

Пункционная трахеостомия при опухолях головы и шеи: обзор литературы и анализ собственного опыта

Ю.В. Алымов¹, А.М. Мудунов¹, С.О. Подвязников², Г. Марголин³

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24;

²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1;

³Клиника Каролинского института; Швеция, SE-171 77 Стокгольм

Контакты: Алымов Юрий Владимирович allmedperevod@gmail.com

Введение. Пациенты с опухолями головы и шеи зачастую нуждаются в трахеостомии. Данная манипуляция – сложное хирургическое пособие, несущее риск осложнений, в том числе опасных для жизни.

Цель исследования – оценить результаты выполнения пункционной трахеостомии с использованием нового устройства SafeTrach.

Материалы и методы. В исследование включен 21 пациент. У всех пациентов была выполнена трахеостомия с использованием устройства SafeTrach.

Результаты. Среднее время, затрачиваемое на выполнение процедуры, составило $11,8 \pm 3,4$ мин и не коррелировало с индексом массы тела и видом предшествующего лечения ($r = 0,08$, $p = 0,7$ и $r = 0,08$, $p = 0,73$ соответственно). Из всех возможных осложнений трахеостомии лишь в 1 (4,7 %) случае развилось кровотечение в послеоперационном периоде.

Заключение. Описанная методика объединяет в себя все преимущества открытой и пункционной трахеостомии, характеризуется простотой выполнения, не требует эндоскопического контроля, что указывает на целесообразность ее широкого внедрения.

Ключевые слова: опухоли головы и шеи, злокачественные опухоли, перкутанная трахеостомия, пункционная трахеостомия, открытая трахеостомия, методика SafeTrach, осложнения, обструкция верхних дыхательных путей

Для цитирования: Алымов Ю.В., Мудунов А.М., Подвязников С.О., Марголин Г. Пункционная трахеостомия при опухолях головы и шеи: обзор литературы и анализ собственного опыта. Опухоли головы и шеи 2020;10(1):47–54.

DOI: 10.17650/2222-1468-2020-10-1-47-54



Percutaneous dilatational tracheostomy in patients with head and neck tumors: literature review and institutional experience

Yu. V. Alymov¹, A. M. Mudunov¹, S. O. Podvyaznikov², G. Margolin³

¹N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115478, Russia;

²Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Health of Russia; Bld. 1, 2/1 Barrikadnaya St., Moscow 125993, Russia;

³Karolinska University Hospital, Karolinska Institute; SE-171 77 Stockholm, Sweden

Introduction. Patients with head and neck tumors are often require tracheostomy. This procedure represents complex surgical manipulation and is associated with risk of certain complications, including life-threatening.

The study objective is to assess the results of percutaneous tracheostomy with the new SafeTrach technique.

Materials and methods. The study included 21 patients. All patients had a tracheostomy performed using the SafeTrach technique.

Results. Mean duration of tracheostomy with SafeTrach technique was 11.8 ± 3.4 minutes independently of patients' body mass index or previous treatment (correlation coefficients $r = 0.08$, $p = 0.7$ and $r = 0.08$, $p = 0.73$, respectively). Among all possible complications of tracheostomy only 1 (4.7 %) case of bleeding in postoperative period was noted in our study.

Conclusion. The SafeTrach technique combines all the benefits of open and percutaneous tracheostomy. It is characterized by simplicity, it does not require endoscopic control, that indicates the feasibility of its widespread implementation.

Key words: head and neck tumors, malignancies, percutaneous tracheostomy, open tracheostomy, SafeTrach technique, complications, upper airways obstruction

For citation: Alymov Yu.V., Mudunov A.M., Podvyaznikov S.O., Margolin G. Percutaneous dilatational tracheostomy in patients with head and neck tumors: literature review and institutional experience. Opuhohi golovy i shei = Head and Neck Tumors 2020;10(1):47–54. (In Russ.).

Введение

В России ежегодно регистрируется более 37 тыс. новых случаев злокачественных опухолей головы и шеи [1]. Пациенты с этими опухолями зачастую нуждаются в наложении трахеостомы. Первая успешная операция по наложению трахеостомы была выполнена французским хирургом Сагон в 1766 г. у 7-летнего мальчика с обструкцией верхних дыхательных путей инородным телом [2]. Сегодня данная процедура считается рутинной: в год выполняется более 300 тыс. трахеостомий.

Выделяют две принципиально отличающиеся техники формирования трахеостомы: открытую и пункционную. При открытой трахеостомии доступ осуществляют тупым и острым путем непосредственно через кожу, послойно под зрительным контролем, после чего производят вскрытие просвета трахеи. При пункционной технике канал через все слои тканей до просвета трахеи формируют с помощью специальной иглы и дилаторов, а правильность траектории и глубину прохождения иглы контролируют со стороны трахеи с помощью бронхоскопа.

