

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar104679>

Научная статья



# Хирургическое лечение больных с разрывами трахеи

Е.А. Тищенко, Е.Е. Фуфаев, О.В. Баринов

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия

**Актуальность.** В настоящее время частота ятрогенных разрывов трахеи составляет в среднем 0,02–0,07 % при плановой трахеостомии и интубации, однако при экстренном выполнении процедуры этот показатель возрастает до 15 %. Целесообразность и обоснованность применения того или иного метода лечения повреждений трахеи являются предметом дискуссий среди авторов научных исследований и специалистов. Не существует единой общепринятой методики лечения, которая была бы эффективна при различных видах и степенях повреждения стенки трахеи.

**Цель** — определить показания к различным видам хирургического вмешательства на основе анализа результатов лечения больных с разрывами трахеи.

**Материалы и методы.** В исследование включено 12 пациентов с ятрогенными разрывами трахеи. Всем пациентам проводилась комплексная диагностика физикальными, лабораторными, лучевыми и инструментальными методами исследования, а также произведен анализ эффективности различных методов лечения разрыва трахеи в зависимости от характера травмы.

**Результаты.** Пациентам с повреждением трахеи 1-й и 2-й степени с отсутствием, либо неосложненным течением газового синдрома показано консервативное лечение. Для пациентов с повреждением трахеи 2-й степени и прогрессирующим газовым синдромом эффективны наложение трахеостомы и дренирование средостения. При разрывах на всю глубину стенки (3А и 3Б степени) показано выполнение оперативного вмешательства с ушиванием трахеи. В случае функциональной неоперабельности больного с тяжелыми разрывами трахеи одним из эффективных вариантов лечения является применение экстракорпоральной мембранной оксигенации в сочетании с миниинвазивными дренирующими вмешательствами.

**Заключение.** Сформулированы показания к различным методам лечения больных с разрывами трахеи. Выработанный алгоритм ведения применяется при оказании помощи пациентам с повреждением трахеи в стационарах Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова.

**Ключевые слова:** интубация; миниинвазивная хирургия; разрыв трахеи; трахеостомия; фибробронхоскопия; экстракорпоральная мембранная оксигенация; ятрогенное повреждение.

## Как цитировать:

Тищенко Е.А., Фуфаев Е.Е., Баринов О.В. Хирургическое лечение больных с разрывами трахеи // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2022. Т. 41. № 2. С. 133–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar104679>

DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar104679>

Research Article

# Surgical treatment of patients with ruptures of the trachea

Egor A. Tishchenko, Evgeniy E. Fufaev, Oleg V. Barinov

Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia

**BACKGROUND:** Currently, the incidence of iatrogenic ruptures of the trachea averages 0.02–0.07% with elective tracheostomy and intubation, but in the event of an emergency procedure, this figure rises to 15%. The feasibility and validity of the use of one or another method of treating tracheal injuries is the subject of discussion among the authors of scientific studies and specialists. There is no single generally accepted method of treatment that would be effective for various types and degrees of damage to the tracheal wall.

**AIM:** to determine the indications for various types of surgical intervention based on the analysis of the results of treatment of patients with tracheal ruptures.

**MATERIALS AND METHODS:** The study included 10 patients with iatrogenic tracheal ruptures. All patients underwent a comprehensive diagnosis using physical, laboratory, radiation and instrumental methods of research, as well as an analysis of the effectiveness of various methods of treating tracheal rupture, depending on the nature of the injury.

**RESULTS:** Patients with grade 1 and 2 tracheal injury with no or uncomplicated gas syndrome are treated conservatively. In patients with grade 2 tracheal injury and progressive gas syndrome, tracheostomy and mediastinal drainage are effective. With ruptures to the entire depth of the wall (3A and 3B degrees), surgical intervention with suturing of the trachea is indicated. In the case of functional inoperability of a patient with severe tracheal ruptures, one of the effective treatment options is the use of extracorporeal membrane oxygenation in combination with minimally invasive drainage interventions.

**CONCLUSION:** indications for various methods of treatment of patients with tracheal ruptures have been formulated. The developed management algorithm is used in providing care to patients with tracheal injury in hospitals of the S.M. Kirov Military Medical Academy.

**Keywords:** extracorporeal membrane oxygenation; fibrobronchoscopy; iatrogenic injury; intubation; minimally invasive surgery; tracheal rupture; tracheostomy.

**To cite this article:**

Tishchenko EA, Fufaev EE, Barinov OV. Surgical treatment of patients with ruptures of the trachea. *Russian Military Medical Academy Reports*. 2022;41(2):133–142. DOI: <https://doi.org/10.17816/rmmar104679>

Received: 10.03.2022

Accepted: 03.04.2022

Published: 30.06.2022

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Частота ятрогенных разрывов трахеи составляет в среднем 0,2–0,7 % при выполнении чрескожной трахеостомии и 0,5–1 % при эндобронхиальной интубации трахеи. Риск осложнения в виде травмирования трахеи значительно возрастает (до 15 %), если манипуляции проводятся по экстренным показаниям [1, 2]. Факторами риска ятрогенного повреждения являются: возраст выше 50 лет, повышенный ИМТ, женский пол и длительный прием кортикостероидов [3]. Наиболее часто при ятрогенных травмах повреждается мембранозная часть трахеи [4].

