Эпидемиологические риски вентилятор-ассоциированной пневмонии в ОРИТ: нарративный обзор литературы

Мухаметзянов А. М. [1]
д.м.н., доцент, заведующий кафедрой эпидемиологии;
ORCID: 0000-0002-0448-1273; SPIN: 2656-2354

Кайданек Т. В. [1]
к.м.н., доцент кафедры эпидемиологии;
ORCID: 0000-0002-7754-3551; SPIN: 4617-1570

Кузина Д. А. [1]
ассистент кафедры эпидемиологии;
ORCID: 0009-0002-4114-9592

[1] *ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Уфа, Российская Федерация, 450008*

Автор для корреспонденции: *Кузина Диана Александровна;* ***e-mail:*** *dianakuzina8@gmail.com*
Финансирование. *Исследование не имело спонсорской поддержки.*
Конфликт интересов. *Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*
Поступила: *14.05.2026*
Принята к печати: *30.07.2026*

Аннотация

Введение. Вентилятор-ассоциированная пневмония (ВАП) остается одним из наиболее частых и критических осложнений у пациентов, получающих искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ). Характеризуется высокой заболеваемостью, увеличением сроков госпитализации, летальностью. Оценка эпидемиологического риска является важной задачей для разработки эффективных мер профилактики для повышения качества оказания медицинской помощи. **Цель.** Проанализировать результаты научных исследований, посвященных методам и подходам к изучению эпидемиологических рисков развития вентилятор-ассоциированной пневмонии (ВАП) в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), существующие стратегии профилактики и контроля. **Материалы и методы.** Проведено изучение результатов научных исследований, посвященных ВАП, опубликованных в основных электронных базах данных с использованием ключевых слов, связанных с ВАП, ОРИТ, ИВЛ, эпидемиологическим риском и профилактикой. В обзор включены оригинальные исследования, систематические обзоры, метаанализы и клинические рекомендации. **Результаты.** Выявлен широкий спектр факторов риска развития ВАП. Для снижения риска развития ВАП необходима комплексная оценка различных эпидемиологических факторов, основанная на интегрированном анализе данных пациента, факторов госпитальной среды и действий персонала в условиях организации работы ОРИТ. **Заключение.** Перспективным направлением профилактики является разработка и применение цифровых технологий для комплексного анализа рисков, учитывающих как клинические, так и средовые факторы, а также действия персонала.

Ключевые слова: вентилятор-ассоциированная пневмония, отделения реанимации и интенсивной терапии, искусственная вентиляция легких, внутрибольничные инфекции, эпидемиологический риск, профилактика, факторы риска

doi: 10.29234/2308-9113-2026-14-3-125-139

Для цитирования: Мухаметзянов А. М., Кайданек Т. В., Кузина Д. А. Эпидемиологические риски вентилятор-ассоциированной пневмонии в ОРИТ: нарративный обзор литературы. *Медицина* 2026; 14(3): 125-139. doi: 10.29234/2308-9113-2026-14-3-125-139

Введение

Искусственная вентиляция легких (ИВЛ) с положительным давлением является незаменимым методом интенсивной терапии, позволяющим сохранить жизнь пациентов [1]. Респираторная поддержка может сопровождаться развитием легочных и внелегочных осложнений, угрожающих жизни [2,3]. Вентилятор-ассоциированные инфекции верхних и нижних дыхательных путей являются одним из наиболее частых осложнений длительной ИВЛ в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ) [4,5,6]. Высокая концентрация пациентов в критическом состоянии в ОРИТ и широкое применение инвазивных медицинских технологий характеризуются наиболее высоким риском развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [7]. В США регистрируется более 300 тыс. случаев инвазивной ИВЛ в год [1]. Частота развития ВАП варьирует от 6,8 до 27 % в зависимости от применяемых диагностических критериев [8,9,10]. Во время пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 зафиксирован значительный рост частоты развития инфекционных осложнений, в частности, ВАП — до 50 случаев на 1000 дней ИВЛ [11,12]. У пациентов с критическим состоянием, требующим ИВЛ, развитие ВАП является независимым прогностическим признаком неблагоприятного исхода [13]. Заболеваемость ВАП варьирует по регионам - во всем мире 15,6%, в Европе19,4%, в Азиатско-Тихоокеанском регионе 16,0%, в Латинской Америке 13,8%, в Соединенных Штатах13,5%, [14]. Развитие ВАП увеличивает финансовое бремя для пациентов, больниц и систем здравоохранения, увеличивает продолжительность пребывания в ОРИТ, общее пребывание в стационаре и показатели смертности [15,16]. ВАП являются проблемой клинической и эпидемиологической практики. *Указанное определяет острую необходимость в определении причин и минимизации факторов риска, поскольку каждый случай ВАП может привести к значительному увеличению нагрузки на персонал ОРИТ и снижению качества медицинской помощи.*

Цель

Проанализировать результаты научных исследований, посвященных методам и подходам к изучению эпидемиологических рисков развития ВАП в ОРИТ, существующие стратегии профилактики и контроля.

Методы поиска и отбора литературы

Проведён обзор научной литературы, посвящённой ВАП, факторам риска ее развития в соответствии с рекомендациями чек-листа PRISMA. Поисковый запрос согласно цели исследования сформулирован в рамках подхода PICO: популяцию (P) составили взрослые пациенты ОРИТ, находящиеся на ИВЛ не менее 48 часов; в качестве изучаемых

вмешательств (I) рассматривались некоторые факторы, влияющие на риск развития ВАП, стратегии профилактики ВАП, включая немедикаментозные и организационные меры; в роли сравнения (C) выступали стандартные практики, применяемые в ОРИТ согласно клинических рекомендаций либо отсутствие специфического вмешательства; ключевыми исходами (O) являлись длительность ИВЛ, пребывание в ОРИТ, частота развития ВАП, летальность, экономические параметры, определяющие значимость проблемы, а также факторы риска и эпидемиологические характеристики пациентов и условий.

