



Научная статья

## ИСКУССТВЕННАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ ЛЕГКИХ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ВНУТРИБОЛЬНИЧНОЙ ПНЕВМОНИИ У ПАЦИЕНТОВ ОТДЕЛЕНИЯ АНЕСТЕЗИОЛОГИИ И РЕАНИМАЦИИ КАРДИОХИРУРГИЧЕСКОГО СТАЦИОНАРА

В.И. Сергевнин<sup>1</sup>, Л.Г. Кудрявцева<sup>2</sup>, П.В. Лазарьков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

<sup>2</sup>Федеральный центр сердечно-сосудистой хирургии имени С.Г. Суханова, Россия, 614013, г. Пермь, ул. Жукова, 35

Основной клинической формой внутрибольничных гнойно-септических инфекций у пациентов отделения анестезиологии и реанимации (ОАиР) кардиохирургических стационаров является внутрибольничная пневмония (ВП). Факторы риска ВП в таких условиях, в частности роль искусственной вентиляции легких (ИВЛ), остаются недостаточно изученными. В связи с этим проанализирована эпидемиологическая роль ИВЛ в формировании ВП среди детей и взрослых в условиях отделения реанимации кардиохирургического стационара. Изучены медицинские карты 5318 пациентов (503 детей и 4815 взрослых), оперированных за год по поводу врожденной и приобретенной патологии сердечно-сосудистой системы. Внутрибольничную пневмонию выявляли в соответствии с эпидемиологическим стандартным определением случая инфекции. Кроме того, учитывали донозологические формы ВП, то есть такие состояния пациентов, когда уже имеются отдельные патологические симптомы, характерные для гнойно-септических инфекций, но их совокупность еще недостаточна для постановки диагноза типичной пневмонии в соответствии со стандартным определением случая. Статистическую обработку материалов проводили путем расчета критерия согласия  $\chi^2$ . Установлено, что в условиях кардиохирургического стационара большинство случаев ВП возникает у больных, наблюдающихся после операции в отделении реанимации. Подтверждена роль ИВЛ в качестве ведущего фактора риска пневмонии. Выявлен более высокий уровень заболеваемости ВП детей, чем взрослых. Показано, что ведущим возбудителем ВП является *Klebsiella pneumoniae*. Доказано, что эндогенными факторами риска развития внутрибольничной пневмонии у пациентов ОАиР кардиохирургического стационара являются, в частности, фоновые болезни органов дыхания и центральной нервной системы.

**Ключевые слова:** кардиохирургический стационар, отделение анестезиологии и реанимации, внутрибольничная пневмония, группы риска, этиология, роль искусственной вентиляции легких.

К медицинским подразделениям, в которых имеется высокий риск возникновения внутрибольничных гнойно-септических инфекций, относятся отделения реанимации и интенсивной терапии [1, 2]. В этих отделениях основной клинической формой таких инфекций является внутрибольничная пневмония (ВП) [3, 4]. ВП возникает у пациентов в 9–65 % случаев [5–7], а ведущим возбудителем чаще всего оказывается *Klebsiella pneumoniae* [8].

В реанимационных отделениях ВП нередко связана с проведением искусственной вентиляции легких (ИВЛ). В этом случае принято говорить о развитии ИВЛ-ассоциированной или вентилятор-ассоциированной пневмонии (ВАП) [2, 7, 9]. Предполагается, что искусственные дыхательные пути, созданные с помощью аппарата ИВЛ, снижают эффективность акта глотания. Бактерии напрямую попадают в нижние дыхательные пути или проходят

© Сергевнин В.И., Кудрявцева Л.Г., Лазарьков П.В., 2022

**Сергевнин Виктор Иванович** – доктор медицинских наук, профессор кафедры эпидемиологии и гигиены (e-mail: viktor-sergevnin@mail.ru; тел.: 8 (342) 233-40-15; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2729-2248>).

**Кудрявцева Лариса Геннадьевна** – кандидат медицинских наук, заведующий эпидемиологическим отделом (e-mail: kudryavcevalg@mail.ru; тел.: 8 (342) 239-87-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2707-0768>).

**Лазарьков Петр Владимирович** – сердечно-сосудистый хирург; аспирант кафедры сердечно-сосудистой хирургии и инвазивной кардиологии (e-mail: petr08@mail.ru; тел.: 8 (342) 239-87-64; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7165-9134>).

через щель между стенкой трахеальной трубки и дыхательными путями, что приводит к инфекции. Кроме того, длительная вентиляция увеличивает риск заражения дыхательных путей от увлажнителей и контуров вентиляции [7].