В настоящее время используется несколько классификаций разрывов трахеи. В Российской Федерации — в основном классификация М.И. Перельмана (1972 г.) [5], а также морфологическая классификация G. Cardillo et al. (2010 г.), основанная на характеристиках разрывов оболочек стенки трахеи [6].

Типичными признаками при трахеобронхиальном повреждении могут быть подкожная эмфизема, пневмомедиастинум и пневмоторакс [2]. Также может иметь место острая дыхательная недостаточность. У пациентов с ранее существовавшей дыхательной недостаточностью дифференциальная диагностика может быть затруднена. В некоторых источниках сообщается о случаях кровохарканья [7], пневмоперикарда, стенокардии и шока [8].

Рентгенография груди и шеи — это начальный инструментальный метод диагностики, и он может выявить такие признаки повреждения трахеи, как подкожная эмфизема, пневмомедиастинум или пневмоторакс с коллапсом легкого [9].

Компьютерная томография эффективна в диагностике трахеобронхиальных повреждений в 71 % случаев, а при применении 3D-реконструкции диагностическая точность исследования, по данным некоторых авторов, увеличивается до 94 % [10].

Бронхоскопия на сегодняшний день является основным методом диагностики локализации, а также определения степени тяжести повреждения трахеи [11].

В настоящее время целесообразность и обоснованность применения того или иного метода лечения повреждений трахеи являются предметом дискуссий среди авторов научных исследований и специалистов. Не существует единой и общепринятой методики лечения, которая была бы эффективна при различных видах и степенях повреждения стенки трахеи. Кроме того, при наличии

показаний к хирургическому вмешательству остро встает вопрос о выборе доступа и объеме операции.

*Цель исследования* — определить показания к различным видам хирургического вмешательства на основе анализа результатов лечения больных с разрывами трахеи.

В процессе исследования решались следующие задачи:

1. Определить эффективность различных методов лечения повреждений трахеи в зависимости от характера травмы.

2. Оценить возможность применения экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) при лечении больных с повреждением трахеи.

3. Оценить результаты лечения больных в отдаленном периоде.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании представлен ретроспективный анализ результатов лечения 12 больных с разрывами трахеи в клиниках Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова в период с 2015 по 2020 г. Проведен анализ основных характеристик разрывов трахеи и особенностей их диагностики и лечения. Отдаленные результаты лечения оценивали путем контрольного обследования, включающего контрольную фибробронхоскопию (ФБС) и компьютерную томографию (КТ) груди. Также проведено анкетирование пациентов.

Среди 12 пациентов было 4 мужчин (33,3 %) и 8 (66,7 %) женщин. Возраст больных варьировал от 30 до 64 лет, медиана 51,7 [46,75; 61,25].

У 10 пациентов (83,3 %) выявлено манжеточное повреждение трахеи; у 1 (8,3 %) — вследствие осложненной трахеостомии; у 1 (8,3 %) — прямое повреждение хирургическим инструментом. Установить наличие разрыва интраоперационно удалось у 3 больных (25 %). У остальных повреждение диагностировано в течение первых часов после операции при ФБС, показаниями для проведения которой была характерная клиническая картина.

Способность к самостоятельному дыханию сохранилась у 8 пациентов (66,7 %), 4 (33,3 %) потребовалось проведение искусственной вентиляции легких (ИВЛ), причем 3 из них (25 %) с положительным давлением в конце выдоха (ПДКВ). Параметры ИВЛ представлены в табл. 1.

У всех пациентов имелись различные клинические проявления травмы, среди которых основным был газовый

**Таблица 1.** Параметры ИВЛ у больных с разрывами трахеи

Пациент	Дыхательный объем (ДО), мл	ПДКВ, мм вод. ст.	Длительность ИВЛ, сут
А	450–550	3	3
П	450–500	3	2
Т	450–500	4	6
Б	500–600	–	4

**Таблица 2.** Клинические проявления повреждения трахеи

Количество пациентов	Синдром				
	эмфизема средостения	подкожная эмфизема		двусторонний пневмоторакс	
		Ограниченная	Распространенная	Закрытый	Напряженный
<i>N</i>	8	5	3	1	1

синдром. Его интенсивность варьировала от степени повреждения и от способности больного к самостоятельному дыханию. У 9 пациентов (75 %) отмечалась подкожная эмфизема, из них у 5 (41,7 %) ограниченная, у 3 (25 %) — распространенная (классификация Е.А. Вагнера [12]). У 2 больных (16,7 %) отмечалась эмфизема средостения. У 2 пациентов (16,7 %) диагностирован двусторонний пневмоторакс, причем у одного из них напряженный (табл. 2).

Всем больным выполнялась ФБС. Разрыв только слизистого и/или подслизистого слоя стенки трахеи выявлен у 7 больных (58,3 %). У остальных 5 пациентов (41,7 %) диагностирован полный разрыв трахеи.

Для верификации повреждения трахеи пациентам проводили физикальное обследование, а также использовали инструментальные методы исследования, такие как рентгенография органов грудной клетки (Rg ОГК) и КТ груди, ФБС, а также лабораторные — клинический анализ крови (КАК).

Динамику состояния пациентов оценивали по данным физикального обследования, ФБС, Rg ОГК и КТ груди, КАК.

Выполнение трахеостомии было необходимо 7 пациентам (58,3 %). В случае продолжительной ИВЛ и/или нарастания газового синдрома для изоляции зоны разрыва от трахеобронхиальной дискинезии (ТБД) 5 пациентам (41,7 %) манжету интубационной трубки раздували ниже зоны повреждения.

