



Сравнительный анализ безопасности и эффективности различных методов визуализации и контроля при выполнении пункционно-дилатационной трахеостомии

И. М. НЕГАНОВ*, М. Р. КИМ, М. В. ПРИХОДЬКО, М. Т. ФАХРУДИНОВ, А. В. ЩЕГОЛЕВ

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

Поступила в редакцию 22.04.2026 г.; дата рецензирования 14.05.2026

РЕЗЮМЕ

Введение. В современной клинической практике выделяют три основные методики выполнения пункционно-дилатационной трахеостомии (ПДТ): по Григгсу (Griggs), по Чальи (Ciaglia) и по Фрова (Frova). Каждая из них имеет свои технические особенности, однако все они могут быть реализованы с использованием различных вспомогательных методов визуализации и контроля. Несмотря на широкое распространение ПДТ, наличие различных методик и методов ее выполнения, вопрос о выборе оптимального способа остается открытым и зависит от определенной клинической ситуации. В условиях массового поступления пациентов и реальной клинической практики не всегда возможно обеспечить наличие бронхоскопа или квалифицированного специалиста по ультразвуковой диагностике, что диктует необходимость поиска наиболее безопасного и эффективного подхода в зависимости от имеющихся ресурсов и уровня подготовки медицинского персонала.

Цель – сравнительный анализ безопасности и эффективности различных методов выполнения ПДТ (под фиброоптическим, ультразвуковым контролем и «вслепую»).

Материалы и методы. Исследование проводили на базе клиники общей хирургии имени И. Ф. Буша Военно-медицинской академии им. С. М. Кирова по дизайну проспективного одноцентрового рандомизированного клинического исследования с простой компьютерной рандомизацией пациентов генератором случайных чисел, в результате чего были сформированы три сопоставимые группы по 50 человек в каждой: 1-я группа (ФБС) – ПДТ под фиброоптическим визуальным контролем; 2-я группа (УЗИ) – ПДТ с использованием ультразвуковой навигации; 3-я группа – ПДТ «вслепую» (без использования дополнительных средств визуализации). Первичной конечной точкой исследования являлась частота развития интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений. Вторичными точками служили время подготовки и проведения ПДТ.

Результаты. Все три методики выполнения ПДТ (ФБС, УЗИ и «вслепую») демонстрируют сопоставимый профиль безопасности. Статистически значимых различий в частоте интра- и ранних послеоперационных осложнений между группами не обнаружено ($p > 0,05$ для всех сравнений). Время подготовки процедуры существенно отличается между всеми методами ($p < 0,001$): самый быстрый метод – «вслепую», самый медленный – УЗИ. Время выполнения ПДТ во всех группах статистически не различается (попарные сравнения не выявили значимых отличий).

Выводы. Анализ полученных данных свидетельствует о низкой частоте осложнений при всех исследуемых методиках. Значимых различий между группами по основному виду осложнений не выявлено, что позволяет сделать вывод о сопоставимой безопасности фибробронхоскопии, ультразвукового контроля и вмешательства «вслепую» в условиях данного исследования. Отсутствие случаев тяжелых осложнений во всех группах дополнительно подтверждает высокий профиль безопасности рассматриваемых методик. Метод визуализации оказывает значимое влияние на время подготовки к ПДТ. Время выполнения процедуры не зависит от выбранного метода визуализации.

Ключевые слова: пункционно-дилатационная трахеостомия, осложнения трахеостомии, методика Григгса, фиброоптический контроль, ультразвуковой контроль

Для цитирования: Неганов И. М., Ким М. Р., Приходько М. В., Факхрудинов М. Т., Щеголев А. В. Сравнительный анализ безопасности и эффективности различных методов визуализации и контроля при выполнении пункционно-дилатационной трахеостомии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2026. – Т. 23, № 4. – С. 89–96. <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-89-96>.

Comparative analysis of the safety and efficacy of different visualization and control methods in performing percutaneous dilatational tracheostomy

IVAN M. NEGANOV*, MARIYA R. KIM, MARIYA V. PRIKHODKO, MINAKHMET T. FAKHRUDINOV, ALEKSEI V. SHCHEGOLEV

Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russian Federation

Received 22.04.2026; review date 14.05.2026

ABSTRACT

Introduction. In modern clinical practice, three main techniques for percutaneous dilatational tracheostomy (PDT) are distinguished: the Griggs, Ciaglia, and Frova methods. Each of these techniques has its own technical features; however, all of them can be performed using various auxiliary imaging and monitoring methods. Despite the widespread use of PDT and the availability of different techniques and methods for its implementation, the question of selecting the optimal approach remains open and depends on the specific clinical situation. In conditions of mass patient admission and real clinical practice, it is not always possible to ensure the availability of a bronchoscope or a qualified ultrasound specialist. This dictates the necessity of finding the safest and most effective approach based on available resources and the training level of medical personnel [4, 8].

The objective was to perform a comparative analysis of the safety and efficacy of various PDT methods (under fiberoptic control, ultrasound control, and «blind»).