Заболеемость вентилятор-ассоциированной пневмонией колеблется от 5 до 80 % (в зависимости от количества больных, степени тяжести болезни и продолжительности ИВЛ) [10]. При этом после двух недель проведения ИВЛ частота возникновения ВП приближается к 80–100 %. Стратифицированный показатель инцидентности ВП на 1000 ИВЛ-дней в ОРИТ колеблется от 9,1 до 52,7 [10–12].

Имяются отдельные работы, в которых приводятся результаты сравнительной оценки заболеваемости ВАП среди детей и взрослых. Одни авторы указывают, что взрослые (особенно старше 60 лет) чаще детей болеют вентилятор-ассоциированной пневмонией [13]. Другие исследователи не находят различий в показателях такой заболеваемости у пациентов разных возрастов [14].

В научной литературе представлены сведения о частоте и факторах риска развития вентилятор-ассоциированной пневмонии в отделениях реанимации хирургических, онкологических, неврологических, терапевтических и педиатрических стационаров [5, 15]. Вместе с тем вопросы возникновения ВАП в отделении анестезиологии и реанимации кардиохирургического стационара изучены недостаточно.

**Цель исследования** – изучить эпидемиологическую роль искусственной вентиляции легких в формировании внутрибольничной пневмонии среди детей и взрослых в условиях отделения анестезиологии и реанимации кардиохирургического стационара.

**Материалы и методы.** Работа проведена в условиях специализированного кардиохирургического стационара для детей и взрослых, где проводят операции на открытом сердце и эндоваскулярные вмешательства на сердце и сосудах. Все хирургические вмешательства осуществляются в специально выделенных операционных. После этого пациенты поступают в отделения анестезиологии и реанимации (ОАиР), где могут находиться сутки и более в зависимости от клинического состояния. В дальнейшем пациенты переводятся в кардиохирургические отделения. После эндоваскулярных вмешательств возможен перевод сразу в кардиохирургию, минуя отделение реанимации.

Изучены медицинские карты 5318 пациентов (503 ребенка и 4815 взрослых) кардиохирургического стационара, оперированных за год по поводу врожденной и приобретенной патологий сердечно-сосудистой системы. Внутрибольничную пневмонию выявляли в соответствии с эпидемиологическим стандартным определением случая инфекции [16]. Кроме того, учитывали донозологические формы ВП, т.е. такие состояния пациентов, когда уже имеются отдельные патологические симптомы, характерные для пневмонии, но их совокупность

еще недостаточна для постановки диагноза типичной пневмонии в соответствии со стандартным определением случая [17]. Показатели заболеваемости типичной и донозологическими формами ВП рассчитывали на 1000 пациентов. В анализ были включены лишь те дети и взрослые, у которых ВП наблюдалась в виде моноинфекции. Учитывали время нахождения оперированного на ИВЛ от момента интубации до первых клинических проявлений ВП, а также продолжительность нахождения на ИВЛ в случае, если первые клинические симптомы ВП возникли после экстубации пациента. При этом если в отделении анестезиологии и реанимации больной находился на ИВЛ несколько раз, учитывали только промежуток времени от момента очередной интубации до первых клинических признаков ВП. К ВАП относили пневмонию, возникшую после 48 ч нахождения пациента на ИВЛ [15]. Плотность инцидентности ВП рассчитывали на 1000 дней ИВЛ.

К микроорганизмам, выделенным от пациентов с внутрибольничной пневмонией, отнесены те, которые были идентифицированы при появлении первых клинических признаков ВП. Случаи повторного обнаружения возбудителей не учитывали.

Статистическую обработку материалов проводили путем расчета критерия согласия  $\chi^2$ . Доверительные интервалы показателей (0,95 % ДИ) определяли с помощью программы WinPepi, версия 11.65 (автор – профессор Joe Abramson, Израиль). Различия показателей считали статистически значимыми при значении критерия  $\chi^2 \geq 3,8$  ( $p < 0,05$ ). В ходе оценки факторов риска рассчитывали относительный риск ( $RR$ ) и соответствующие 95%-ные доверительные интервалы.

**Результаты и их обсуждение.** Всего за год в кардиохирургическом стационаре было оперировано 503 ребенка и 4815 взрослых. В ОАиР были переведены 286 детей и 1567 взрослых. Из данных табл. 1 следует, что среди пациентов, не поступавших после операции в отделение реанимации, были выявлены лишь единичные случаи внутрибольничной пневмонии. Напротив, почти все случаи ВП возникли у больных, которых после операции направили в ОАиР и подключили к ИВЛ. При этом среди таких пациентов количество случаев типичной и донозологических форм ВП у детей (31,5 и 111,9 на 1000 соответственно) было больше, чем у взрослых (16,6 и 47,2) ( $\chi^2 = 7,5$  и  $40,3$ ;  $p = 0,007$  и  $0,001$  соответственно). В целом заболеваемость суммой типичной и донозологических форм ВП у детей (143,4 на 1000) оказалась выше, чем у взрослых (63,8), в 2,2 раза ( $\chi^2 = 219,9$ ,  $p = 0,001$ ).