Пяти больным (41,7 %) с неполным разрывом стенки трахеи проводилось консервативное лечение. Трех больных (25 %) лечили с применением минимально инвазивных методик — трахеостомии и дренирования средостения. В 3 случаях (25 %) выполнено хирургическое лечение. Одному пациенту (8,3 %) проведена вено-венозная ЭКМО в качестве альтернативы оперативному вмешательству. Экстракорпоральная поддержка осуществлялась при помощи аппарата MAQUET Cardiohelp в течение 6 сут.

Для более полной оценки тяжести травмы и выработки наиболее оптимальной тактики лечения пациентов все повреждения трахеи дифференцировались согласно классификации G. Cardillo et al. [6].

С целью оценки отдаленных изменений в трахее выполняли контрольную КТ груди и ФБС. Сроки наблюдения составили от 6 мес до 5 лет.

Для оценки качества жизни в отдаленном периоде использовали опросник SF-36, который позволяет дать количественную характеристику физического, эмоционального, социального компонентов качества жизни.

Базу данных формировали на персональном компьютере в электронных таблицах Excel пакета MS Office 2016 («Microsoft Corporation», США). Статистическую описательную обработку результатов исследования проводили с использованием методов непараметрического анализа.

В ходе исследования применялись следующие процедуры и методы статистического анализа:

Проводилась оценка соответствия эмпирического закона распределения количественных переменных теоретическому закону нормального распределения по критерию Колмогорова–Смирнова.

Для описания центральных тенденций и дисперсий количественных признаков, не требующих приближенно нормального распределения, использовались медиана и интерквартильный размах (25 и 75 % процентиля) (*Me* [LQ; UQ]) [13, 14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Консервативное лечение повреждения трахеи проводилось 5 пациентам (41,7 %). Из них у 2 (16,7 %) была 1-я степень разрыва трахеи и у 3 (25 %) — 2-я степень. Протяженность повреждения у данных пациентов не превышала 35 мм (табл. 3).

**Таблица 3.** Характеристика повреждений трахеи у пациентов, получавших консервативное лечение (*n* = 5)

Пациент	Степень повреждения	Протяженность разрыва, мм
1	1	25
2	1	30
3	2	33
4	2	35
5	2	35

Данные пациенты в первые 3 сут после получения повреждения находились в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) с целью круглосуточной оценки у 3 больных (25 %) со 2-й степенью разрыва динамики газового синдрома и у 2 больных (16,7 %) с 1-й степенью — раннего его выявления.

Пациентам проводилась контрольная ФБС раз в 2 сут в течение первых 5 сут, затем раз в 6–7 сут в течение всего оставшегося времени лечения. Выполнение каждой ФБС сопровождалось санацией ТБД.

Рентгенконтроль у данных пациентов осуществлялся с помощью контрольной Rg груди каждый день в первые 4–5 сут, затем — раз в 3–6 сут весь оставшийся период лечения. КТ груди выполнялась всем пациентам в день получения повреждения трахеи и перед выпиской. Трём пациентам (25 %) с подкожной эмфиземой контрольную КТ груди выполнили дополнительно на 7-е сут после получения разрыва трахеи.

Данным пациентам проводилась антибактериальная терапия антибиотиками широкого спектра действия с целью купирования воспалительных явлений в средостении в течение 7–12 сут. С целью ранней диагностики инфекционных осложнений проводился мониторинг уровня лейкоцитов крови и лейкоцитарного индекса интоксикации (ЛИИ) Кальф-Калифа (табл. 4).

Таким образом, консервативное лечение показано пациентам с повреждением трахеи 1-й и 2-й степени с отсутствием либо неосложненным газовым синдромом с положительной его динамикой.

Критериями эффективности консервативного лечения являются: отсутствие инфекционных осложнений, постепенное купирование газового синдрома, оцениваемое при проведении контрольных Rg ОГК и КТ груди, а также

удовлетворительное течение репаративного процесса в месте повреждения трахеи, оцениваемое при динамических ФБС.

**Анализ минимально инвазивных методов лечения повреждения трахеи.** Во всех ситуациях тактика лечения определялась решением консилиума, состоящего из анестезиологов, торакальных хирургов, эндоскопистов. У 3 пациентов (25 %) со 2-й степенью повреждения трахеи протяженностью 36, 38 и 40 мм в ходе консервативного лечения отсутствовала положительная, а затем появилась отрицательная динамика газового синдрома, проявляющаяся развитием клинической картины дыхательной недостаточности — увеличением ЧДД, возбуждением, тахикардией. После подтверждения физикальных данных лучевыми методами исследования (Rg ОГК, КТ груди), принято решение о выполнении данным пациентам дренирования переднего средостения. В качестве превентивной меры профилактики острой дыхательной недостаточности, данным пациентам также выполнена трахеостомия с последующей установкой трахеостомической трубки, через которую производилась кислородная поддержка самостоятельного дыхания больного. Манжету раздували ниже места повреждения с целью снижения нагрузки на область дефекта. Динамика насыщения крови кислородом ( $SpO_2$ ) представлена в табл. 5.

На 8-е сут всем 3 пациентам произведена деканюляция трахеи. Сброс воздуха по дренажам у первого пациента продолжался в течение 3 сут, у второго — 5 сут, у третьего — 6 сут.