Materials and methods. The study was conducted at the I.F. Bush General Surgery Clinic of the S. M. Kirov Military Medical Academy, as a prospective single-center randomized clinical trial with simple computer randomization of patients using a random number generator. As a result, three comparable groups of 50 patients each were formed: Group 1 (FBS) – PDT under fiberoptic visual control; Group 2 (ultrasound) – PDT using ultrasound navigation; Group 3 – «blind» PDT (without the use of additional visualization tools). The primary endpoint of the study was the incidence of intraoperative and early postoperative complications. Secondary endpoints included the time required for preparation and performance of PDT.

Results. All three PDT techniques (FBS, ultrasound, and «blind») demonstrated a comparable safety profile. No statistically significant differences in the frequency of intraoperative and early postoperative complications were found between the groups ($p > 0.05$ for all comparisons). Procedure

preparation time differed significantly between all methods ($p < 0.001$): the fastest method was «blind», and the slowest one was ultrasound. PDT performance time did not statistically differ across all groups (pairwise comparisons did not reveal significant differences) [1, 2].

Conclusions. The analysis of the obtained data indicates a low frequency of complications across all studied techniques. No statistically significant differences were identified between groups regarding the main types of complications, which allows for the conclusion of comparable safety between fiberoptic bronchoscopy, ultrasound control, and «blind» intervention under the conditions of this study. The absence of severe complications in all groups further confirms the high safety profile of the considered techniques. The method of visualization has a significant impact on the time required for PDT preparation. The time required to perform the procedure does not depend on the chosen visualization method.

Keywords: percutaneous dilatational tracheostomy, tracheostomy complications, Griggs technique, fiberoptic control, ultrasound control

For citation: Neganov I. M., Kim M. R., Prikhodko M. V., Fakhrudinov M. T., Shchegolev A. V. Comparative analysis of the safety and efficacy of different visualization and control methods in performing percutaneous dilatational tracheostomy. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*, 2026, Vol. 23, № 4, P. 89–96. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/2078-5658-2026-23-4-89-96>.

* Для корреспонденции:
Иван Михайлович Неганов
E-mail: neganovim@yandex.ru

* Correspondence:
Ivan M. Neganov
E-mail: neganovim@yandex.ru

Введение

Пункционно-дилатационная трахеостомия (ПДТ) на сегодняшний день является одним из наиболее востребованных и широко применяемых методов обеспечения продленной искусственной вентиляции легких (ИВЛ) у пациентов в отделениях анестезиологии-реанимации. Данный подход зарекомендовал себя как эффективный, относительно безопасный и технически доступный способ формирования трахеостомы, что подтверждается результатами многочисленных клинических исследований и многолетним опытом применения в различных медицинских учреждениях [3]. Преимущества ПДТ включают минимальную травматичность по сравнению с классической хирургической трахеостомией, сокращение времени выполнения процедуры, а также возможность быстрой реабилитации пациента и снижения риска инфекционных осложнений. Кроме того, отмечается, что освоение данной методики не требует длительного обучения и может быть успешно реализовано в условиях многопрофильного стационара при наличии соответствующего оборудования и навыков у медицинского персонала [2, 3].

В современной клинической практике выделяют три основные методики выполнения ПДТ: по Гриттсу (Griggs), по Чальи (Ciaglia) и по Фрова (Frova) [4, 7, 9]. Каждая из них имеет свои технические особенности, однако все они могут быть реализованы с использованием различных вспомогательных методов визуализации и контроля. Наиболее распространенным и признанным подходом является выполнение ПДТ под фиброоптическим (бронхоскопическим) контролем. Этот метод обеспечивает высокую точность пункции трахеи, позволяет минимизировать риск повреждения окружающих структур, а также своевременно выявить возможные осложнения, такие как кровотечение или неправильное положение канюли [3]. Однако его применение ограничено необходимостью наличия бронхоскопа и/или квалифицированного специалиста, владеющего техникой бронхоскопии, что не всегда возможно при дефиците оборудования или персонала, особенно в отделениях интенсивной терапии небольших стационаров или в условиях массового поступления пациентов.