Поиск публикаций выполнен в основных электронных базах данных — PubMed, Scopus, Web of Science и eLIBRARY.RU — за период с 1998 по 2025 год; отбор ограничен публикациями на английском и русском языках. В PubMed использован формализованный запрос: (ventilator-associated pneumonia OR VAP) AND (risk factors OR epidemiology OR prevention OR surveillance) AND (ICU OR intensive care); в Scopus и Web of Science применена аналогичная логика с учётом особенностей синтаксиса баз данных. В журналах первичной и вторичной информации поиск проведён по ключевым словам: «вентилятор-ассоциированная пневмония», «ВАП», «искусственная вентиляция лёгких», «факторы риска», «профилактика», «ОРИТ», «эпидемиология», «внутрибольничные инфекции», «эпидемиологический риск».

Основными критериями отбора служили фокус на ВАП в условиях ОРИТ и наличие данных по эпидемиологии, факторам риска, диагностике и стратегиям профилактики. Особое внимание уделялось работам, позволяющим провести оценку значимости различных факторов риска и возможностях внедрения профилактических подходов, в том числе персонализированных. В обзор включены оригинальные исследования (когортные, «случай-контроль», рандомизированные контролируемые, проспективные и ретроспективные), систематические обзоры, метаанализы и клинические рекомендации. Исключены клинические случаи, редакционные материалы, письма, тезисы без полного текста, работы по детской и неонатальной группе пациентов, публикации без чёткой диагностики ВАП как отдельного исхода.

Скрининг источников выполнен в два этапа: предварительный отбор по заголовкам, аннотациям и затем изучение полного текста. Процесс отбора осуществлялся авторами статьи, разногласия разрешались коллегиально. Итоговый набор составил 50 публикаций, использованных для анализа эпидемиологических рисков развития ВАП и стратегий профилактики в условиях ОРИТ.

Качество включённых исследований оценивали с учётом дизайна опубликованных источников: когортные и рандомизированные контролируемые исследования — по шкале Newcastle-Ottawa Scale (NOS) либо инструменту Cochrane Risk of Bias; систематические обзоры — по AMSTAR-2; клинические рекомендации — по AGREE II.

Результаты и обсуждение

Теоретические аспекты изучаемой проблемы

Эпидемиологический риск – это вероятность негативного влияния на заболеваемость и/или ее следствия отдельных групп или всего населения посредством воздействия различного сочетания факторов [17]. В условиях деятельности медицинских организаций оценка эпидемиологического риска является важной составляющей оценки потенциальной *частоты* развития осложнений эпидемиологической ситуации [18,8], *и выявления наиболее уязвимых групп пациентов в ОРИТ* в связи с воздействием определённых факторов риска [17,19]. *Это позволит персоналу отделения сосредоточить персонализированные усилия на раннем выявлении и предупреждении осложнений.*

Вентилятор-ассоциированной считается нозокомиальная пневмония, возникающая не ранее чем через 48 часов после интубации трахеи[1], наложения трахеостомы и начала ИВЛ [18], при отсутствии клинико-лабораторных признаков пневмонии на момент интубации [20,21]. Не исключено, что развитие ВАП возможно и в более короткие сроки [22].

Критерии регистрации ВАП

Для регистрации осложнений, связанных с проведением ИВЛ, принято оценивать множественные критерии [23,24]. Вероятно развивающейся вентилятор-ассоциированной пневмонией принято считать, если после 48 ч. ИВЛ или позже на фоне нарушения оксигенации определены изменения микробиологического состава и количества выделяемых микроорганизмов из эндотрахеального аспирата [25,26,27,28,14].

Центр по контролю инфекционных заболеваний США (CDC) в 2013 г. предложил использовать понятие вентилятор-ассоциированного события, включающее три компонента: вентилятор-ассоциированное осложнение, вентилятор-ассоциированное инфекционное (связанное с инфекцией) осложнение, вероятная вентилятор-ассоциированная пневмония [25,26,14].

Предложенные компоненты учитывали весь спектр осложнений ИВЛ и особенности их регистрации. В соответствии с номенклатурой инфекционных болезней (МКБ-10), связанных с оказанием медицинской помощи, в РФ общепринятой является регистрация инфекций органов дыхания[1], включающих в себя множественные состояния в зависимости

[1] Приказ МЗ РФ от 29.11.2021 № 1108н «Об утверждении порядка проведения профилактических мероприятий, выявления и регистрации в медицинской организации случаев возникновения инфекционных заболеваний, связанных с оказанием медицинской помощи, номенклатуры инфекционных заболеваний, связанных с оказанием медицинской помощи, подлежащих выявлению и регистрации в медицинской организации».

от необходимой эпидемиологической причины: J13 Пневмония, вызванная Streptococcus pneumoniae, J15 Бактериальная пневмония, не классифицированная в других рубриках, J16 Пневмония, вызванная другими инфекционными возбудителями, не классифицированная в других рубриках, J17 Пневмония при болезнях, классифицированных в других рубриках, J18 Пневмония без уточнения возбудителя. Однозначность и единые подходы к определениям и классификациям состояний крайне важны, *так как это влияет на протоколы диагностики, своевременность начала антибактериальной терапии и на клинический исход.* Однако приведенная классификация, как и сведения, включенные в форму № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», не выделяют отдельной строкой ВАП, что ведет к отсутствию детализированной информации для определения эпидемиологических рисков в условиях организации локального надзора.

Эпидемиологические факторы риска развития ВАП

Весь спектр осложнений ИВЛ формируется под действием множественных эпидемиологических рисков, которые характеризуются разнообразием и особенностями. ВАП в ОРИТ тесно связана с медицинскими вмешательствами. Ключевым фактором является применение и продолжительность использования инвазивных устройств, в частности ИВЛ [29,30]. Компонентами риска являются: факторы со стороны пациента [22,5,29,15], связанные с медицинским вмешательством [22,29], с окружающей больничной средой [31,22,29].