Таким образом, наложение трахеостомы с раздуванием трахеостомической трубки ниже дефекта и дренирование средостения эффективно у пациентов с повреждением трахеи 2-й степени и отрицательной динамикой газового

**Таблица 4.** Мониторинг уровня лейкоцитов крови и ЛИИ у пациентов, получавших консервативное лечение ( $n = 5$ )

Пациент	Сутки после повреждения									
	1-е		3-и		5-е		7-е		10-е	
	WBC, $n \times 10^9/л$	ЛИИ								
1	7,3	0,53	8,2	0,76	7,9	0,71	6,4	0,63	6,2	0,58
2	8,1	0,91	8,7	1,23	8,3	0,84	7,2	0,76	7,1	0,81
3	9,4	1,45	10,1	1,51	9,7	1,36	6,5	0,94	6,8	0,83
4	9,0	1,23	8,7	1,16	8,5	1,25	7,8	0,91	5,9	0,72
5	10,2	1,58	11,4	1,63	10,8	1,12	7,9	1,03	6,4	0,69

**Таблица 5.** Оценка насыщения крови кислородом у пациентов с дренированием средостения и трахеостомией ( $n = 3$ )

Пациент	Уровень $SpO_2$ , %								
	до проведения манипуляций	1-е сут	2-е сут	3-и сут	4-е сут	5-е сут	6-е сут	7-е сут	
1	89	98	99	98	99	—	—	—	
2	87	95	97	96	97	98	98	—	
3	92	93	95	95	96	97	99	99	

синдрома. Преимуществом данных манипуляций является их более легкая по сравнению с открытым оперативным вмешательством переносимость пациентом, профилактика развития застойных явлений в легких и возможность осуществлять контроль динамики эмфиземы средостения с помощью дренажей.

**Анализ оперативных методов лечения повреждения трахеи.** Среди наблюдаемых пациентов оперативное лечение выполнено 3 (25 %) больным с разрывами трахеи. Показаниями к оперативному вмешательству у данных больных являлись: глубокое повреждение трахеи (степень 3А у 2 (16,7 %) больных и 3Б у 1 (8,3 %) больного) и отрицательная динамика газового синдрома, проявляющаяся нарастанием клинических признаков острой дыхательной недостаточности.

Поскольку тактика лечения данных пациентов определялась индивидуально, далее представлено подробное описание клинических случаев.

**Больной А., 54 года**, urgently оперирован по поводу острого калькулезного холецистита. В ходе выполнения общей анестезии, при установке эндотрахеальной трубки произведено манжеточное повреждение трахеи. Разрыв диагностирован в ходе операции: появились клинические признаки газового синдрома (эмфизема мягких тканей груди, шеи, лица). Для верификации причины эмфиземы произведена ФБС, при которой на задней стенке в области бифуркации (на 5 см выше) визуализировалось линейное повреждение трахеи на всю ее глубину протяженностью 45 мм. В ходе интраоперационного консилиума принято решение о выполнении трахеостомии с переносом манжеты ниже уровня разрыва. На момент завершения оперативного вмешательства по поводу основного заболевания: ЧДД 18 в мин, дыхание с помощью ИВЛ с ПДКВ = 3, SpO<sub>2</sub> 96 % при концентрации кислорода в подаваемой газовой смеси 50 %. Прогрессирование газового синдрома. При повторной ФБС протяженность разрыва составила 50 мм. Принято решение о выполнении правосторонней торакотомии, ушивания трахеи и дренирования средостения. В послеоперационном периоде: сброс воздуха по дренажу незначительный, продолжался 5 сут. На 7-е сут выполнена КТ груди, контроль признаков наличия газа в средостении. Произведено удаление дренажа. Дыхание самостоятельное через трахеостомическую трубку на 3-и сут после операции. Деканюляция трахеи на 7-е сут. Контрольная ФБС: на 2-е сут — визуализируется линейный дефект, покрытый полоской фибрина; на 5-е сут — формирование грануляционной ткани; на 7-е сут — тонкая красноватая нитевидная линия повреждения с признаками частичного заживления; 14-е сут — место повреждения розового цвета, признаки стенозирования трахеи отсутствуют. Все ФБС завершались санацией ТБД. Во время лечения проводилась антибактериальная терапия антибиотиками широкого спектра действия с целью купирования воспалительных явлений в средостении в течение 7–12 сут. Инфекционных осложнений не возникло. Выздоровление.

**Больной Б., 49 лет**, оперирован по поводу бронхогенной кисты средостения. В ходе оперативного вмешательства повреждена трахея на всю глубину ее стенки ниже бифуркации с переходом на правый главный бронх, протяженностью 60 мм. Повреждение визуализировано интраопреационно после удаления опухоли. Учитывая нарастающие признаки острой дыхательной недостаточности (дыхание с помощью ИВЛ, SpO<sub>2</sub> 86 % на момент визуализации повреждения) и невозможность установить манжету интубационной трубки ниже места повреждения, принято решение об ушивании трахеи, используя правый торакотомический доступ. Операция завершилась установкой трахеостомической трубки и дренированием средостения и правой плевральной полости. По завершении операции произведена контрольная ФБС, состоятельность швов удовлетворительная. Сброс воздуха по медиастинальному дренажу в 1-е сут после операции незначительный, 2–6-е сут — положительная динамика, на 7-е сут сброс воздуха отсутствовал. По результатам контрольной КТ на 8-е сут отмечались следы газа в средостении, что свидетельствовало о тенденции к регрессу эмфиземы. На 9-е сут после операции медиастиальный дренаж удален. Дренаж в плевральной полости удален на 5-е сут послеоперационного периода, так как сброс воздуха по нему отсутствовал. На 4-е сут самостоятельное дыхание через трахеостомическую трубку с периодической кислородной поддержкой. Деканюляция трахеи на 9-е сут. Контрольные ФБС проводились на 3-и, 7-е, 14-е сут после операции, динамика репаративных процессов удовлетворительная. Все ФБС завершались санацией ТБД. Во время лечения проводилась антибактериальная терапия антибиотиками широкого спектра действия с целью купирования воспалительных явлений в средостении в течение 7–12 сут. Инфекционных осложнений не возникло. Выздоровление.