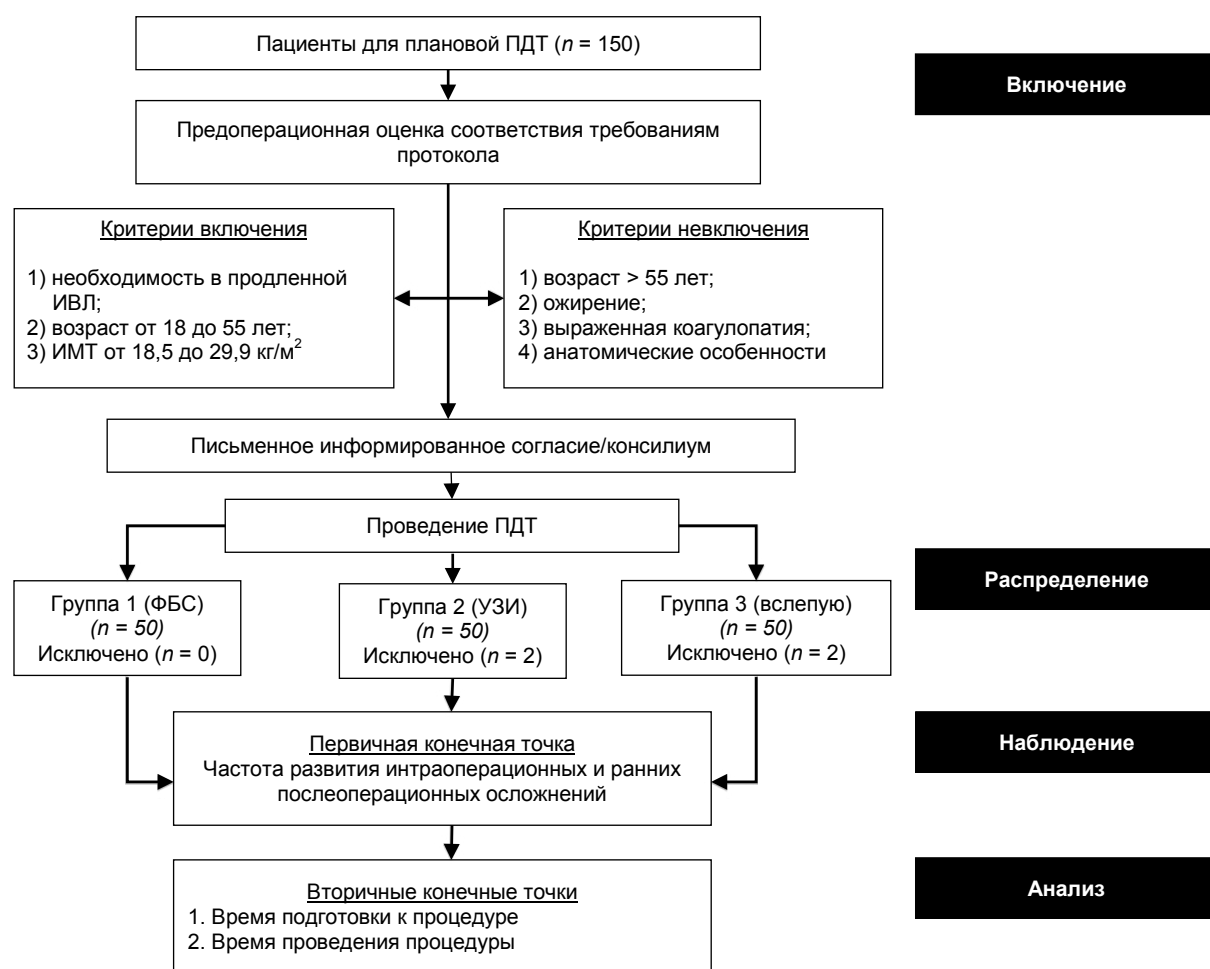
В качестве альтернативы фиброоптическому контролю большое распространение получило использование ультразвуковой навигации. Данный метод отличается высокой доступностью, поскольку аппараты УЗИ широко представлены в современных отделениях анестезиологии-реанимации. УЗИ позволяет визуализировать анатомические структуры шеи, определить оптимальное место для пункции, оценить состояние сосудов и окружающих тканей, что способствует повышению безопасности процедуры. Тем не менее, эффективность ультразвуковой навигации напрямую зависит от опыта и квалификации оператора, а также от качества используемого оборудования [10].

Наконец, существует методика выполнения ПДТ «вслепую», то есть без использования дополнительных средств визуализации. Этот подход не требует наличия дополнительного оборудования, однако сопряжен с повышенным риском осложнений и, вероятнее всего, может быть рекомендован только для опытных специалистов, обладающих значительным практическим опытом выполнения подобных вмешательств [11].

Таким образом, несмотря на широкое распространение ПДТ, наличие различных методик и методов ее выполнения, вопрос о выборе оптимального способа остается открытым и зависит от определенной клинической ситуации. В условиях массового поступления пациентов и реальной клинической практики не всегда возможно обеспечить наличие бронхоскопа или квалифицированного специалиста по ультразвуковой диагностике, что диктует необходимость поиска наиболее безопасного и эффективного подхода в зависимости от имеющихся ресурсов и уровня подготовки медицинского персонала. В связи с этим **целью** настоящего исследования явился сравнительный анализ безопасности и эффективности различных методов выполнения ПДТ (под фиброоптическим, ультразвуковым контролем и «вслепую»).

Материалы и методы

Исследование проведено в клинике общей хирургии имени И. Ф. Буша Военно-медицинской



Блок-схема дизайна исследования в соответствии со стандартом CONSORT: ФБС – фибробронхоскопический контроль, УЗИ – ультразвуковой контроль

Study flow diagram according to CONSORT standards: FBS – fiberoptic bronchoscopic control, Ultrasound – ultrasound control

академии им. С. М. Кирова и носило характер проспективного анализа. До проведения исследования было получено одобрение локального этического Комитета и проводилось в соответствии с правилами GCP (Good Clinical Practice). *Критериями включения* в исследование были: потребность в проведении продленной ИВЛ, возраст от 18 до 55 лет, индекс массы тела (ИМТ) от 18,5 до 29,9 кг/м². *Критерии не включения:* возраст > 55 лет, ожирение (ИМТ > 30,0 кг/м²), выраженная коагулопатия (международное нормализованное отношение (МНО) ≥ 1,5, тромбоцитопения менее 50×10⁹/л), анатомические особенности, затрудняющие или делающие невозможным выполнение процедуры (очень короткая или толстая шея, увеличенная щитовидная железа, затрудненная пальпация перстневидного хряща, наличие новообразований в проекции предполагаемого доступа). При наличии критериев включения и отсутствии критериев не включения пациент входил в исследование [4].