Факторы риска ВАП со стороны пациента: мужской пол, пожилой возраст, хроническая обструктивная болезнь легких [15,12], онкологические, аутоиммунные и гематологические заболевания, гастроэзофагеальный рефлюкс, трахеостомия, черепно-мозговая травма, недавняя неврологическая операция, острый респираторный дистресс-синдром, полиорганная недостаточность и кома [22]. Риск возрастает при длительной ИВЛ (более 10 суток) у пациентов с заболеваниями органов грудной клетки и брюшной полости [23,14], при высоких баллах по шкалам APACHE II и Charlson, при длительной госпитализации до ОРИТ и антибиотикотерапии, повторной интубации, энтеральном питании, цереброваскулярных заболеваниях и сахарном диабете [29]. ВАП чаще встречается у пациентов с низким уровнем альбумина, повышенным уровнем С-реактивного белка и лейкоцитов, а также при недостаточности питания [32]. Интенсивная колонизация резистентной микрофлорой и плохое состояние полости рта повышают риск развития ВАП [33,34]. *Эти факторы напрямую влияют на иммунный статус пациента, его способность противостоять инфекции и определяют для персонала ОРИТ необходимость более тщательного индивидуального наблюдения и специализированного ухода.*

На риск влияют положение пациента (лежа на спине), перерастяжение желудка, колонизация контуров ИВЛ, недостаточное давление в манжете эндотрахеальной трубки (ЭТТ), техника интубации, тип и состояние интубационных трубок, повторные переводы пациентов [20,22,29]. Важную роль играют профессиональные компетенции

медицинского персонала и рациональное применение антибиотиков для предотвращения развития устойчивых штаммов микроорганизмов [34,25,31]. *Несоблюдение протоколов, связанных с этими факторами (недостаточный контроль давления в манжете, несоблюдение техники санации), увеличивают риск развития ВАП и требуют постоянного обучения и контроля исполнения со стороны менеджеров ОРИТ* [20,12].

Факторы госпитальной среды: контаминация антисептических растворов, дезинфицирующих средств и лекарственных препаратов [29], функционирование крупных больничных комплексов, нарушение технологий стерилизации, нарушение режима своевременной изоляции пациентов, формирование внутрибольничных штаммов микроорганизмов, несоблюдение технологий обращения с медицинскими отходами, недостаточная укомплектованность штата медицинского персонала [22]. Риском является применение сложного медицинского оборудования, требующего специализированных методов стерилизации [22]. Установлена значимая корреляционная связь между частотой развития ВАП и неудовлетворительным качеством санитарной обработки дыхательной аппаратуры [36].

Примеры исследований

Несмотря на многочисленные исследования, оптимальные методы профилактики ВАП в ОРИТ остаются предметом дискуссий. *Эффективность многих профилактических мер до конца не определена, что ставит перед специалистами научно-практическую задачу определения наиболее обоснованных подходов и пересмотра рекомендаций на основе новых данных.* Результаты исследований по применению повидон-йода в качестве орального антисептика оказались противоречивы [37]. Альтернативные подходы, такие как использование хлоргексидина [38] и чистка зубов дистиллированной водой [39], требуют более тщательного изучения для определения их роли в риске развития ВАП.

Поскольку риск ВАП связан с продолжительностью ИВЛ, ограничение этого условия имеет смысл. Метаанализ, включающий 12 исследований более 800 пациентов, подтвердил, что рекомендуется использовать NPPV (неинвазивная вентиляция легких с положительным давлением), когда это возможно, чтобы предотвратить эндотрахеальную интубацию [40,31]. Периодическое или постоянное удаление секретов, которые скапливаются над манжетой ЭТТ, может снижать риск аспирации и последующего развития ВАП [41]. Метаанализ 13 РКИ, включающий 2442 пациента, предоставил убедительные доказательства этой стратегии [42]. Удаление эндотрахеальных выделений после закапывания изотонического солевого раствора снижает заболеваемость ВАП у пациентов с трахеотомией. Заболеваемость ВАП была значительно ниже в группе пациентов, у которых аспирация проводилась после введения изотонического солевого раствора (23,5% против 10,8%), как показало РКИ [43].

Американские и канадские рекомендации предлагают использовать дренаж подъязычного секрета (SSD) и SOD (селективная дезактивация ротоглотки) [44-45]. Однако последующее

исследование [46] показало, что бактериальная резистентность увеличилась в ОРИТ, где использовали SDD/SOD. В настоящее время, несмотря на повторные и тщательные исследования, SDD/SOD не рекомендованы для профилактики ВАП из-за риска появления патогенов, устойчивых к антибиотикам [46].

Использование ЭТТ, покрытых серебром, снижает частоту ВАП в первые десять дней ИВЛ [47]. Применение закрытых санационных систем в первые 96 ч. проведения ИВЛ ассоциируется со снижением общей частоты развития ВАП [48]. Не получены доказательства эффективности снижения риска ВАП при условии поднятия изголовья кровати на 30 градусов [49].

Одним из перспективных направлений исследований является определение факторов, позволяющих прогнозировать риск развития ВАП по показателям некоторых измеряемых маркеров изменения состояния пациента [50].

Заключение

ВАП остается серьезной проблемой медицинской практики, существенно влияющей на исходы и течение основного заболевания, продолжительность госпитализации. Известные эпидемиологические риски развития ВАП обусловлены как состоянием пациента, так и внешними факторами, связанными с респираторной поддержкой, уходом и применяемыми различными технологиями медицинских вмешательств. Известные в настоящее время факторы риска указывают на необходимость дальнейшего их изучения и поиска междисциплинарных и комплексных подходов к профилактике ВАП. Традиционные стратегии, направленные на соблюдение противоэпидемического режима, поддержание адекватного положения тела и проведение седации, играют важную роль, но их эффективность ограничена в условиях постоянно меняющейся клинической картины и индивидуальных особенностей каждого пациента. Необходим переход к более персонализированной стратегии профилактики ВАП, основанной на прогнозировании риска для конкретного пациента. *Следовательно, персонал ОРИТ должен владеть компетенциями оценки риска развития ВАП, а врачи активно применять комплексные стратегии профилактики, основанные на современных научных данных и клинических рекомендациях, пересмотр последних должен быть оперативным.*

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку и внедрение цифровых технологий, позволяющих комплексно анализировать персонализированную информацию о пациенте, множественные факторы госпитальной среды, в том числе, обусловленные действиями персонала и организации работы ОРИТ. Цифровой формат должен включать информацию о различных множественных эпидемиологических переменных, в том числе известных: качество дезинфекции, стерилизации, вентиляции, соблюдение асептики и антисептики, компетенции персонала, загруженность отделения и

т.д. Применение цифровых технологий может стать мощным инструментом для оптимизации работы персонала в ОРИТ, помогая отслеживать соблюдение установленных протоколов, выявлять потенциальные риски, связанные с действиями персонала и условиями среды, и обеспечивать основу для целевого обучения персонала. Интеграция в единую систему информации клинических данных, состоянии факторов внешней среды, выполняемых персоналом манипуляциях и междисциплинарные взаимодействия позволят более точно оценивать вероятность развития ВАП и улучшить клинические исходы.