Показания к процедуре — высокий риск обструкции дыхательных путей или аспирации (например, на фоне консервативного или хирургического лечения), дыхательная недостаточность вследствие опухолевого стеноза верхних дыхательных путей или неврологических изменений на фоне опухолевого роста с вовлечением возвратного гортанного нерва [2–4]. Более того, предложена даже специальная балльная система оценки необходимости формирования трахеостомы во время хирургического лечения больных злокачественными опухолями головы и шеи (Clinical Assessment Scoring System for Tracheostomy), которая учитывает проведение облучения резецируемой области, объем резекции, объем шейной лимфодиссекции, нарушение целостности нижней челюсти, использование реконструктивно-пластического материала и другие факторы [5].

Несмотря на постоянное совершенствование методик выполнения, трахеостомия остается сложной манипуляцией, ассоциированной с риском осложнений, которые в 1–2 % случаев заканчиваются летально [6].

Одно из значимых осложнений трахеостомии — пневмоторакс и подкожная эмфизема, развивающиеся вследствие непосредственного повреждения плевры во время процедуры. Частота развития данного осложнения может достигать 17 % случаев [6].

Не менее важным и потенциально летальным осложнением считается кровотечение из области трахеостомы, которое возникает в 5 % случаев [7]. Чаще всего источником кровотечения являются передние яремные вены. Кроме того, кровотечение может наблюдаться из непарной или нижних щитовидных артерий, собственно ткани щитовидной железы, грануляционной ткани в области трахеостомы, слизистой

оболочки трахеи и, крайне редко, из внутренней яремной вены, общей сонной артерии или дуги аорты из-за некроза стенки трахеи и сосуда вследствие сдавливания трахеостомой при длительном ее стоянии в непосредственной близости к последнему [8]. Как факторы риска развития кровотечения рассматриваются низкая точка формирования трахеостомы, коагулопатия, перенесенные операции или лучевая терапия в зоне трахеостомии, ожирение, анатомические особенности пациентов, высокое давление в манжете или смещение канюли с травмированием слизистой оболочки трахеи [9].

Установка трахеостомической канюли за пределы просвета трахеи или смещение канюли с выходом из трахеи встречается крайне редко — не более чем в 1,5 % случаев [10, 11]. Однако данное осложнение считается одним из самых грозных, так как сопровождается асфиксией и 50 % летальностью [12]. Наиболее высок риск у пациентов с ожирением в связи с увеличением расстояния между поверхностью кожи и трахеей, что ухудшает визуализацию просвета последней [13].

Перфорация задней стенки трахеи — не менее опасное осложнение пункционной трахеостомии. Клиническими симптомами перфорации являются медиастинальная эмфизема, пневмоторакс, выраженная подкожная эмфизема и дыхательная недостаточность [14].

Более того, следует отметить, что трахеостома из-за выделения легочного секрета является зоной, предрасполагающей к бактериальной контаминации [6]. Нужно учитывать, что у пациентов с шейной лимфодиссекцией открытая трахеостомия вследствие растяжения и тракции тканей может сопровождаться формированием соустья между зоной трахеостомы и раной в области шеи, что повышает риск инфицирования мягких тканей шеи, нарушения адекватности вакуумного дренирования и увеличивает сроки восстановления пациента.

Открытая и пункционная техники трахеостомии имеют свои достоинства и недостатки. Основной недостаток открытой трахеостомии заключается в том, что она должна выполняться исключительно хирургом, владеющим навыком данной манипуляции [15]. Пункционная трахеостома может быть сформирована как хирургом, так и анестезиологом-реаниматологом, однако для снижения риска осложнений необходимы эндоскопический контроль и неизменная анатомия верхних дыхательных путей [16, 17], при этом последнее условие зачастую не может быть соблюдено у больных злокачественными опухолями головы и шеи. Применение эндоскопа нарушает вентиляцию легких, что при увеличении длительности пункционной трахеостомии может оказаться критичным для больного. Кроме того, имеется риск повреждения эндоскопа пункционной иглой, что существенно увеличит затраты клиники (стоимость эндоскопа составляет порядка



Рис. 1. Устройство SafeTrach для выполнения пункционной трахеостомии (а) и набор дилататоров (б)
 Fig. 1. Percutaneous tracheostomy set SafeTrach (a) and a set of dilators (b)

5 тыс. евро) [15]. Отметим, что даже при эндоскопическом контроле риск повреждения задней стенки трахеи все равно присутствует. Он зависит в большей степени от опыта хирурга, выполняющего манипуляцию, и качества визуализации просвета трахеи.