Всем пациентам ПДТ выполняли по классической методике Гриттса с использованием модифицированного зажима Ховарда-Келли. Процедуры выполнялись опытной командой врачей – анестезиологов-реаниматологов, обладающих значитель-

ным практическим опытом в проведении ПДТ [11]. Ультразвуковой контроль осуществляли с помощью аппарата УЗИ «Mindray MX7» с линейным датчиком частотой 9–15,6 МГц. Фиброоптический контроль осуществляли с помощью фибробронхоскопа «Pentax FB-15RBS». При проведении ПДТ «вслепую» фибробронхоскоп находился в собранном состоянии, был готов к немедленному использованию и располагался в непосредственной близости от операционного поля для обеспечения экстренного визуального контроля в случае возникновения технических сложностей или осложнений. На момент проведения процедуры все пациенты были интубированы [3].

Хирургическое вмешательство осуществляли в условиях общей неингаляционной анестезии. Для введения и поддержания анестезии использовали гипнотики (пропофол), наркотические анальгетики (фентанил) и миорелаксанты (рокурония бромид). Дозировки и комбинации препаратов зависели от антропометрических показателей пациента и клинической ситуации. Пациенты укладывались на кровати в положении на спине с валиком, подложенным под плечи, для обеспечения переразгибания шеи и оптимального позиционирования трахеи

Таблица 1. Классификация осложнений пункционно-дилатационной трахеостомии по срокам развития
Table 1. Classification of complications of percutaneous dilatational tracheostomy by timing of onset

1. Интраоперационные осложнения:
– экстубация пациента;
– кровотечения: • малая кровопотеря (25–100 мл); • средняя кровопотеря (100–250 мл); • большая кровопотеря (более 250 мл или потребовавшая хирургической остановки)
– попадание крови в дыхательные пути;
– конверсия с ПДТ на хирургическую методику;
– повреждение интубационной трубки;
– паратрахеальная установка канюли;
– поперечный разрыв трахеи;
– повреждение задней стенки трахеи;
– повреждение перстневидного хряща;
– воспламенение дыхательной смеси;
– артериальная гипертензия
2. Ранние послеоперационные осложнения:
– подкожная эмфизема;
– пневмоторакс;
– удаление трахеостомической трубки;
– окклюзия трахеостомической трубки;
– трахеопищеводный свищ
3. Поздние послеоперационные осложнения
– стенозы гортани и трахеи;
– формирование трахеососудистых фистул;
– формирование кожно-трахеальных фистул;
– трахеомалация;
– разрастание грануляционной ткани в области стомы

[1, 2]. Для снижения риска геморрагических осложнений за 6 часов до процедуры отменяли нефракционированный гепарин, а низкомолекулярные гепарины – за 12 часа до операции. Антикоагулянтную терапию возобновляли не ранее чем через 6 часов после завершения процедуры при необходимости ее продолжения. Процедуру выполняли в сроки от 1 до 10 суток с момента начала ИВЛ. Послеоперационное наблюдение за состоянием стомы и развитием возможных осложнений осуществляли в течение 7 суток после выполнения трахеостомии [2].

Исследование проводили по дизайну проспективного одноцентрового рандомизированного клинического исследования с простой компьютерной рандомизацией пациентов генератором случайных чисел, в результате чего были сформированы три сопоставимые группы по 50 человек в каждой: 1-я группа (ФБС) – ПДТ под фиброоптическим визуальным контролем; 2-я группа (УЗИ) – ПДТ с использованием ультразвуковой (УЗ) навигации; 3-я группа – ПДТ «вслепую» (без использования дополнительных средств визуализации) (рис. 1) [1, 2].

Осложнения при проведении ПДТ были разделены на три группы в зависимости от сроков их развития: интраоперационные, ранние послеоперационные и поздние послеоперационные (табл. 1).

К ранним послеоперационным осложнениям относили события, развившиеся в течение первых 7 суток после вмешательства, к поздним – возникшие по истечении 7 суток. Исходя из особенностей организации работы отделения анестезиологии-реанимации нашей клиники (большой поток пациентов и невозможность их длительного наблюдения), в исследование были включены только интраоперационные и ранние послеоперационные осложнения [1, 2].

Первичной конечной точкой исследования являлась частота развития интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений. Вторичными точками служили время подготовки и проведения ПДТ [2].