Успешная реализация цифровых технологий потребует оптимизации нормативно-правовой базы, четко регламентирующей требования к организации работы и обеспечению эпидемиологической безопасности в ОРИТ. Указанные подходы позволят не только повысить точность прогнозирования риска ухудшения эпидситуации, но и развития ВАП, а также оптимизировать использование ресурсов, снизить заболеваемость, летальность, персонализировать профилактические стратегии, сделав их более эффективными и адаптивными к потребностям каждого пациента, находящегося на ИВЛ в конкретной медицинской организации.

Вклад авторов

А. М. Мухаметзянов: проектное руководство, разработка концепции статьи, редактирование текста статьи, утверждение текста статьи. *Т. В. Кайданек*: разработка концепции статьи, написание и редактирование текста статьи, проверка смыслового содержания и логического изложения. *Д. А. Кузина*: поиск / анализ (полнотекстовых англоязычных) источников, получение и анализ фактических данных, написание текста статьи, оформление текста статьи и подготовка рукописи к отправке, включая соблюдение требований издательства.

Список литературы

1. Alecrim RX, Taminato M, Belasco A, Longo MCB, Kusahara DM, Fram D. Strategies for preventing ventilator-associated pneumonia: an integrative review. Rev Bras Enferm. 2019;72(2):521-530. doi:10.1590/0034-7167-2018-0473

2. Kallet RH. Patient-ventilator interaction during acute lung injury, and the role of spontaneous breathing: part 1: respiratory muscle function during critical illness. Respir Care. 2011;56(2):181-189. doi:10.4187/respcare.00964

3. Kollef MH, Chastre J, Fagon JY, François B, Niederman MS, Rello J et al. Global prospective epidemiologic and surveillance study of ventilator-associated pneumonia due to Pseudomonas aeruginosa. Crit Care Med. 2014;42:2178-87. doi:10.1097/CCM.0000000000000510

4. Guillamet CV, Kollef MH. Ventilator associated pneumonia in the ICU: where has it gone? Curr Opin Pulm Med. 2015;21:226-31. doi:10.1097/MCP.0000000000000151

5. Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, Muscedere J, Sweeney DA, Palmer LB et al. Management of adults with hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: 2016 clinical practice guidelines by the infectious diseases society of America and the American thoracic society. Clin Infect Dis. 2016;63:e61-e111. doi:10.1093/cid/ciw353

6. Rello J, Riera J, Serrano R. What's new in ventilator-associated pneumonia? Intensive Care Med. 2015;41:1954-6. doi:10.1007/s00134-015-3909-8

7. Полибин РВ, Брусина ЕБ, Ковалишена ОВ, Глушкова ЕВ, Гридина АА, Асланов БИ и др. Эпидемиологическое межрегиональное многоцентровое исследование инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в отделениях реанимации и интенсивной терапии (ЭММИ). Первые результаты. Эпидемиология и вакцинопрофилактика. 2025;24(1):4-9. doi:10.31631/2073-3046-2025-24-1-4-9

8. Diaconu O, Siriopol I, Polosanu LI, Grigoras I. Endotracheal tube biofilm and its impact on the pathogenesis of ventilator-associated pneumonia. J Crit Care Med (Targu Mures). 2018;4(2):50-55. doi:10.2478/jccm-2018-0011

9. Ferrer M, Sequeira T, Cilloniz C, Dominedo C, Bassi GL, Martin-Loeches I, Torres A. Ventilator-associated pneumonia and PaO2/FIO2 diagnostic accuracy: changing the paradigm? J Clin Med. 2019;8(8):1217. doi:10.3390/jcm8081217

10. Lee S, Lighvan NL, McCredie V, Pechlivanoglou P, Krahn M, Azarpazhooh A et al. Chlorhexidine-related mortality rate in critically ill subjects in intensive care units: a systematic review and meta-analysis. Respir Care. 2019;64(3):337-349. doi:10.4187/respcare.06434

11. Fumagalli J, Panigada M, Klompas M, Berra L. Ventilator-associated pneumonia among SARS-CoV-2 acute respiratory distress syndrome patients. Crit Care. 2022;28(1):74-82. doi:10.1097/MCC.0000000000000908

12. Pickens CO, Gao CA, Cuttica MJ, Smith SB, Pesce LL, Grant RA et al. Bacterial superinfection pneumonia in patients mechanically ventilated for COVID-19 pneumonia. Am J Respir Crit Care Med. 2021;204(8):921-932. doi:10.1164/rccm.202106-1354OC

13. Царев АВ. Декасан в профилактике и лечении вентилятор-ассоциированной пневмонии у пациентов с политравмой. Медицина неотложных состояний. 2012;7-8:24-30. doi:10.21292/2078-5658-2012-7-8-80-84

14. Rello J, Ramírez-Estrada S, Romero A, Arvanitiet K, Koulenti D, Nseir S et al. Factors associated with ventilator-associated events: an international multicenter prospective cohort study. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2019;38(9):1693-1699. doi:10.1007/s10096-019-03639-6-x

15. Larrow V, Klich-Heartt EI. Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia in the Intensive Care Unit: Beyond the Basics. J Neurosci Nurs. 2016;48(3):160-165. doi:10.1097/JNN.0000000000000195

16. Melsen WG, Rovers MM, Groenwold RH, Bergmans DC, Camus C, Bauer TT et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies. Lancet Infect Dis. 2013;13:665-71. doi:10.1016/S1473-3099(13)70081-1

17. Савилов ЕД, Шугаева СН, Брико НИ, Колесников СИ. Риск — базовая концепция эпидемиологии. Вестник РАМН. 2019;74(1):54-60. doi:10.15690/vramn.v74.i1.2078

18. Асланов Б.И., Зуева Л.П., Любимова А.В., Колосовская Е.Н., Долгий А.А., Осьмирко Т.В. Эпидемиологическое наблюдение за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи: Федеральные клинические (методические) рекомендации. Москва: Нац. ассоциация специалистов по контролю инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (НП «НАСКИ»); 2014. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34850262 [дата обращения: 10.07.2025]

19. Савилов ЕД, Шугаева СН. Эпидемиологический риск: систематизация видов и их оценочные характеристики. Эпидемиология и инфекционные болезни. 2018;23(4):199-203. doi:10.14427/aef1804199