Согласно метаанализу, в который было включено 24 исследования, отсутствуют статистически значимые различия в уровне риска развития жизнеугрожающих осложнений при формировании трахеостомы открытым и пункционным способом (отношение рисков 0,01, 95 % доверительный интервал 0,03–0,04, $p = 0,67$). В метаанализе также сделан вывод о более низком риске инфекционных осложнений после пункционной трахеостомии, но более высокой частоте возникновения технических сложностей, потребовавших перехода к открытой операции [18].

С целью решения описанных проблем, в особенности у пациентов с опухолями головы и шеи и измененной анатомией дыхательных путей, снижения рисков при сохранении преимуществ пункционной трахеостомии перед открытой шведские ученые разработали инновационную технику SafeTrach [19]. Она заключается в применении специального устройства для трахеостомии, состоящего из двух ножек, иглы и дилататоров (рис. 1). Техника выполнения трахеостомии с применением данного устройства заключается в то, что внутреннюю ножку вводят в просвет интубационной трубки, после чего подсоединяют наружную ножку с иглой в иглодержателе, затем происходит смыкание ножек устройства, сопровождающееся прокалыванием кожи, мягких тканей шеи и трахеи. При этом аппарат устроен таким образом, что ротация наружной ножки относительно внутренней невозможна, в связи с чем при их смыкании игла всегда попадает на защитную пластину, что сводит к нулю риск повреждения задней стенки трахеи (рис. 2).

После прокола в иглу вводят проводник, а устройство извлекают из верхних дыхательных путей пациента. По проводнику в просвет трахеи вводят дилататоры

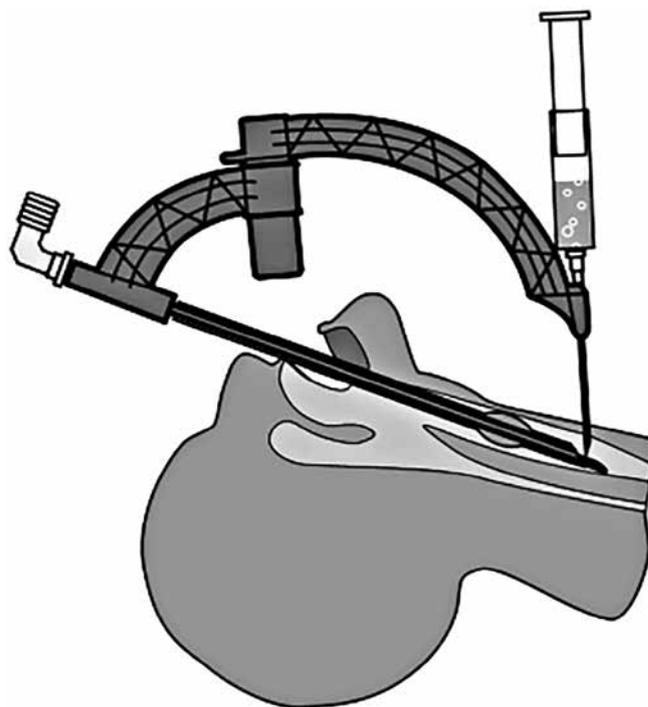


Рис. 2. Схема выполнения начального этапа пункционной трахеостомии с применением аппарата SafeTrach (адаптировано из [15])

Fig. 2. Scheme of the first step of puncture tracheostomy with SafeTrach (adapted from [15])

для расширения стомы до размеров трахеостомической трубки.

Авторы разработки указывают, что преимущество техники SafeTrach также состоит в точности выполнения процедуры без необходимости эндоскопического контроля даже у пациентов со сложной анатомией верхних дыхательных путей. Высокая точность достигается благодаря особенностям конструкции устройства и его введению через эндотрахеальную трубку. Немаловажно также, что во время выполнения процедуры не прерывается вентиляция легких благодаря возможности подключения аппарата искусственной вентиляции легких

(ИВЛ) к внутренней ножке устройства SafeTrach. Более того, такая техника трахеостомии экономит время и кадровые ресурсы: средняя продолжительность пункционной трахеостомии составляет 11,5 мин, при этом она может быть выполнена одним специалистом. В ходе проведенного разработчиками исследования безопасности устройства не было выявлено ни одного случая повреждения задней стенки трахеи, частота периоперационного кровотечения также была низкой (развилось у 4 из 17 пациентов), при этом кровотечение было незначительным и купировалось путем тампонады при установке трахеостомической трубки [15].

С учетом описанных разработчиками преимуществ техники SafeTrach было принято решение об апробации методики и внутренней оценке ее целесообразности на базе хирургического отделения опухолей головы и шеи Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Блохина.