**Больная Т., 30 лет**, оперирована по поводу анкилоза правого височнонижнечелюстного сустава. В ходе выполнения трахеостомии повреждена задняя стенка шейного отдела трахеи на всю ее глубину протяженностью 50 мм. Учитывая нарастающие клинические признаки газового синдрома и острой дыхательной недостаточности, принято решение об отмене операции по поводу основного заболевания и ушивании дефекта трахеи с доступом путем переднего срединного разреза от проекции щитовидного хряща до рукоятки грудины с разделением передней группы мышц шеи. Несмотря на выполненную операцию, состояние больной ухудшилось. Отмечено нарастание газового синдрома, клиника острой дыхательной недостаточности, гипоксии головного мозга и острой сердечно-сосудистой недостаточности. Принято решение о прекращении операции. Выполнена установка манжеты трахеостомической трубки ниже места повреждения. Клинические признаки напряженного двухстороннего пневмоторакса, эмфиземы средостения, острой гипоксии головного мозга. Дренирование плевральных полостей и средостения. Через 2 ч после операции проведена

контрольная ФБС — визуализируется зияющий неправильной веретенообразной формы дефект трахеи на всю глубину ее стенки размерами 50 × 20 мм. Общее состояние больной в 1-е сут после операции — тяжелое. Пациентка в отделении реанимации, дыхание через трахеостому с помощью ИВЛ с ПДКВ = 4, концентрация кислорода в подаваемой газовой смеси 30 %. На 3-и сут после операции в клиническом анализе крови лейкоцитоз  $12,3 \times 10^9/\text{л}$ , выполнена КТ груди — диагностирована двухсторонняя полисегментарная пневмония, медиастинит. Назначена антибиотикотерапия препаратом «Меропенем». На 5-е сут состояние пациентки крайне тяжелое. Лейкоцитоз  $10,7 \times 10^9/\text{л}$ . Консультация нейрохирурга: постгипоксическая энцефалопатия, отек головного мозга. Нарастающая клиника острой сердечной недостаточности. На 6-е сут пациентка скончалась.

Таким образом, небольшое число наблюдений не позволяет делать однозначные выводы, однако можно предварительно считать, что показаниями к использованию хирургических методов лечения повреждения трахеи являются: разрывы 3А и 3Б степени, а также нарастающие признаки газового синдрома и острой дыхательной недостаточности. Также можно сделать вывод, что завершение операции дренированием средостения и выполнением трахеостомии, с раздуванием, по возможности, манжеты эндотрахеальной трубки ниже места повреждения, уменьшает вероятность возникновения осложнений в послеоперационном периоде.

Опыт использования ЭКМО при лечении разрыва трахеи. В литературе описаны редкие случаи, когда пациенту с разрывом трахеи и показаниями к оперативному лечению, но при этом невозможностью по тем или иным причинам его выполнить, проводилось ЭКМО, как альтернативный вариант [15]. Мы имеем опыт лечения одного больного с применением ЭКМО при повреждении трахеи.

**Пациент П., 64 года**, оперирован по поводу калькулезного холецистита. В процессе интубации в ходе выполнения анестезиологического пособия повреждена трахея. Разрыв диагностирован в первые 2 ч после операции — в следствие появления клиники газового синдрома (подкожная эмфизема груди, шеи) принято решение о выполнении ФБС, при которой визуализировалось линейное повреждение задней стенки трахеи на всю ее толщину, локализующееся под бифуркацией с переходом на правый главный бронх. Протяженность разрыва составляла 70 мм. При проведении КТ груди диагностирован правосторонний пневмоторакс, эмфизема средостения. В ходе консилиума принято решение о выполнении дренирования переднего средостения и плевральной полости. Отрицательной динамики газового синдрома не наблюдалось.

На 2-е сут после операции по поводу основного заболевания, состояние пациента ухудшилось — появились клинические признаки дыхательной недостаточности,