20. Акимкин ВГ, Тутельян АВ, Брусина ЕБ. Перспективы научных исследований в области профилактики инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. 2014;2:45-51. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21340787 [дата обращения: 10.07.2025]

21. Орлова ОА, Акимкин ВГ. Профилактика внутрибольничных пневмоний в отделении хирургической реанимации. Сеченовский вестник. 2016;(1):24-30. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37158416 [дата обращения: 10.07.2025]

22. Hu Z, Zhou S. Risk factors and etiological analysis of ventilator-associated pneumonia: three year's cases analysis of intensive care unit in county hospital. Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue. 2018;30(10):933-938. Chinese. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.010.005

23. Nseir S, Martin-Loeches I. Ventilator-associated tracheobronchitis: where are we now? Rev Bras Ter Intensiva. 2014;26(3):212-214. doi:10.5935/0103-507x.20140033

24. Spalding MC, Cripps MW, Minshall CT. Ventilator-Associated Pneumonia: New Definitions. Crit Care Clin. 2017;33(2):277-292. doi:10.1016/j.ccc.2016.12.009

25. Dexter AM, Scott JB. Airway Management and Ventilator-Associated Events. Respir Care. 2019;64(8):986-993. doi:10.4187/respcare.07107

26. He Q, Wang W, Zhu S, Wang M, Kang Y, Zhang R, et al. The epidemiology and clinical outcomes of ventilator-associated events among 20,769 mechanically ventilated patients at intensive care units: an observational study. Crit Care. 2021;25(1):44. doi:10.1186/s13054-021-03484-x

27. Klompas M, Khan Y, Kleinman K, Evans RS, Lloyd JF, Stevenson K, et al. Multicenter evaluation of a novel surveillance paradigm for complications of mechanical ventilation. PLoS One. 2011;6(3):e17843. doi:10.1371/journal.pone.0018062

28. Kollef MH, Hamilton CW, Ernst FR. Economic impact of ventilator-associated pneumonia in a large matched cohort. Infect Control Hosp Epidemiol. 2012;33:250-256. doi: 10.1086/664049

29. Karatas M, Saylan S, Kostakoglu U, Yilmaz G. An assessment of ventilator-associated pneumonias and risk factors identified in the Intensive Care Unit. Pak J Med Sci. 2016;32(4):817-822. doi:10.12669/pjms.324.10381

30. Rello J, Lisboa T, Koulenti D. Respiratory infections in patients undergoing mechanical ventilation. Lancet Respir Med. 2014;2(9):764-774. doi:10.1016/S2213-2600(14)70171-7

31. Hess DR. Noninvasive positive-pressure ventilation and ventilator-associated pneumonia. Respir Care. 2005;50:924-9. doi:10.4187/respcare.05140

32. Ścisło L, Walewska E, Bodys-Cupak I, Gniadek A, Kózka M. Nutritional Status Disorders and Selected Risk Factors of Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) in Patients Treated in the Intensive Care Ward-A Retrospective Study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(1):602. doi:10.3390/ijerph19010602

33. Корначев АС, Степанова ТФ, Ребещенко АП, Каклюгина НВ, Баринов АЛ, Степанова КБ. Критерии оценки состояния экосистемы эпидемического процесса инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи в отделениях нейрореанимации, позволяющие классифицировать угрозу развития у пациентов вентилятор-ассоциированных пневмоний. ЗНиСО. 2015;6:47-52. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23867525

34. Atashi V, Yousefi H, Mahjobipoor H, Bekhradi R, Yazdannik A. Effect of oral care program on prevention of ventilator-associated pneumonia in intensive care unit patients: a randomized controlled trial. Iran J Nurs Midwifery Res. 2018;23(6):486-490. doi:10.4103/ijnmr.ijnmr_138_17

35. Cooper AS. Oral Hygiene Care to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Critically Ill Patients. Crit Care Nurse. 2016;41(4):80-82. doi:10.1002/14651858.CD008367.pub4

36. Орлова ОА, Акимкин ВГ. Факторы риска развития вентилятор-ассоциированных пневмоний у пациентов после хирургических вмешательств. ЗНиСО. 2015;(10):43-47. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24346603 [дата обращения: 25.07.2025]

37. Seguin P, Laviolle B, Dahyot-Fizelier C, Dumont R, Veber B, Gergaud S et al. Effect of oropharyngeal povidone-iodine preventive oral care on ventilator-associated pneumonia in severely brain-injured or cerebral hemorrhage patients: a multicenter, randomized controlled trial. Crit Care Med. 2014;42(1):1-8. doi:10.1097/CCM.0b013e3182a2770f

38. Zhao T, Wu X, Zhang Q, Li C, Worthington HV, Hua F. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. Cochrane Database Syst Rev. 2020;(12):CD008367. doi:10.1002/14651858.CD008367.pub4

39. Nasiriani K, Torki F, Jarahzadeh MH, Rashidi Maybodi F. The Effect of Brushing with a Soft Toothbrush and Distilled Water on the Incidence of Ventilator-Associated Pneumonia in the Intensive Care Unit. Tanaffos. 2016;15(2):101-107. doi:10.22037/tnf.v15i2.1144

40. Antonelli M, Conti G, Rocco M, Bufi M, De Blasi RA, Vivino G et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. N Engl J Med. 1998;339:429-35. doi:10.1056/NEJM199808063390601

41. Ledgerwood LG, Salgado MD, Black H, Yoneda K, Sievers A, Belafsky PC. Tracheotomy tubes with suction above the cuff reduce the rate of ventilator-associated pneumonia in intensive care unit patients. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2013;122:3-8. doi:10.1177/000348941312200102

42. Muscedere J, Rewa O, McKechnie K, Jiang X, Laporta D, Heyland DK. Subglottic secretion drainage for the prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. Crit Care Med. 2011;39:1985-91. doi:10.1097/CCM.0b013e318218a4d9

43. Caruso P, Denari S, Ruiz SA, Demarzo SE, Deheinzelin D. Saline instillation before tracheal suctioning decreases the incidence of ventilator-associated pneumonia. Crit Care Med. 2009;37:32-8. doi:10.1097/CCM.0b013e3181930026