Материалы и методы

В исследование был включен 21 пациент в возрасте от 28 до 81 года (медиана 61 год). Все пациенты находились на хирургическом лечении в хирургическом отделении опухолей головы и шеи Национального медицинского исследовательского центра онкологии им. Н.Н. Блохина с декабря 2018 г. по февраль 2020 г. (табл. 1). Среди пациентов было 13 (61,9 %) мужчин и 8 (38,1 %) женщин. Индекс массы тела варьировал от 20,2 до 36,8 кг/м² (в среднем 24,6 кг/м²), при этом доля пациентов с ожирением составила 28,6 % ($n = 6$). В большинстве случаев (76,3 %) диагностирован плоскоклеточный рак. Одновременное замещение пострезекционных дефектов было необходимо подавляющему большинству пациентов (90,5 %), при этом в качестве реконструктивно-пластического материала с одинаковой частотой использовались аутогенные трансплантаты на микрососудистых анастомозах ($n = 9$) и ротируемые мягкотканые лоскуты на сосудистой ножке ($n = 10$).

В 20 случаях трахеостома была сформирована превентивно ввиду высокого риска обструкции дыхательных путей, обусловленного большим объемом хирургического лечения и наличием сопутствующих заболеваний или онкологического лечения в анамнезе. В 1 случае показанием к формированию трахеостомы стал субкомпенсированный стеноз, возникший вследствие сдавления трахеи опухолью. Следует отметить, что все трахеостомии выполнены одним и тем же хирургом.

Методика выполнения трахеостомии с применением устройства SafeTrach

После интубации пациента в течение короткого времени (не более 15 с) отсоединяли аппарат ИВЛ от эндотрахеальной трубки и вводили в интубационную трубку внутреннюю ножку устройства SafeTrach.

Таблица 1. Характеристики пациентов, перенесших трахеостомию по методике SafeTrach

Table 1. Characteristics of patients that have undergone tracheostomy with SafeTrach technique

Параметр Parameter	Число пациен- тов, абс. (%) Number of patients, abs. (%)
Пол: Gender:	
мужской male	13 (61,9)
женский female	8 (38,1)
Локализация первичной опухоли: Primary tumor location:	
язык tongue	8 (38,1)
нижняя челюсть mandible	7 (33,3)
ротоглотка oropharynx	3 (14,2)
дно полости рта floor of the oral cavity	1 (4,8)
слизистая оболочка щеки cheek mucosa	1 (4,8)
поднижнечелюстная слюнная железа submandibular salivary gland	1 (4,8)
Гистологический тип опухоли: Histological tumor type:	
плоскоклеточный рак squamous cell carcinoma	16 (76,3)
остеосаркома osteosarcoma	3 (14,2)
аденокарцинома adenocarcinoma	2 (9,5)
Предшествующее специализированное лечение: Specialized treatment in the past:	
да yes	9 (42,9)
нет no	12 (57,1)
Шейная лимфодиссекция: Cervical lymph node dissection:	
односторонняя unilateral	11 (47,6)
двусторонняя bilateral	5 (23,8)
нет no	5 (23,8)
Реконструктивно-пластический компонент: Reconstructive component:	
да yes	19 (90,5)
нет no	2 (9,5)
Вариант замещения дефекта: Variant of defect repair:	
свободный трансплантат на микро- сосудистых анастомозах free graft with microvascular anastomoses	9 (42,9)
перемещенный лоскут на сосудистой ножке transferred flap with a vascular pedicle	10 (47,6)



Рис. 3. Интраоперационная фотография. Внутренняя ножка устройства SafeTrach введена в просвет интубационной трубки и трахеи, после чего к внутренней ножке подключен аппарат искусственной вентиляции легких

Fig. 3. Intraoperative photo. The SafeTrach inner shank is introduced into the orotracheal tube with subsequent connection of a ventilator to the inner shank

После этого к внутренней ножке подсоединяли аппарат ИВЛ (рис. 3).

Затем подсоединяли наружную ножку устройства с держателем для пункционной иглы, корректировали положение устройства SafeTrach относительно точки пункции, после чего производили надрез кожи в точке пункции и собственно пункцию. В клиническом примере, которым иллюстрируется применение устройства SafeTrach, осуществлялся дополнительный контроль траектории прокола трахеи с помощью эндоскопии (рис. 4) (что можно заменить на присоединение шприца с физиологическим раствором к пункционной игле и визуализацию поступления воздуха в шприц). После этого вводили проводник в просвет иглы, после чего ее извлекали (рис. 5). Затем расширяли просвет трахеостомы с помощью дилататоров (рис. 6).

Процедуру завершали постановкой трахеостомической трубки, извлечением устройства с интубационной трубкой из верхних дыхательных путей пациента и подсоединением аппарата ИВЛ к трахеостомической трубке (рис. 7).

Следует отметить, что суммарное нахождение пациента без ИВЛ не превышало 30 с и включало в себя начальный этап введения внутренней ножки устройства SafeTrach в интубационную трубку и конечный этап переинтубации.