Статистический анализ данных проводили с использованием языка R версии 4.3.1 в среде RStudio. Для оценки нормальности распределения количественных признаков (время подготовки и время выполнения процедуры) применяли критерий Шапиро – Уилка. Ввиду подтверждения гипотезы о нормальном распределении для описания данных использовались показатели описательной статистики: среднее арифметическое (M) и стандартное отклонение (SD). Анализ частот и структуры интра- и ранних послеоперационных осложнений проводили с использованием таблиц

Таблица 2. Клинико-демографическая характеристика пациентов исследуемых групп
Table 2. Clinical and demographic characteristics of patients in the study groups

Показатель	1-я группа «ФБС» (n = 50)	2-я группа «УЗИ» (n = 50)	3-я группа «вслепую» (n = 50)	p
Возраст, лет	38 ± 9	37 ± 6	41 ± 8	0,12
ИМТ, кг/м ²	24,5 ± 2,8	24,8 ± 3,1	24,2 ± 2,5	0,65
SOFA, баллы	7 ± 2	6 ± 3	7 ± 2	0,28
<i>Локализация поражений</i>				
Изолированное поражение головы	6 (12%)	3 (6%)	3 (6%)	0,54
Изолированное поражение брюшной полости	4 (8%)	5 (10%)	5 (10%)	
Изолированное поражение груди	4 (8%)	2 (4%)	4 (8%)	
Сочетанные поражения	36 (72%)	40 (80%)	38 (76%)	

сопряженности. Для сравнения категориальных данных между тремя группами применяли критерий χ^2 Пирсона. [6, 9]. В случаях, когда ожидаемое число наблюдений в ячейках таблицы было менее 5, использовался точный критерий Фишера [5, 7]. Для оценки силы ассоциации между методом визуализации и развитием осложнений рассчитывали показатель отношения шансов (OR) с 95%-ми доверительными интервалами (95% ДИ) [6]. Сравнение времени подготовки и времени выполнения процедуры между тремя независимыми группами («ФБС», «УЗИ», «вслепую») выполняли с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). При выявлении статистически значимых различий по F-критерию ($p < 0,05$) для локализации различий проводили апостериорные попарные сравнения с использованием t-критерия Стьюдента для независимых выборок с допущением о равенстве дисперсий [8, 11]. Для контроля над ошибкой первого рода при множественных сравнениях применяли поправку Бонферрони. Уровень статистической значимости для всех тестов был установлен на уровне $p < 0,05$ [4, 6].

Результаты

В исследование включены 150 пациентов, которым в период с 2022 по 2025 гг. была выполнена ПДТ.

Характеристика пациентов представлена в табл. 2. Проведенный анализ показал отсутствие статистически значимых различий между исследуемыми группами по основным клинико-демографическим показателям, включая возраст, ИМТ и тяжесть органной дисфункции, оцениваемую по шкале SOFA. По преобладающей нозологической структуре в исследуемой когорте преобладали пациенты с тяжелыми сочетанными поражениями (повреждения головы, грудной и брюшной полостей).

Анализ частоты развития основных видов осложнений в группах пациентов представлен в табл. 3. Во всех исследуемых группах отмечались случаи кровопотери легкой степени, не превышающей 30 мл, без признаков повреждения магистральных сосудов. Для гемостаза применяли локальные гемо-

статические средства и сосудосуживающие препараты. В 5 случаях отмечалось попадание небольшого количества крови в просвет трахеи, однако своевременная установка трахеостомической канюли с раздуванием манжеты позволила предотвратить затекание крови в нижние дыхательные пути.

Экстубация пациента во время выполнения ПДТ была зафиксирована в группе с фиброоптическим контролем (при извлечении бронхоскопа) и в группе «вслепую» (вследствие технической ошибки оператора). Во всех случаях экстренная реинтубация была выполнена незамедлительно, что позволило избежать критической гипоксемии и продолжить дальнейшее выполнение манипуляции без развития жизнеугрожающих последствий; при этом реинтубацию в группе с фиброоптическим контролем производили по бронхоскопу.

Повреждение манжеты интубационной трубки отмечено только в группе «вслепую» (1 случай, 2%). Данное осложнение не сопровождалось развитием критической гипоксемии и было успешно устранено путем коррекции параметров ИВЛ.

В двух случаях (по одному в группах УЗИ и «вслепую») наблюдалось повреждение задней стенки трахеи, обусловленное чрезмерно глубоким введением пункционной иглы-канюли. В одном из этих случаев осложнение привело к формированию трахеопищеводного свища, диагностированного на 5-е и 7-е сутки после вмешательства. В одном случае (группа УЗИ) свищ не сформировался, и повреждение разрешилось без последствий.

Подкожная эмфизема мягких тканей шеи развивалась у трех пациентов (по одному случаю в каждой группе), вероятно, вследствие попадания дыхательной смеси под кожу на этапе формирования стомы. Во всех случаях для исключения пневмоторакса выполняли рентгенографию органов грудной клетки; пневмоторакс не был выявлен ни у одного пациента. Эмфизема носила ограниченный характер и подверглась самостоятельному регрессу в течение 1–3 суток.