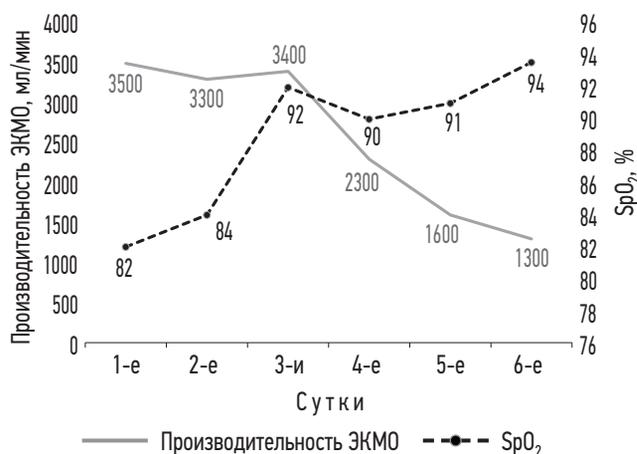
такие как кашель, тахипноэ, одышка, возбуждение. Частота дыхательных движений (ЧДД) 22,  $\text{SpO}_2$  84 %, гемодинамически нестабилен. При проведении КТ груди диагностирована левосторонняя полисегментарная пневмония. В ходе консилиума сделан вывод, что пациент функционально неоперабелен ввиду невозможности выполнения однократной интубации для ушивания трахеи. Больному проводилось дыхание через трахеостому с помощью ИВЛ с ПДКВ = 3, однако из-за частично коллабированного правого легкого вследствие пневмоторакса, левосторонней пневмонии и недостаточности кровообращения состояние пациента ухудшалось. Принято решение применить к пациенту ЭКМО посредством веновенозного контура. Предполагалось, что данная процедура снизит нагрузку на легкие и стабилизирует гемодинамические показатели пациента.

Через 2 ч после подключения ЭКМО состояние пациента стабилизировалось. Продолжена поддержка ИВЛ с ПДКВ = 3.

На 2-е сут после подключения ЭКМО на фоне удовлетворительного расправления легких пациент переведен на самостоятельное дыхание через трахеостому с кислородной поддержкой. Проведена контрольная ФБС — визуализируется линейный дефект трахеи, края с незначительным диастазом 4–5 мм, покрыты фибрином в виде полоски. В клиническом анализе крови — лейкоцитоз  $10,5 \times 10^9/\text{л}$ , ЛИИ 1,54, проводится антибактериальная терапия антибиотиками широкого спектра действия с целью купирования воспалительных явлений в средостении в течение 12 сут.

На 3-и сут на фоне улучшения состояния больного началось поэтапное снижение производительности ЭКМО, на 6-е сут экстракорпоральная поддержка прекращена (см. рисунок).

На фоне антибиотикотерапии уровень лейкоцитов нормализовался на 3-е сут после начала экстракорпоральной поддержки, ЛИИ также держался в пределах референсных значений.



**Рисунок.** Производительность ЭКМО и уровень насыщения крови кислородом у пациента в течение 6 сут экстракорпоральной поддержки

**Таблица 6.** Результаты анкетирования пациентов с разрывами трахеи

Показатели	Группы		
	1 (n = 5), Me [LQ; UQ]	2 (n = 5), Me [LQ; UQ]	3 (n = 5), Me [LQ; UQ]
Физическое функционирование	69,4 [58,6; 72,3]	59,3 [50,2; 67,3]	54,7 [49,6; 61,2]
Ролевое функционирование	56,3 [47,9; 65,2]	52,5 [45,8; 63,4]	48,6 [43,1; 54,3]
Интенсивность боли	78,4 [65,2; 86,6]	66,2 [58,6; 74,1]	58,2 [54,8; 63,2]
Общее здоровье	54,9 [49,8; 60,9]	48,7 [42,9; 55,8]	52,4 [45,5; 59,7]
Жизненная активность	75,7 [63,4; 79,7]	62,6 [58,2; 67,1]	58,9 [53,3; 64,1]
Социальное функционирование	80,1 [71,2; 88,3]	75,2 [70,7; 82,3]	73,2 [67,9; 79,2]
Ролевое функционирование, обусловленное эмоциональным состоянием	60,2 [53,5; 65,8]	65,4 [57,4; 80,9]	58,5 [52,4; 64,1]
Психическое здоровье	78,4 [69,4; 85,7]	72,1 [63,1; 79,6]	69,3 [61,7; 75,8]
Физический компонент здоровья	64,8 [59,2; 70,8]	56,3 [51,4; 59,8]	53,5 [49,2; 56,3]
Психический компонент здоровья	73,6 [67,9; 79,1]	68,5 [62,7; 75,5]	70 [64,5; 75,4]

В ходе проведения контрольных ФБС на 3-и, 5-е, 7-е, 10-е, 14-е, 20-е сут после подключения пациента к ЭКМО визуализировались репаративные процессы в зоне повреждения.

Рентгенконтроль газа в плевральной полости и средостения проводился с помощью Rg груди каждый день в первые 5 сут после начала экстракорпоральной поддержки, затем каждые 3 дня до 15 сут. КТ груди проводилось на 5-е, 12-е и 20-е сут. На 12-е сут признаков наличия газа в плевральной полости и средостении не было. Сброс воздуха по дренажам после купирования пневмоторакса и эмфиземы средостения был незначительным, на 10-е сут отсутствовал. На 12-е сут дренажи удалены.

Пациент выписан на 25-е сут после получения повреждения трахеи. При контрольной ФБС перед выпиской визуализировалась зона разрыва розового цвета с формированием рубцовой ткани. Отмечено незначительное стенозирование (менее 10 % диаметра) трахеи.

Таким образом, в случае функциональной неоперабельности больного (непереносимость однологичной ИВЛ, невозможность выполнить интубацию трахеи) одним из эффективных вариантов лечения повреждения трахеи является применение ЭКМО.

**Обсуждение результатов.** Средняя длительность пребывания пациентов в ОРИТ составила 7 сут [5,6; 9,3], а средняя длительность госпитализации — 18 сут [15,8; 22,1].