Результаты

Анализ результатов показал, что время, затрачиваемое на постановку пункционной трахеостомы, варьировало от 8 до 21 мин (в среднем $11,8 \pm 3,4$ мин, медиана 11 мин). Не выявлено корреляционной связи между длительностью манипуляции и индексом массы тела пациентов ($r = 0,08, p = 0,7$) или наличием специализированного лечения в анамнезе ($r = 0,08, p = 0,73$).

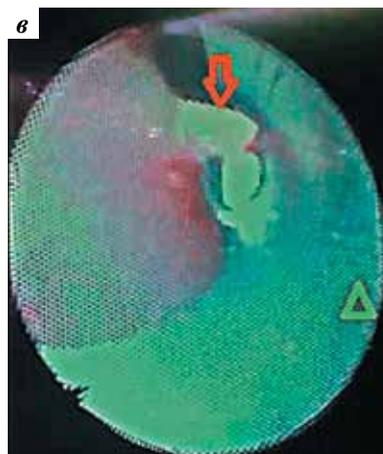
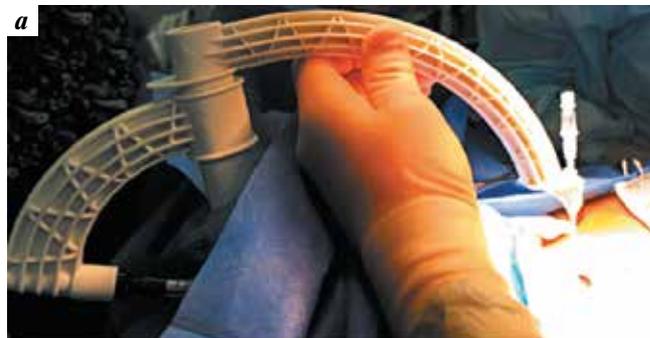


Рис. 4. Интраоперационная фотография. После сборки устройства SafeTrach его положение корректируют относительно точки прокола (а). Прокол трахеи под эндоскопическим контролем (б). Кончик иглы после прокола упирается в металлическую пластинку, предохраняющую заднюю стенку трахеи от повреждения (в). Красной стрелкой отмечен кончик иглы в просвете трахеи, зеленым треугольником — металлическая пластинка внутренней ножки устройства SafeTrach

Fig. 4. After assembling the SafeTrach, it is adjusted for the right position of the puncture (a). Puncture of the trachea under endoscopic control (b). After puncture, the tip of the needle hits the metal plate, which protects the back wall of the trachea from damage (c). A red arrow indicates the tip of the needle in the trachea; a green triangle indicates a metal plate of the SafeTrach inner shank

Обнаружена статистически значимая обратная корреляционная связь между длительностью манипуляции и количеством манипуляций, выполненных хирургом ($r = -0,84, p < 0,001$) (рис. 8), т. е. единственным значимым фактором, влияющим на продолжительность трахеостомии, оказался опыт хирурга. Более того, даже в случае экстренной трахеостомии по поводу субкомпенсированного стеноза время, прошедшее с момента

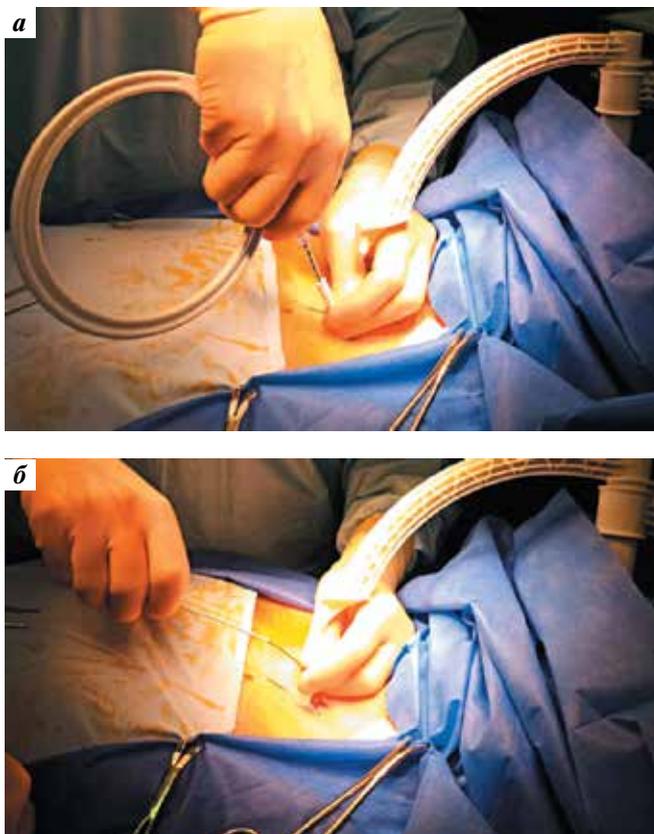


Рис. 5. Интраоперационная фотография. Этап введения проводника в просвет трахеи (а) и извлечения пункционной иглы (б)

Fig. 5. Intraoperative photo. Introduction of the guide wire into the trachea (a) and withdrawn of the puncture needle (b)

введения внутренней ножки устройства SafeTrach до постановки трахеостомической трубки, было сопоставимо со средней продолжительностью манипуляции в выборке и равнялось 12 мин.