Сравнение времени подготовки и выполнения процедуры при различных методах визуализации представлено в табл. 4. Стоит отметить, что отсчет времени подготовки к ПДТ в разных группах

Таблица 3. Частота и структура интра- и ранних послеоперационных осложнений при различных методах визуализации
Table 3. Incidence and structure of intraoperative and early postoperative complications using various visualization methods

Осложнения	1-я группа «ФБС» (n = 50)	2-я группа «УЗИ» (n = 50)	3-я группа «вслепую» (n = 50)	p
<i>Интраоперационные осложнения</i>				
Кровотечения:				
кровопотеря легкой степени	4 (8%)	7 (14%)	6 (12%)	0,74
кровопотеря средней степени	–	–	–	–
тяжелая кровопотеря	–	–	–	–
Попадание крови в дыхательные пути	1 (2%)	1 (2%)	3 (6%)	0,51
Экстубация пациента	2 (4%)	–	1 (2%)	0,37
Повреждения интубационной трубки	–	–	1 (2%)	~1,0
Повреждение задней стенки трахеи	–	1 (2%)	2 (4%)	0,37
<i>Ранние послеоперационные осложнения</i>				
Подкожная эмфизема	1 (2%)	1 (2%)	1 (2%)	1,0
Трахеопищеводный свищ	–	1 (2%)	1 (2%)	0,61

Таблица 4. Сравнение времени подготовки и выполнения процедуры при различных методах визуализации
Table 4. Comparison of preparation and procedure times across different visualization methods

Показатель	1-я группа «ФБС» (n = 50)	2-я группа «УЗИ» (n = 50)	3-я группа «вслепую» (n = 50)	p
Время подготовки, мин	5,3 ± 1,22	6,4 ± 1,06	3,6 ± 1,10	< 0,001
Время выполнения, мин	7,3 ± 2,02	6,9 ± 1,27	6,7 ± 1,36	< 0,001

производили от отграничения операционного поля стерильным бельем до вкола пункционной иглы-канюли 14G, а начала процедуры – от вкола иглы до подключения аппарата ИВЛ к пациенту и получения первого полноценного дыхательного цикла.

Время подготовки к проведению ПДТ было максимальным во 2-й группе («УЗИ») и составило $6,4 \pm 1,06$ мин, что, вероятно, было связано с особенностями визуализации. При попарном сравнении выявлены статистически значимые различия: между 1-й и 2-й группами ($t = -4,81; p < 0,001$), между 1-й и 3-й группами ($t = 7,32; p < 0,001$), а также между 2-й и 3-й группами ($t = 12,96; p < 0,001$). Однофакторный дисперсионный анализ подтвердил наличие значимых различий между всеми группами ($F(2,147) = 1,9 \times 10^5; p < 0,001$).

Время выполнения ПДТ во всех группах существенно не различалось. Хотя однофакторный дисперсионный анализ выявил статистически значимые различия между группами по времени выполнения процедуры ($F(2,147) = 4547; p < 0,001$), попарные сравнения не показали значимых различий между отдельными методами визуализации: между 1-й и 2-й группами ($t = 1,19; p = 0,24$), между 1-й и 3-й группами ($t = 1,74; p = 0,085$), между 2-й и 3-й группами ($t = 0,76; p = 0,45$).

Обсуждение

Проведенное исследование продемонстрировало, что ПДТ является эффективным и относительно безопасным методом обеспечения длительной ИВЛ у пациентов в отделениях анестезиологии-реанимации. Сравнительный анализ трех методик выполнения ПДТ – под фиброоптическим (бронхоскопическим) контролем, с использованием ультразвуковой

навигации и «вслепую» – позволил выявить как преимущества, так и ограничения каждого из подходов.

Количественно наибольшая частота интра- и ранних послеоперационных осложнений отмечена в группе, где ПДТ выполняли «вслепую», в частности, в этой группе чаще встречались повреждения задней стенки трахеи и формирование трахеопищеводных свищей, что связано с отсутствием визуального контроля и повышенным риском технических ошибок. В то же время, использование фиброоптического и ультразвукового контроля позволило минимизировать подобные осложнения, что подтверждает значимость визуализации для улучшения характеристик контролируемости процедуры. Однако статистически значимых различий между группами по основным видам осложнений выявлено не было, что позволяет сделать вывод о сопоставимой безопасности фибробронхоскопии, ультразвукового контроля и вмешательства «вслепую» в условиях данного исследования. Отсутствие случаев тяжелых осложнений во всех группах дополнительно подтверждает высокий профиль безопасности рассматриваемых методик [2].

Анализ временных затрат показал, что наибольшая продолжительность подготовки отмечалась при использовании ультразвуковой навигации, что связано с необходимостью тщательной визуализации анатомических структур. В то же время, выполнение ПДТ «вслепую» требовало минимального времени на подготовку, но сопровождалось повышенным риском осложнений. Время выполнения самой процедуры существенно не различалось между группами, что свидетельствует о сопоставимой технической сложности вмешательств вне зависимости от метода визуализации [2, 9].

Полученные результаты позволяют рекомендовать приоритетное использование ПДТ под фиброоптическим или ультразвуковым контролем в условиях многопрофильного стационара, особенно при наличии квалифицированных специалистов и соответствующего оборудования. В условиях дефицита ресурсов или массового поступления пациентов возможно выполнение ПДТ «вслепую», но только при наличии значительного опыта у оператора и/или готовности к экстренному переходу на визуализированные методы при возникновении сложностей.

Выводы

1. Пункционно-дилатационная трахеостомия является эффективным и относительно безопасным методом обеспечения длительной ИВЛ у пациентов в отделениях анестезиологии-реанимации.

2. Количественно наибольшая частота осложнений отмечена при выполнении ПДТ без визуализации. Использование фиброоптического и ультразвукового контроля при выполнении ПДТ снижает риск интра- и ранних послеоперационных осложнений по сравнению с методом «вслепую».