44. De Smet AM, Kluytmans JA, Cooper BS, Mascini EM, Benus RF, van der Werf TS et al. Decontamination of the digestive tract and oropharynx in ICU patients. N Engl J Med. 2009;360:20-31. doi:10.1056/NEJMoa0800394

45. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Mora ML, Sierra A. Influence of an endotracheal tube with polyurethane cuff and subglottic secretion drainage on pneumonia. Am J Respir Crit Care Med. 2007;176(11):1079-83. doi:10.1164/rccm. 200705-761OC

46. Oostdijk EA, de Smet AM, Blok HE, Thieme Groen ES, van Asselt GJ, Benus RF et al. Ecological effects of selective decontamination on resistant gram-negative bacterial colonization. Am J Respir Crit Care Med. 2010;181:452-7. doi:10.1164/rccm.200908-1210OC

47. Tokmaji G, Vermeulen H, Müller MC, Kwakman PH, Schultz MJ, Zaat SA. Silver-coated endotracheal tubes for prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. Cochrane Database Syst Rev. 2015;(8):CD011123. doi:10.1002/14651858.CD011123.pub2

48. Лапин КС, Кузьков ВВ, Чернова ТВ, Галкина ТВ, Киров МЮ. Влияние закрытой санации на частоту развития вентилятор-ассоциированной пневмонии, колонизацию пациентов и контаминацию окружающей среды. Анестезиология и реаниматология. 2020;4:32-41. doi:10.17116/anaesthesiology202004132

49. Wang L, Li X, Yang Z, Yuan Q, Deng L, Sun X. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. Cochrane Database Syst Rev. 2016;(1):CD009946. doi:10.1002/14651858.CD009946.pub2

50. Комзин ДВ, Локтин ЕМ, Шмаков АН, Флягин ТС, Роговских ВЮ, Кохно ВН. Влияние искусственных дыхательных путей на частоту и скорость развития нозокомиальной пневмонии у пожилых пациентов с острыми нарушениями мозгового кровообращения. Вестник новых медицинских технологий. 2018;25(2):30-35. doi:10.24411/1609-2163-2018-16003

Epidemiological risks of ventilator-associated pneumonia in the intensive care unit: a narrative literature review

Muhametzjanov A. M. [1]
Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Epidemiology;
ORCID: 0000-0002-0448-1273; SPIN: 2656-2354

Kajdanek T. V. [1]
Candidate of medical sciences, Associate Professor of the Department of Epidemiology;
ORCID: 0000-0002-7754-3551; SPIN: 4617-1570

Kuzina D. A. [1]
Assistant of the Department of Epidemiology;
ORCID: 0009-0002-4114-9592

[1]*Bashkir State Medical University, Ufa, Russian Federation. 450008.*

Corresponding Author: *Kuzina Diana Alexandrovna;* ***e-mail:*** *dianakuzina8@gmail.com*
Conflict of interest. *None declared.*
Funding. *The study had no sponsorship.*
Received: *14.05.2026*
Accepted: *30.07.2026*

Abstract

Introduction. Ventilator-associated pneumonia (VAP) remains one of the most common and critical complications in patients receiving artificial lung ventilation (ALV) in intensive care units (ICUs). It is characterized by high morbidity, increased hospital stay and mortality. Assessing the epidemiological risk is an important task for developing effective prevention measures to improve the quality of medical care. The objective. To analyze the results of scientific research on methods and approaches to studying the epidemiological risks of developing ventilator-associated pneumonia (VAP) in intensive care units (ICUs), as well as existing prevention and control strategies. **Materials and Methods.** The study examined the results of scientific research on VAP published in major electronic databases using keywords related to VAP, ICU, mechanical ventilation, epidemiological risk, and prevention. The review includes original research, systematic reviews, meta-analyses, and clinical guidelines. **Results.** A wide range of risk factors for the development of VAP has been identified. To reduce the risk of VAP development, a comprehensive assessment of various epidemiological factors is necessary, based on an integrated analysis of patient data, hospital environment factors, and staff actions in the context of the organization of ICU work. **Conclusion.** A promising area of prevention is the development and application of digital technologies for comprehensive risk analysis, which takes into account both clinical and environmental factors, as well as staff actions.

Authors' contribution

A.M. Mukhametzyanov: project management, development of the article concept, editing of the article text, and approval of the article text. *T.V. Kaidanek:* development of the article concept, writing and editing of the article text, and verification of the article's content and logical structure. *D.A. Kuzina*: search/analysis of (full-text English-language) sources, acquisition and analysis of factual data, writing of the article text, formatting of the article text, and preparation of the manuscript for submission, including compliance with the publisher's requirements.

Keywords: ventilator-associated pneumonia, intensive care units, mechanical ventilation, hospital infections, epidemiological risk, prevention, risk factors

References

1. Alecrim RX, Taminato M, Belasco A, Longo MCB, Kusahara DM, Fram D. Strategies for preventing ventilator-associated pneumonia: an integrative review. Rev Bras Enferm. 2019;72(2):521-530. doi:10.1590/0034-7167-2018-0473

2. Kallet RH. Patient-ventilator interaction during acute lung injury, and the role of spontaneous breathing: part 1: respiratory muscle function during critical illness. Respir Care. 2011;56(2):181-189. doi:10.4187/respcare.00964

3. Kollef MH, Chastre J, Fagon JY, François B, Niederman MS, Rello J et al. Global prospective epidemiologic and surveillance study of ventilator-associated pneumonia due to Pseudomonas aeruginosa. Crit Care Med. 2014;42:2178-87. doi:10.1097/CCM.0000000000000510

4. Guillamet CV, Kollef MH. Ventilator associated pneumonia in the ICU: where has it gone? Curr Opin Pulm Med. 2015;21:226-31. doi:10.1097/MCP.0000000000000151

5. Kalil AC, Metersky ML, Klompas M, Muscedere J, Sweeney DA, Palmer LB et al. Management of adults with hospital-acquired and ventilator-associated pneumonia: 2016 clinical practice guidelines by the infectious diseases society of America and the American thoracic society. Clin Infect Dis. 2016;63:e61-e111. doi:10.1093/cid/ciw353

6. Rello J, Riera J, Serrano R. What's new in ventilator-associated pneumonia? Intensive Care Med. 2015;41:1954-6. doi:10.1007/s00134-015-3909-8

7. Polibin RV, Brusina EB, Kovalishena OV, Glushkova EV, Gridina AA, Aslanov BI et al. Epidemiological multicenter study of healthcare-associated infections in intensive care units (EMI). First results. Epidemiologiya i Vaktsinoprofilaktika. 2025;24(1):4-9. doi:10.31631/2073-3046-2025-24-1-4-9 (In Russ.)