За время исследования не зарегистрировано ни одного случая таких опасных осложнений, как повреждение задней стенки трахеи пункционной иглой, пневмоторакс, подкожная эмфизема (табл. 2). Не было также случаев миграции канюли из просвета дыхательных путей. Необходимо отметить, что в большинстве случаев ($n = 18$) трахеостомическая трубка надежно фиксировалась четырьмя отдельными узловыми швами к кожным покровам, что, вероятно, также снижало риск указанного осложнения.

В 1 (4,7 %) случае на 9-е сутки после хирургического лечения возникло кровотечение из передней яремной вены, которое было остановлено путем лигирования сосуда в условиях перевязочной. Наиболее вероятной причиной этого осложнения послужил некроз стенки сосуда вследствие сдавливания в точке длительного контакта с трахеостомической трубкой. Частота развития кровотечения из области трахеостомы в исследуемой выборке не превышала 5 %, что соответствует данным литературы. Наиболее целесообразным

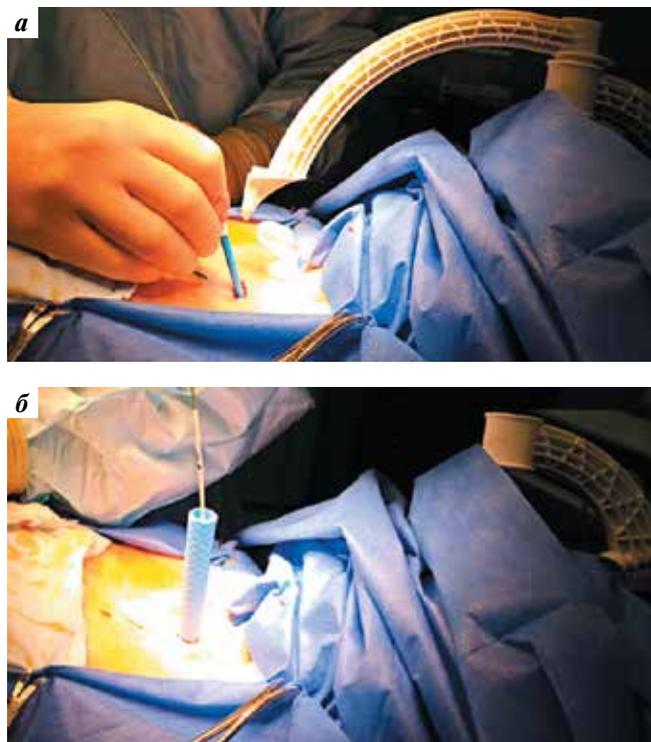


Рис. 6. Интраоперационная фотография. По струне в просвет трахеи поочередно вводят дилататоры, сначала малого (а), а затем большего диаметра (б)

Fig. 6. Intraoperative photo. Dilators are successively introduced using the guide wire, starting from the one with small diameter (a) and then the one with a larger diameter (b)



Рис. 7. Интраоперационная фотография. Трахеостомическая канюля установлена и фиксирована к коже узловыми швами, чтобы предотвратить смещение в верхних дыхательных путях. Подключен аппарат искусственной вентиляции легких

Fig. 7. Intraoperative photo. The tracheostomy cannula is installed and fixed to the skin by nodular sutures to prevent its displacement in the upper respiratory tract. A mechanical ventilator is connected

методом профилактики описанного осложнения представляется визуальный контроль раны после пункционной трахеостомии с превентивным лигированием прилежащих крупных сосудов.

Таблица 2. Частота периоперационных осложнений после формирования пункционной трахеостомы по методике SafeTrach

Table 2. Incidence of postoperative complications after puncture tracheostomy with SafeTrach technique

Вид осложнения Complication	Число случаев, абс. (%) Number of cases, abs. (%)
Кровотечение Bleeding	1 (4,7)
Повреждение задней стенки трахеи Damage to the posterior wall of the trachea	0
Смещение канюли в дыхательных путях Cannula dislocation in the respiratory path	0
Пневмоторакс Pneumothorax	0
Подкожная эмфизема Subcutaneous emphysema	0
Сообщение трахеостомы с зоной лимфодиссекции Communication between the tracheostomy tube and the area of lymph node dissection	0

Важно отметить, что методика выполнения пункционной трахеостомы предполагает минимальный объем операционной травмы (рассечения и разрывов тканей) по сравнению с открытой методикой, при которой необходимо растягивание тканей крючками Фарабефа и осуществление доступа к трахее тупым и острым путем. В результате размер трахеостомы максимально соответствует диаметру канюли, что должно существенно снизить риск сообщения зоны трахеостомы с областью раны на шее после лимфодиссекции и риск возникновения проблем, ассоциированных с функционированием дренажей и скоростью заживления раны. В ходе нашего исследования не было зафиксировано ни одного случая сообщения трахеостомы с шейной раной.