Выздоровели 11 больных (91,7 %). При выписке отмечено удовлетворительное сращение краев раны с образованием линейного шва без признаков стенозирования трахеи у 10 пациентов (83,3 %) и с незначительным (менее 10 % диаметра) сужением у 1 пациента (8,3 %). В послеоперационном периоде осложнения возникли у 2 больных (16,7 %) — у обоих была диагностирована двусторонняя полисегментарная пневмония. Одна пациентка (8,3 %)

погибла в послеоперационном периоде вследствие развития постгипоксической энцефалопатии, прогрессирующего отека головного мозга и острой сердечной недостаточности.

Отдаленных последствий у 11 обследованных (91,7 %) больных не было. С целью оценки изменений в трахее выполняли контрольную КТ груди и ФБС. Сроки наблюдения составили от 6 мес. до 5 лет.

Для оценки качества жизни в отдаленном периоде использовали опросник SF-36. Анкетированию подвергли 9 пациентов (75 %), которым проводилось лечение с 2015 по 2020 г. Для сравнения результатов пациенты были разделены на 3 группы. 1-я группа — больные, которым проводилось консервативное лечение повреждений трахеи; 2-я — пациенты, которым проводилось лечение с использованием минимально инвазивных методик, и 3-я группа — пациенты, которым выполнено оперативное вмешательство. Также в 3-ю группу распределен пациент, которому в качестве лечения проводилась ЭКМО (табл. 6).

Несмотря на то что исходное анкетирование не проводилось, стоит отметить, что отдельно взятые и обобщенные показатели качества жизни в отдаленном периоде во всех группах соответствовали средним показателям в общей популяции. В 3-й группе эти показатели, в частности физический компонент здоровья, оказались ниже по сравнению с остальными группами.

## ВЫВОДЫ

Консервативное лечение показано пациентам с повреждением трахеи 1-й и 2-й степени с отсутствием либо неосложненным течением газового синдрома. Критериями эффективности консервативного лечения являются отсутствие инфекционных осложнений, регрессирование

газового синдрома, а также удовлетворительное течение репаративного процесса в месте повреждения трахеи. Наложение трахеостомы и дренирование средостения эффективно у пациентов с повреждением трахеи 2-й степени и прогрессирующим газовым синдромом. Показаниями к ушиванию трахеи являются разрыв на всю глубину стенки (3А и 3Б степени), нарастающие клинические признаки газового синдрома и острой дыхательной недостаточности.

В случае функциональной неоперабельности большого (непереносимость однологочной ИВЛ, невозможность выполнить интубацию трахеи) одним из эффективных вариантов лечения повреждения трахеи является применение ЭКМО.

Показатели качества жизни в отдаленном периоде у пациентов после повреждения трахеи соответствует таковым в общей популяции. У пациентов, которым выполнялось оперативное ушивание трахеи, показатель физического компонента здоровья ниже по сравнению с пациентами, которым проводилось консервативное лечение повреждения трахеи, а также лечение с использованием минимально инвазивных методик.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Panagiotopoulos N., Patrini D., Barnard M., et al. Conservative versus Surgical Management of Iatrogenic Tracheal Rupture // *Med. Princ. Pract.* 2017. Vol. 26, No. 3. P. 218–220. DOI:10.1159/000455859
2. Schneider T., Volz K., Dienemann H., Hoffmann H. Incidence and treatment modalities of tracheobronchial injuries in Germany // *Interact. Cardiovasc. Thorac. Surg.* 2009. Vol. 8, No. 5. P. 571–576. DOI:10.1510/icvts.2008.196790
3. Welter S. Repair of tracheobronchial injuries // *Thorac. Surg. Clin.* 2014. Vol. 24, No. 1. P. 41–50. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2013.10.006
4. Reid A., Ha J.F. Inhalational injury and the larynx: A review // *Burns.* 2019. Vol. 45, No. 6. P. 1266–1274. DOI: 10.1016/j.burns.2018.10.025
5. Зенгер В.Г., Наседкин А.Н., Паршин В.Д. Хирургия поврежденных гортани и трахеи. М.: Медкнига, 2007.
6. Cardillo G., Carbone L., Carleo F., et al. Tracheal lacerations after endotracheal intubation: a proposed morphological classification to guide non-surgical treatment // *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2010. Vol. 37, No. 3. P. 581–587. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.07.034
7. Allassal M.A., Ibrahim B.M., Elsadeck N. Traumatic intrathoracic tracheobronchial injuries: a study of 78 cases // *Asian Cardiovasc. Thorac. Ann.* 2014. Vol. 22, No. 7. P. 816–823. DOI: 10.1177/0218492313516777
8. Miñambres E., Burón J., Ballesteros M.A., et al. Tracheal rupture after endotracheal intubation: a literature systematic review //

## REFERENCES

1. Panagiotopoulos N, Patrini D, Barnard M, et al. Conservative versus Surgical Management of Iatrogenic Tracheal Rupture. *Med Princ Pract.* 2017;26(3):218–220. DOI:10.1159/000455859

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сформулированы показания к различным методам лечения больных с разрывами трахеи. Выработанный алгоритм ведения применяется при оказании помощи пациентам с повреждением трахеи в стационарах Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Финансирование данной работы не проводилось.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Этическая экспертиза.** Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» МО РФ (протокол № 229 от 01.11.2021 г.).