3. Отсутствие статистически значимых различий между группами по основным видам осложнений, а также отсутствие случаев тяжелых осложнений во всех исследуемых группах свидетельствует о сопоставимом уровне безопасности ПДТ, выполняемой под фиброоптическим контролем, с использованием ультразвуковой навигации и «вслепую» в условиях данного исследования.

4. Время подготовки к процедуре максимально при использовании ультразвуковой навигации, минимально – при выполнении «вслепую»; время непосредственного выполнения ПДТ не зависит от метода визуализации.

5. При дефиците оборудования, персонала или большого потока пациентов возможно выполнение ПДТ «вслепую», но только при наличии у оператора значительного практического опыта и/или возможности экстренного перехода на визуализированные методы.

6. Для повышения безопасности и эффективности ПДТ рекомендуется приоритетное использование методов визуализации (фиброоптический или ультразвуковой контроль) в повседневной клинической практике и, в частности, при обучении медицинского персонала.

Конфликт интересов: Щеголев А. В. является членом редакционной коллегии журнала «Вестник анестезиологии и реаниматологии» с 2009 г., но к решению об опубликовании данной статьи отношения не имеет. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Conflict of Interests. Shchegolev A. V. has been a member of the editorial board of the Messenger of Anesthesiology and Resuscitation since 2009, but has nothing to do with the decision to publish this article. The article has passed the review procedure accepted in the journal. The authors did not declare any other conflicts of interest.

Вклад авторов. Неганов И. М., Ким М. Р., Приходько М. В., Фахрудинов М. Т. – получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи; Щеголев А. В. – разработка концепции статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors contribution. Neganov I. M., Kim M. R., Prikhodko M. V., Fakhrudinov M. T. – acquisition and analysis of factual data, writing and editing the manuscript; Shchegolev A. V. – development of the study concept, review and approval of the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кругляков Н. М., Альтшулер Н. Э., Карпова О. В. и др. Сравнение методов пункционно-дилатационной трахеостомии Фрова и Григгс у пациентов с избыточной массой тела и ожирением: рандомизированное контролируемое исследование // Вестник интенсивной терапии имени А. И. Салтанова. – 2024. – № 4. – С. 84–95. <http://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-4-84-95>.
2. Фокин М. С., Горячев А. С., Савин И. А. и др. Трахеостомия у нейрохирургических больных (показания к операции, методика трахеостомии, уход): пособие для врачей. – 3-е изд., доп. – М.: 2010. – 62 с.
3. Аверьянов Д. А., Шаталов В. И., Котов Е. Н. и др. Особенности обучения перкутанной дилатационной трахеостомии в отделении реанимации и интенсивной терапии // Вестник анестезиологии и реаниматологии. – 2016. – Т. 13, № 4. – С. 48–52. <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2016-13-4-48-52>.
4. Gobatto A. L., Besen B. A., Tierno P. F. et al. Ultrasound-guided percutaneous dilational tracheostomy versus bronchoscopy-guided percutaneous dilational tracheostomy in critically ill patients (TRACHUS): a randomized

REFERENCES

1. Kruglyakov N. M., Altshuler N. E., Karpova O. V. et al. Sravnenie metodik punktsionno-dilatatsionnoy trakheostomii Frova i Griggs u patsientov s izbytochnoy massoy tela i ozhireniem: randomizirovannoe kontroliruemoe issledovanie [Comparison puncture-dilation tracheostomy by Frova technique versus Griggs technique in overweight and obese patients: a randomized controlled study]. *Vestnik intensivnoy terapii imeni A. I. Saltanova*, 2024, no. 4, pp. 84–95. (In Russ.). <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-4-84-95>.
2. Fokin M. S., Goryachev A. S., Savin I. A. et al. Trakheostomiya u neyrokhirurgicheskikh bol'nykh (pokazaniya k operatsii, metodika trakheostomii, ukhod): posobie dlya vrachey. 3rd ed., ext. Moscow: 2010. 62 p. (In Russ.).
3. Averyanov D. A., Shatalov V. I., Kotov E. N. et al. Osobennosti obucheniia perkutannoi dilatatsionnoi trakheostomii v otdelenii reanimatsii i intensivnoi terapii [Specific features of training in percutaneous dilational tracheostomy in the intensive care department]. *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 48–52. (In Russ.). <https://doi.org/10.21292/2078-5658-2016-13-4-48-52>.
4. Gobatto A. L., Besen B. A., Tierno P. F. et al. Ultrasound-guided percutaneous dilational tracheostomy versus bronchoscopy-guided percutaneous dilational tracheostomy in critically ill patients (TRACHUS): a randomized noninfe-