8. Diaconu O, Siriopol I, Polosanu LI, Grigoras I. Endotracheal tube biofilm and its impact on the pathogenesis of ventilator-associated pneumonia. J Crit Care Med (Targu Mures). 2018;4(2):50-55. doi:10.2478/jccm-2018-0011

9. Ferrer M, Sequeira T, Cilloniz C, Dominedo C, Bassi GL, Martin-Loeches I, Torres A. Ventilator-associated pneumonia and PaO2/FIO2 diagnostic accuracy: changing the paradigm? J Clin Med. 2019;8(8):1217. doi:10.3390/jcm8081217

10. Lee S, Lighvan NL, McCredie V, Pechlivanoglou P, Krahn M, Azarpazhooh A et al. Chlorhexidine-related mortality rate in critically ill subjects in intensive care units: a systematic review and meta-analysis. Respir Care. 2019;64(3):337-349. doi:10.4187/respcare.06434

11. Fumagalli J, Panigada M, Klompas M, Berra L. Ventilator-associated pneumonia among SARS-CoV-2 acute respiratory distress syndrome patients. Crit Care. 2022;28(1):74-82. doi:10.1097/MCC.0000000000000908

12. Pickens CO, Gao CA, Cuttica MJ, Smith SB, Pesce LL, Grant RA et al. Bacterial superinfection pneumonia in patients mechanically ventilated for COVID-19 pneumonia. Am J Respir Crit Care Med. 2021;204(8):921-932. doi:10.1164/rccm.202106-1354OC

13. Tsarev AV. Decasan in the prevention and treatment of ventilator-associated pneumonia in patients with polytrauma. Meditsina Neotlozhnykh Sostoyaniy. 2012;7-8:24-30. doi:10.21292/2078-5658-2012-7-8-80-84 (In Russ.)

14. Rello J, Ramírez-Estrada S, Romero A, Arvanitiet K, Koulenti D, Nseir S et al. Factors associated with ventilator-associated events: an international multicenter prospective cohort study. Eur J Clin Microbiol Infect Dis. 2019;38(9):1693-1699. doi:10.1007/s10096-019-03639-6-x

15. Larrow V, Klich-Heartt EI. Prevention of Ventilator-Associated Pneumonia in the Intensive Care Unit: Beyond the Basics. J Neurosci Nurs. 2016;48(3):160-165. doi:10.1097/JNN.0000000000000195

16. Melsen WG, Rovers MM, Groenwold RH, Bergmans DC, Camus C, Bauer TT et al. Attributable mortality of ventilator-associated pneumonia: a meta-analysis of individual patient data from randomised prevention studies. Lancet Infect Dis. 2013;13:665-71. doi:10.1016/S1473-3099(13)70081-1

17. Savilov ED, Shugaeva SN, Briko NI, Kolesnikov SI. Risk – the basic concept of epidemiology. Vestnik RAMN. 2019;74(1):54-60. doi:10.15690/vramn.v74.i1.2078 (In Russ.)

18. Aslanov BI, Zueva LP, Lyubimova AV, Kolosovskaya EN, Dolgiy AA, Osmirko TV. Epidemiological surveillance of healthcare-associated infections: Federal clinical (methodological) guidelines. Moscow: National Association of Specialists in Healthcare-Associated Infection Control; 2014. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34850262 [accessed: 10.07.2025] (In Russ.)

19. Savilov ED, Shugaeva SN. Epidemiological risk: systematization of types and their estimated characteristics. Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. 2018;23(4):199-203. doi:10.14427/aef1804199 (In Russ.)

20. Akimkin VG, Tutel'yan AV, Brusina EB. Prospects of scientific research in the field of healthcare-associated infection prevention. Epidemiologiya i Infektsionnye Bolezni. Aktual'nye Voprosy. 2014;2:45-51. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21340787 [accessed: 10.07.2025] (In Russ.)

21. Orlova OA, Akimkin VG. Prevention of nosocomial pneumonias in the surgical intensive care unit. Sechenovskiy Vestnik. 2016;(1):24-30. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37158416 [accessed: 10.07.2025] (In Russ.)

22. Hu Z, Zhou S. Risk factors and etiological analysis of ventilator-associated pneumonia: three year's cases analysis of intensive care unit in county hospital. Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue. 2018;30(10):933-938. Chinese. doi:10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.010.005

23. Nseir S, Martin-Loeches I. Ventilator-associated tracheobronchitis: where are we now? Rev Bras Ter Intensiva. 2014;26(3):212-214. doi:10.5935/0103-507x.20140033

24. Spalding MC, Cripps MW, Minshall CT. Ventilator-Associated Pneumonia: New Definitions. Crit Care Clin. 2017;33(2):277-292. doi:10.1016/j.ccc.2016.12.009

25. Dexter AM, Scott JB. Airway Management and Ventilator-Associated Events. Respir Care. 2019;64(8):986-993. doi:10.4187/respcare.07107

26. He Q, Wang W, Zhu S, Wang M, Kang Y, Zhang R, et al. The epidemiology and clinical outcomes of ventilator-associated events among 20,769 mechanically ventilated patients at intensive care units: an observational study. Crit Care. 2021;25(1):44. doi:10.1186/s13054-021-03484-x

27. Klompas M, Khan Y, Kleinman K, Evans RS, Lloyd JF, Stevenson K, et al. Multicenter evaluation of a novel surveillance paradigm for complications of mechanical ventilation. PLoS One. 2011;6(3):e17843. doi:10.1371/journal.pone.0018062

28. Kollef MH, Hamilton CW, Ernst FR. Economic impact of ventilator-associated pneumonia in a large matched cohort. Infect Control Hosp Epidemiol. 2012;33:250-256. doi:10.1086/664049

29. Karatas M, Saylan S, Kostakoglu U, Yilmaz G. An assessment of ventilator-associated pneumonias and risk factors identified in the Intensive Care Unit. Pak J Med Sci. 2016;32(4):817-822. doi:10.12669/pjms.324.10381

