грицай И. Ю. Применение эндобронхиальных клапанов и экстраплевральной пломбировки гигантских каверн у больной туберкулезом с множественной лекарственной устойчивостью возбудителя Туберкулез и болезни легких. 2017 Т. 95 № 9 с. 60–67. DOI: 10.21292/2075-1230-2017-95-9-60-67

- Нечаева О. Б. Мониторинг туберкулеза и ВИЧ-инфекции в Российской Федерации. Медицинский алфавит. 2017 Т. 3 № 30 (327). с. 24–33.
- Попова Л. А., Шергина Е. А., Ловачева О. В., Багдасарян Т. Р., Черных Н. А., Нефедов В. Б. Функциональный ответ на установку эндобронхиального клапана у больных деструктивным туберкулезом легких // Туберкулез и болезни легких. — 2016. — № 9. — С. 30–37.
- Попова Л. А., Шергина Е. А., Ловачева О. В., Шабалина И. Ю., Багдасарян Т. Р., Сидорова Н. Ф. Изменения функционального статуса легких в ранний период эндоскопической клапанной бронхоблокации у больных хроническим деструктивным туберкулезом легких // Пульмонология. — Том 28 № 3 (218). — стр. 332–340.
- Приказ Минздрава России от 29.12.14 № 951 «Об утверждении методических рекомендаций по совершенствованию диагностики и лечения туберкулеза органов дыхания» Раздел IX. Режимы химиотерапии больных туберкулезом.
- Склюев С. В., Петренко Т. И. Эффективность установки эндобронхиального клапана при комплексной терапии больных неэффективно леченным деструктивным инфильтративным туберкулезом легких // Туберкулез и болезни легких. — 2013. — № 7. — С. 11–15.
- Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению туберкулеза органов дыхания с множественной и широкой лекарственной устойчивостью возбудителя Издание третье Васильева И. А., Багдасарян Т. Р., Баласанянц Г. С., Богородская Е. М., Борисов С. Е., Валиев Р. Ш., Казенный Б. Я., Казмирова Н. Е., Краснов В. А., Ловачева О. В., Малиев Б. М., Марьяндышев А. О., Морозов Т. И., Самойлова А. Г., Севастьянова Э. В., Скорняков С. Н., Смердин С. В., Стаханов В. А., Черноусова Л. Н., Эргешов А. Э. Москва 2015г 68с.
- Федеральные клинические рекомендации по использованию метода клапанной бронхоблокации в лечении туберкулеза легких и его осложнений Российского Общества Фтизиатров / Ловачева О. В., Елькин А. В., Зимонин П. Е., Краснов Д. В., Краснов В. А., Левин А. В., Склюев С. В., Скорняков С. Н., Степанов Д. В., Цеймах Е. А., Шумская И. Ю. / М., 2015. — 27 с.
- Чушкин М. И. Функция внешнего дыхания и качество жизни у пациентов после пневмонэктомии и лобэктомии по поводу туберкулеза // Врач-аспирант. — 2015. — № 4 (71). — с. 97–103.
- Bakhos C, Doelken P, Pupovac S, Ata A, Fabian T. Management of Prolonged Pulmonary Air Leaks With Endobronchial Valve Placement. JSLs. 2016 Jul-Sep;20(3). pii: e2016.00055. doi: 10.4293/JSLs.2016.00055.
- Corbetta L, Tofani A, Montinaro F, Michieletto L, Ceron L, Moroni C, Rogasi PG. Lobar Collapse Therapy Using Endobronchial Valves as a New Complementary Approach to Treat Cavities in Multidrug-Resistant Tuberculosis and Difficult-to-Treat Tuberculosis: A Case Series. Respiration. 2016;92(5):316–328.
- Darwiche K, Karpf-Wissel R, Eisenmann S, Aigner C, Welter S, Zarogoulidis P, Hohenforst-Schmidt W, Freitag L, Oezkan F. Bronchoscopic Lung Volume Reduction with Endobronchial Valves in Low-FEV1 Patients. Respiration. 2016; 92(6):414–419.
- Herth FJF, Slebos DJ, Criner GJ, Valipour A, Sciruba F, Shah PL. Endoscopic Lung Volume Reduction: An Expert Panel Recommendation — Update 2019 Respiration. 2019;97(6):548–557. doi: 10.1159/000496122. Epub 2019 Mar 5
- Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, Crapo R, Enright P, van der Grinten CP, Gustafsson P, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Navajas D, Pedersen OF, Pellegrino R, Viegi G, Wanger J: ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. // Eur Respir J. — 2005. — Vol. 26. — N. 2. — P. 319–338.
- Patel B, Abi-Fadel D, Rosenheck J, Birtter T, Boujaoude Z, Abouzghib W. Endobronchial Valves for Treatment of Hemoptysis. J Bronchology Interv Pulmonol. 2019 Apr;26(2): e22–e24. doi: 10.1097/LBR.0000000000000570.
- Slavkovska K., Krvne plyny a acidobazicka rovnovaha // Kristuffek P. a kol / Funkcia dychania v laboratornej a klinickej praxi — Vidavatelstvo Osveta, 1982. — P. 124–156.
- Standardization of Lung Function Tests. Report Working Party European Community for Steel and Coal. Official statement of European Respiratory Society // Eur. Respir. J.—1993.— Vol.6.-P.1–121.

**Для цитирования.** Попова Л. А., Шергина Е. А., Багдасарян Т. Р., Шабалина И. Ю., Чушкин М. И., Карпина Н. А. Изменение вентиляционной и газообменной функции легких в результате эндоскопической клапанной бронхоблокации у больных с рецидивом фиброзно-кавернозного туберкулеза после резекции легкого // Медицинский алфавит. Серия «Современная функциональная диагностика». — 2019. — Т. 3. — 29 (404). — С. 8–15.