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

*Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2009. Vol. 35, No. 6. P. 1056–1062. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.01.053

9. Chu C.P., Chen P.P. Tracheobronchial injury secondary to blunt chest trauma: diagnosis and management // *Anaesth. Intensive Care.* 2002. Vol. 30, No. 2. P. 145–152. DOI: 10.1177/0310057X0203000204

10. Glinjongol C., Pakdirat B. Management of tracheobronchial injuries: a 10-year experience at Ratchaburi hospital // *J. Med. Assoc. Thai.* 2005. Vol. 88, No. 1. P. 32–40.

11. Juvekar N.M., Deshpande S.S., Nadkarni A., Kanitkar S. Perioperative management of tracheobronchial injury following blunt trauma // *Ann. Card. Anaesth.* 2013. Vol. 16, No. 2. P. 140–143. DOI: 10.4103/0971-9784.109772

12. Вагнер Е.А. Хирургия повреждений груди. М.: Медицина, 1981.

13. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М.: МедиаСфера, 2002.

14. Юнкеров В.И., Григорьев С.Г. Математико-статистическая обработка данных медицинских исследований. СПб.: ВМедА, 2005.

15. Базаров Д.В., Еременко А.А., Бабаев М.А., и др. Разрыв трахеи интубационной трубкой при эндоваскулярной имплантации аортального клапана // *Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2017. № 7. С. 54–58. DOI: 10.17116/hirurgia2017754-58

2. Schneider T, Volz K, Dienemann H, Hoffmann H. Incidence and treatment modalities of tracheobronchial injuries in Germany. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;8(5):571–576. DOI:10.1510/icvts.2008.196790

3. Welter S. Repair of tracheobronchial injuries. *Thorac Surg Clin.* 2014;24(1):41–50. DOI: 10.1016/j.thorsurg.2013.10.006
4. Reid A, Ha JF. Inhalational injury and the larynx: A review. *Burns.* 2019;45(6):1266–1274. DOI: 10.1016/j.burns.2018.10.025
5. Zenger VG, Nasedkin AN, Parshin VD. *Surgery for injuries of the larynx and trachea.* Moscow: Medkniga Publisher; 2007. (In Russ.)
6. Cardillo G, Carbone L, Carleo F, et al. Tracheal lacerations after endotracheal intubation: a proposed morphological classification to guide non-surgical treatment. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2010;37(3):581–587. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.07.034
7. Alassal MA, Ibrahim BM, Elsadeck N. Traumatic intrathoracic tracheobronchial injuries: a study of 78 cases. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2014;22(7):816–823. DOI: 10.1177/0218492313516777
8. Miñambres E, Burón J, Ballesteros MA, et al. Tracheal rupture after endotracheal intubation: a literature systematic review. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2009;35(6):1056–1062. DOI: 10.1016/j.ejcts.2009.01.053
9. Chu CP, Chen PP. Tracheobronchial injury secondary to blunt chest trauma: diagnosis and management. *Anaesth Intensive Care.* 2002;30(2):145–152. DOI: 10.1177/0310057X0203000204
10. Glinjongol C, Pakdirat B. Management of tracheobronchial injuries: a 10-year experience at Ratchaburi hospital. *J Med Assoc Thai.* 2005;88(1):32–40.
11. Juvekar NM, Deshpande SS, Nadkarni A, Kanitkar S. Perioperative management of tracheobronchial injury following blunt trauma. *Ann Card Anaesth.* 2013;16(2):140–143. DOI: 10.4103/0971-9784.109772
12. Vagner EA. *Surgery for chest injuries.* Moscow: Meditsina Publisher; 1981. (In Russ.)
13. Rebrova OYu. *Statistical analysis of medical data. Application package application STATISTICA.* Moscow: MediaSfera Publisher; 2002. (In Russ.)
14. Yunkerov VI, Grigor'yev SG. *Mathematical and statistical processing of medical research data.* Saint Petersburg: VMedA Publishing House; 2005.
15. Bazarov DV, Eremenko AA, Babayev MA, et al. Post-intubation tracheal rupture during transcatheter aortic valve implantation. *N.I. Pirogov Journal of Surgery.* 2017;(7):54–58. (In Russ.)

## ОБ АВТОРАХ

**Егор Анатольевич Тищенко**, курсант 6-го курса 2-го факультета; e-mail: ega9826@gmail.com

**\*Евгений Евгеньевич Фуфаев**, канд. мед. наук, доцент; адрес: 194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6; Scopus Author ID: 55342047800; eLibrary SPIN: 5758-2364; e-mail: fufaev.jj@gmail.com

**Олег Владимирович Баринов**, докт. мед. наук, профессор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0084-8338>; Web of Science Researcher ID: ABG-7142-2021; Scopus Author ID: 37004230300; eLibrary SPIN: 4999-2314; e-mail: Barinov\_o@mail.ru

## AUTHORS' INFO

**Egor A. Tishchenko**, cadet of the 6<sup>th</sup> year of the 2nd faculty; e-mail: ega9826@gmail.com

**\*Evgeniy E. Fufayev**, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor; address: 6, Akademika Lebedeva str., Saint Petersburg, 194044, Russia; Scopus Author ID: 55342047800; eLibrary SPIN: 5758-2364; e-mail: fufaev.jj@gmail.com

**Oleg V. Barinov**, M.D., D.Sc. (Medicine), Professor; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0084-8338>; Web of Science Researcher ID: ABG-7142-2021; Scopus Author ID: 37004230300; eLibrary SPIN: 4999-2314; e-mail: Barinov\_o@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author