Заключение

Наш опыт формирования пункционной трахеостомы с применением методики SafeTrach у пациентов

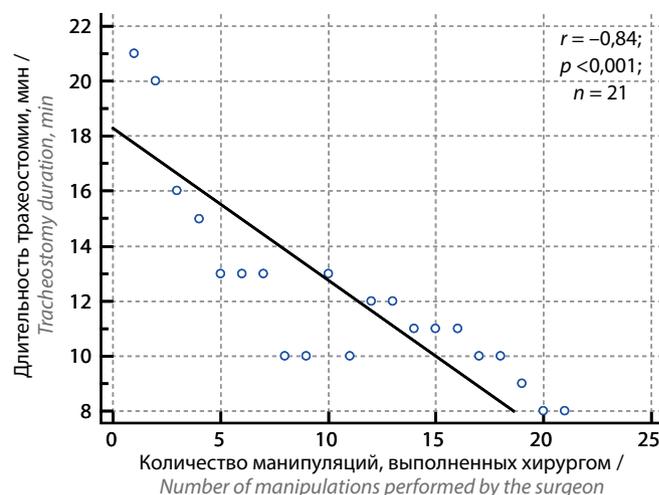


Рис. 8. Корреляция между длительностью трахеостомии и количеством манипуляций, выполненных хирургом (опытом хирурга)

Fig. 8. Correlation between the duration of tracheostomy and the number of manipulations performed by the surgeon (surgeon's experience)

со злокачественными опухолями головы и шеи ($n = 21$) свидетельствует о простоте выполнения манипуляции, увеличении скорости проведения процедуры по мере накопления опыта хирурга, отсутствии необходимости эндоскопического контроля правильности постановки трахеостомы.

Данная методика оказалась безопасной: осложнения, за исключением 1 случая нетяжелого кровотечения в послеоперационном периоде, отсутствовали. Это кровотечение было легко купировано.

Отдельно хотелось бы подчеркнуть такое преимущество метода, как применимость у пациентов с выраженными анатомическими изменениями, ассоциированными с наличием опухоли. В нашем исследовании данная ситуация характеризовалась опухолевым сдавлением трахеи извне, при этом скорость формирования трахеостомы и риск развития осложнений оказались сопоставимы с показателями исследуемой выборки в целом.

Методика SafeTrach объединяет в себя все преимущества открытой и пункционной техники и, по всей видимости, представляет собой отличный вариант для пациентов со злокачественными опухолями головы и шеи, нуждающихся в трахеостомии.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Злокачественные новообразования в России в 2017 году (заболеваемость и смертность). Под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. М.: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2018. 250 с. Доступно по: http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/2017.pdf. [Malignant tumors in Russia in 2017 (morbidity and mortality). Ed. by A.D. Kaprin, V.V. Starinsky, G.V. Petrova. Moscow: MNIIOI im. P.A. Gertzena, 2018. 250 p. (In Russ.) Available at: http://www.oncology.ru/service/statistics/malignant_tumors/2017.pdf].
2. Nathiram B.T., Rai R., Wäve P., Khattar V.C. Tracheostomy in head and neck cancers. *Otorhinolaryngol Clin* 2010;2(1):53–60. DOI: 10.5005/jp-journals-10003-1017.
3. Dougherty T.B., Nguyen D.T. Anesthetic management of the patient scheduled for head and neck cancer surgery. *J Clin Anesth* 1994;6(1):74–82. DOI: 10.1016/0952-8180(94)90125-2.
4. Паршин В.Д. Трахеостомия: показания, техника, осложнения и их лечение. М.: Гэотар-медиа, 2008. 173 с. [Parshin V.D. Tracheostomy: indications,