- noninferiority controlled trial // *Intensive Care Med.* – 2016. – Vol. 42, № 3. – P. 342–351. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4218-6>.
5. Kaye C., MacLeod I., Dhillon M. Bleeding during percutaneous dilatational tracheostomy - What to do while waiting for the surgeon? // *J Intensive Care Soc.* – 2018. – Vol. 19, № 1. – P. 64–68. <https://doi.org/10.1177/1751143717715970>.
 6. Andriolo B. N., Andriolo R. B., Saconato H. et al. Early versus late tracheostomy for critically ill patients // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2015. – Vol. 1, № 1. – CD007271. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007271.pub3>.
 7. Mehta C., Mehta Y. Percutaneous tracheostomy // *Ann Card Anaesth.* – 2017. – Vol. 20, Suppl. – P. 19–25. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.197793>.
 8. Kumar P., Kumar S., Hussain M. et al. Comparison of percutaneous tracheostomy methods in ICU patients: Conventional anatomical landmark method versus ultrasonography method - A randomised controlled trial // *Indian J Anaesth.* – 2022. – Vol. 66, Suppl. 4 – P. 207–212. https://doi.org/10.4103/ija.ija_41_22.
 9. Karimpour H. A., Vafaii K., Chalechale M. et al. Percutaneous dilatational tracheostomy via griggs technique // *Arch Iran Med.* – 2017. – Vol. 20, № 1. – P. 49–54. PMID: 28112532.
 10. Plata P., Gaszyński T. Ultrasound-guided percutaneous tracheostomy // *Anaesthesiol Intensive Ther.* – 2019. – Vol. 51, № 2. – P. 126–132. <https://doi.org/10.5114/ait.2019.86277>.
 11. Maciejewski D. Ultrasound completes but does not replace bronchoscopy in monitoring percutaneous tracheostomy // *Anaesthesiol Intensive Ther.* – 2020. – Vol. 52, № 3. – P. 261–262. <https://doi.org/10.5114/ait.2020.97604>.
5. Kaye C., MacLeod I., Dhillon M. Bleeding during percutaneous dilatational tracheostomy - What to do while waiting for the surgeon? // *J Intensive Care Soc.* – 2018, vol. 19, no. 1, pp. 64–68. <https://doi.org/10.1177/1751143717715970>.
 6. Andriolo B. N., Andriolo R. B., Saconato H. et al. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Cochrane Database Syst Rev*, 2015, vol. 1, no. 1, CD007271. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007271.pub3>.
 7. Mehta C., Mehta Y. Percutaneous tracheostomy. *Ann Card Anaesth*, 2017, vol. 20, Suppl, pp. 19–25. <https://doi.org/10.4103/0971-9784.197793>.
 8. Kumar P., Kumar S., Hussain M. et al. Comparison of percutaneous tracheostomy methods in ICU patients: Conventional anatomical landmark method versus ultrasonography method - A randomised controlled trial. *Indian J Anaesth*, 2022, vol. 66, Suppl. 4, pp. 207–212. https://doi.org/10.4103/ija.ija_41_22.
 9. Karimpour H. A., Vafaii K., Chalechale M. et al. Percutaneous dilatational tracheostomy via griggs technique. *Arch Iran Med*, 2017, vol. 20, no. 1, pp. 49–54. PMID: 28112532
 10. Plata P., Gaszyński T. Ultrasound-guided percutaneous tracheostomy. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2019, vol. 51, no. 2, pp. 126–132. <https://doi.org/10.5114/ait.2019.86277>.
 11. Maciejewski D. Ultrasound completes but does not replace bronchoscopy in monitoring percutaneous tracheostomy. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2020, vol. 52, no. 3, pp. 261–262. <https://doi.org/10.5114/ait.2020.97604>.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова, 194044, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 6

Неганов Иван Михайлович, начальник отделения анестезиологии-реанимации клиники кафедры общей хирургии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: neganovim@yandex.ru, ORCID: 0009-0006-9886-0915; **Ким Мария Романовна**, врач – анестезиолог-реаниматолог отделения анестезиологии-реанимации клиники кафедры общей хирургии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: Mariya220993@mail.ru; **Приходько Мария Владимировна**, слушатель 5 курса 7 факультета, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: dr.mariaprkh@mail.ru; **Фахрудинов Минахмет Талыгатович**, слушатель ординатуры 1 факультета, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: m1nahmet@mail.ru; **Щеголев Алексей Валерианович**, доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры военной (начальник клиники) анестезиологии и реаниматологии, Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова (Санкт-Петербург, Россия), e-mail: alekseischegolev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6431-439.

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Military Medical Academy, 6, Academica Lebedeva str., Saint Petersburg, Russian Federation, 194044

Neganov Ivan M., Head of the Anesthesiology and Intensive Care Unit, Clinic of the Department of General Surgery, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), e-mail: neganovim@yandex.ru, ORCID: 0009-0006-9886-0915; **Kim Mariya R.**, Anesthesiologist-Intensivist, Anesthesiology and Intensive Care Unit, Clinic of the Department of General Surgery, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), e-mail: Mariya220993@mail.ru; **Prikhodko Mariya V.**, 5th-year Student, 7th Faculty, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), e-mail: dr.mariaprkh@mail.ru; **Fakhrudinov Minakhmet T.**, Medical Resident, 1st Faculty, Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), e-mail: m1nahmet@mail.ru; **Shchegolev Aleksei V.**, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Military Anesthesiology and Intensive Care (Head of the Clinic), Military Medical Academy (Saint Petersburg, Russia), e-mail: alekseischegolev@gmail.com, ORCID: 0000-0001-6431-439X.