30. Rello J, Lisboa T, Koulenti D. Respiratory infections in patients undergoing mechanical ventilation. Lancet Respir Med. 2014;2(9):764-774. doi:10.1016/S2213-2600(14)70171-7

31. Hess DR. Noninvasive positive-pressure ventilation and ventilator-associated pneumonia. Respir Care. 2005;50:924-9. doi:10.4187/respcare.05140

32. Ścisło L, Walewska E, Bodys-Cupak I, Gniadek A, Kózka M. Nutritional Status Disorders and Selected Risk Factors of Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) in Patients Treated in the Intensive Care Ward-A Retrospective Study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(1):602. doi:10.3390/ijerph19010602

33. Kornachev AS, Stepanova TF, Rebeschenko AP, Kaklyugina NV, Barinov AL, Stepanova KB. Criteria for assessing the state of the healthcare-associated infections epidemic process ecosystem in neuro-ICU departments, allowing classification of the threat of ventilator-associated pneumonia development in patients. Health Care and Social Hygiene. 2015;(6):47-52. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23867525 (In Russ.)

34. Atashi V, Yousefi H, Mahjobipoor H, Bekhradi R, Yazdannik A. Effect of oral care program on prevention of ventilator-associated pneumonia in intensive care unit patients: a randomized controlled trial. Iran J Nurs Midwifery Res. 2018;23(6):486-490. doi:10.4103/ijnmr.ijnmr_138_17

35. Cooper AS. Oral Hygiene Care to Prevent Ventilator-Associated Pneumonia in Critically Ill Patients. Crit Care Nurse. 2016;41(4):80-82. doi:10.1002/14651858.CD008367.pub4

36. Orlova OA, Akimkin VG. Risk factors for the development of ventilator-associated pneumonias in patients after surgical interventions. ZNiSO. 2015;(10):43-47. URL:https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24346603 [accessed: 10.07.2025] (In Russ.)

37. Seguin P, Laviolle B, Dahyot-Fizelier C, Dumont R, Veber B, Gergaud S et al. Effect of oropharyngeal povidone-iodine preventive oral care on ventilator-associated pneumonia in severely brain-injured or cerebral hemorrhage patients: a multicenter, randomized controlled trial. Crit Care Med. 2014;42(1):1-8. doi:10.1097/CCM.0b013e3182a2770f

38. Zhao T, Wu X, Zhang Q, Li C, Worthington HV, Hua F. Oral hygiene care for critically ill patients to prevent ventilator-associated pneumonia. Cochrane Database Syst Rev. 2020;(12):CD008367. doi:10.1002/14651858.CD008367.pub4

39. Nasiriani K, Torki F, Jarahzadeh MH, Rashidi Maybodi F. The Effect of Brushing with a Soft Toothbrush and Distilled Water on the Incidence of Ventilator-Associated Pneumonia in the Intensive Care Unit. Tanaffos. 2016;15(2):101-107. doi:10.22037/tnf.v15i2.1144

40. Antonelli M, Conti G, Rocco M, Bufi M, De Blasi RA, Vivino G et al. A comparison of noninvasive positive-pressure ventilation and conventional mechanical ventilation in patients with acute respiratory failure. N Engl J Med. 1998;339:429-35. doi:10.1056/NEJM199808063390601

41. Ledgerwood LG, Salgado MD, Black H, Yoneda K, Sievers A, Belafsky PC. Tracheotomy tubes with suction above the cuff reduce the rate of ventilator-associated pneumonia in intensive care unit patients. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2013;122:3-8. doi:10.1177/000348941312200102

42. Muscedere J, Rewa O, McKechnie K, Jiang X, Laporta D, Heyland DK. Subglottic secretion drainage for the prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. Crit Care Med. 2011;39:1985-91. doi:10.1097/CCM.0b013e318218a4d9

43. Caruso P, Denari S, Ruiz SA, Demarzo SE, Deheinzelin D. Saline instillation before tracheal suctioning decreases the incidence of ventilator-associated pneumonia. Crit Care Med. 2009;37:32-8. doi:10.1097/CCM.0b013e3181930026

44. De Smet AM, Kluytmans JA, Cooper BS, Mascini EM, Benus RF, van der Werf TS et al. Decontamination of the digestive tract and oropharynx in ICU patients. N Engl J Med. 2009;360:20-31. doi:10.1056/NEJMoa0800394

45. Lorente L, Lecuona M, Jiménez A, Mora ML, Sierra A. Influence of an endotracheal tube with polyurethane cuff and subglottic secretion drainage on pneumonia. Am J Respir Crit Care Med. 2007;176(11):1079-83. doi:10.1164/rccm. 200705-761OC

46. Oostdijk EA, de Smet AM, Blok HE, Thieme Groen ES, van Asselt GJ, Benus RF et al. Ecological effects of selective decontamination on resistant gram-negative bacterial colonization. Am J Respir Crit Care Med. 2010;181:452-7. doi:10.1164/rccm.200908-1210OC

47. Tokmaji G, Vermeulen H, Müller MC, Kwakman PH, Schultz MJ, Zaat SA. Silver-coated endotracheal tubes for prevention of ventilator-associated pneumonia in critically ill patients. Cochrane Database Syst Rev. 2015;(8):CD011123. doi:10.1002/14651858.CD011123.pub2

48. Lapin KS, Kuzkov VV, Chernova TV, Galkina TV, Kirov MYu. The impact of closed suctioning on the incidence of ventilator-associated pneumonia, patient colonization, and environmental contamination. Anesteziologiya i Reanimatologiya [Anesthesiology and Resuscitation]. 2020;(4):32-41. doi:10.17116/anaesthesiology202004132 (In Russ.)

49. Wang L, Li X, Yang Z, Yuan Q, Deng L, Sun X. Semi-recumbent position versus supine position for the prevention of ventilator-associated pneumonia in adults requiring mechanical ventilation. Cochrane Database Syst Rev. 2016;(1):CD009946. doi:10.1002/14651858.CD009946.pub2

50. Komzin DV, Loktin EM, Shmakov AN, Flyagin TS, Rogovskikh VYu, Kokhno VN. Effect of artificial airways on the incidence and rate of development of nosocomial pneumonia in elderly patients with acute cerebrovascular accidents. Vestnik Novykh Meditsinskikh Tekhnologiy [Bulletin of New Medical Technologies]. 2018;25(2):30-35. doi:10.24411/1609-2163-2018-16003 (In Russ.)