- technique, complications and their treatment. Moscow: Geotar-Media, 2008. 173 p. (In Russ.).
5. Gupta K., Mandlik D., Patel D. et al. Clinical assessment scoring system for tracheostomy (CASST) criterion: objective criteria to predict pre-operative the need for a tracheostomy in head and neck malignancies. *J Craniomaxillofac Surg* 2016;44(9):1310–3. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.07.008.
 6. Cipriano A., Mao M.L., Hon H.H. et al. An overview of complications associated with open and percutaneous tracheostomy procedures. *Int J Crit Illn Inj Sci* 2015;5(3): 179–88. DOI: 10.4103/2229-5151.164994.
 7. Bradley P.J. Bleeding around a tracheostomy wound: what to consider and what to do? *J Laryngol Otol* 2009;123(9):952–6. DOI: 10.1017/S002221510900526X.
 8. Thoracic trauma and critical care. Ed. by R. Karmy-Jones, A.B. Nathens, E.J. Stern. Boston: Springer Science and Business Media, 2012. 592 p.
 9. Simon M., Metschke M., Braune S.A. et al. Death after percutaneous dilatational tracheostomy: a systematic review and analysis of risk factors. *Crit Care* 2013;17(5):R258. DOI: 10.1186/cc13085.
 10. Mirza S., Cameron D.S. The tracheostomy tube change: a review of techniques. *Hosp Med* 2001;62(3):158–63. DOI: 10.12968/hosp.2001.62.3.1536.
 11. Bernard A.C., Kenady D.E. Conventional surgical tracheostomy as the preferred method of airway management. *J Oral Maxillofac Surg* 1999;57(3):310–5. DOI: 10.1016/s0278-2391(99)90679-1.
 12. Rajendram R., Khan M.F., Joseph A. Tracheostomy tube displacement: an update on emergency airway management. *Ind J Respir Care* 2017;6:800. DOI: 10.4103/ijrc.ijrc_12_17.
 13. Ahuja H., Mathai A.S., Chander R., Mathew A.E. Case of difficult tracheostomy tube insertion: a novel yet simple solution to the dilemma. *Anesth Essays Res* 2013;7(3):402–4. DOI: 10.4103/0259-1162.123272.
 14. Deganello A., Sofra M.C., Facciolo F., Spriano G. Tracheostomy-related posterior tracheal wall rupture, trans-tracheal repair. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2007;27(5):258–62.
 15. Ullman J., Karling J., Margolin G. A new safe and cost-effective percutaneous dilatational tracheotomy: SafeTrach. *Acta Otolaryngol* 2016;136(6):598–605. DOI: 10.3109/00016489.2016.1139746.
 16. Madsen K., Guldager H., Rewers M. et al. Guidelines for percutaneous dilatational tracheostomy (PDT) from Danish Society of Intensive Care Medicine (DSIT) and the Danish Society of Anesthesiology and Intensive Care Medicine (DASAIM). *Dan Med Bull* 2011;58(12):C4358.
 17. Batuwitige B., Webber S., Glossop A. Percutaneous tracheostomy. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain* 2014;14:268–72.
 18. Klotz R., Probst P., Deininger M. et al. Percutaneous *versus* surgical strategy for tracheostomy: a systematic review and meta-analysis of perioperative and post-operative complications. *Langenbecks Arch Surg* 2018;403(2):137–49. DOI: 10.1007/s00423-017-1648-8.
 19. Margolin G., Ullman J., Karling J. A new technique for percutaneous tracheotomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2017;156(5):966–8. DOI: 10.1177/0194599817697047.

Вклад авторов

Ю.В. Алымов: обзор публикаций по теме статьи, анализ информации, написание текста статьи;
 А.М. Мудунов: проведение операций, научное редактирование статьи;
 С.О. Подвизников: научное редактирование статьи;
 Г. Марголин: разработка методики SafeTrach, обзор публикаций по теме статьи, научное редактирование текста статьи.

Authors' contributions

Yu.V. Alymov: reviewing of publications of the article's theme, data analysis, article writing;
 A.M. Mudunov: performing surgery, scientific editing of the article;
 S.O. Podvyaznikov: scientific editing of the article;
 G. Margolin: invention of SafeTrach, reviewing of publications of the article's theme, scientific editing of article.

ORCID авторов/ORCID of authors

Ю.В. Алымов/Yu.V. Alymov: <https://orcid.org/0000-0002-6851-9867>
 А.М. Мудунов/A.M. Mudunov: <https://orcid.org/0000-0003-1255-5700>
 С.О. Подвизников/S.O. Podvyaznikov: <https://orcid.org/0000-0003-1341-0765>
 Г. Марголин/G. Margolin: <https://orcid.org/0000-0002-4693-2781>

Конфликт интересов.

Г. Марголин является изобретателем методики и устройства SafeTrach, а также одним из акционеров компании SafeTrach AB. Остальные авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. Gregori Margolin is the inventor of SafeTrach and shareholder in the company SafeTrach AB. Other authors declare no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients gave written informed consent to participate in the study.

Статья поступила: 09.02.2020. Принята к публикации: 17.03.2020.

Article submitted: 09.02.2020. Accepted for publication: 17.03.2020.