Данные табл. 2 указывают, что заболеваемость типичной и донозологическими формами ВП детей и взрослых, находящихся на продолжительной ИВЛ (632,7 и 301,6 на 1000 соответственно), оказалась выше таковой пациентов этих возрастных групп, получивших кратковременную ИВЛ (42,2 и 53,9 на 1000 соответственно), в 15,0 и 5,6 раза ( $\chi^2 = 12,2$  и  $62,1$

Таблица 1

Заболееваемость внутрибольничной пневмонией пациентов кардиохирургического стационара после операций на сердце, поступивших и не поступивших в отделение анестезиологии и реанимации (ОАиР), сл./1000

Группа пациентов	Категория	Количество пациентов, абс.	Типичная форма ВП		Донозологические формы ВП		Всего	
			кол-во случаев, абс.	сл./1000	кол-во случаев, абс.	сл./1000	кол-во случаев, абс.	сл./1000
Не поступившие в ОАиР	Дети	217	0	0	0	0	0	0
	Взрослые	3248	1	0,3 [0,01–1,7]	5	1,5 [0,5–3,5]	6	1,8 [0,7–4,0]
	Всего	3465	1	0,3 [0,01–1,6]	5	1,4 [0,5–5,3]	6	1,7 [0,6–3,7]
Поступившие в ОАиР и находящиеся на ИВЛ	Дети	286	9	31,5 [14,5–58,9]	32	111,9 [77,8–154,2]	41	143,4 [104,9–189,2]
	Взрослые	1567	26	16,6 [10,9–24,2]	74	47,2 [37,3–58,9]	100	63,8 [52,2–77,1]
	Всего	1853	35	18,9 [13,2–26,1]	106	57,2 [47,1–68,7]	141	76,1 [64,4–89,1]

Таблица 2

Заболееваемость типичной и донозологическими формами внутрибольничной пневмонии пациентов кардиохирургического стационара после операций на сердце, поступивших в отделение ОАиР и находящихся на кратковременной (до 48 ч) и продолжительной (более 48 ч) искусственной вентиляции легких, сл./1000

Категория	ИВЛ менее 48 ч			ИВЛ более 48 ч		
	кол-во пациентов, абс.	кол-во случаев ВП, абс.	на 1000	кол-во пациентов, абс.	кол-во случаев ВП, абс.	на 1000
Дети	237	10	42,2 [20,4–76,2]	49	31	632,7 [482,8–765,8]
Взрослые	1503	81	53,9 [43,0–66,5]	63	19	301,6 [192,3–430,2]
Всего	1740	91	52,3 [44,5–67,1]	112	50	446,4 [355,9–547,7]

Таблица 3

Плотность инцидентности типичной и донозологических форм пневмонии среди пациентов ОАиР, на 1000 дней ИВЛ

Клинические формы ВП	Плотность инцидентности	
	дети	взрослые
Типичная	45,0 [20,8–83,7]	24,8 [16,3–36,3]
Донозологические	108,1 [120,8–234,1]	68,7 [54,3–85,4]
Всего	80,1 [58,3–107,4]	47,7 [38,5–57,0]

соответственно,  $p = 0,001$  в обоих случаях).  $RR$  составил 14,9 (7,8–28,5) и 5,6 (3,6–8,6) соответственно. При этом если при ИВЛ до 48 ч заболееваемость детей и взрослых не различалась ( $\chi^2 = 0,6$ ,  $p = 0,5$ ), то после ИВЛ более 48 ч заболееваемость детей оказалась выше, чем взрослых, в 2,1 раза ( $\chi^2 = 21,8$ ,  $p = 0,001$ ). Эти данные указывают на эпидемиологическую роль ИВЛ в развитии внутрибольничной пневмонии в условиях отделения ОАиР кардиохирургического стационара, особенно у детей.

Расчет стратифицированных показателей заболееваемости позволил установить (табл. 3), что плотность инцидентности типичной и донозологических форм ВП на 1000 пациенто-дней среди детей (45,0 и 108,1 соответственно), по сравнению со взрослыми (24,8 и 68,7 соответственно), оказалась в 1,8 и 1,6 раза выше ( $\chi^2 = 6,6$  и 6,3 соответственно,  $p = 0,01$  в обоих случаях). По сумме заболееваемости типичной и донозологическими формами внутрибольничной пневмонии кратность различий между детьми и взрослыми составила 1,5 раза ( $\chi^2 = 9,1$ ,  $p = 0,003$ ).

Оценка заболееваемости по полу показала (табл. 4), что в случае непродолжительной ИВЛ интенсивность эпидемического процесса всех форм ВП среди лиц мужского пола была выше, чем среди лиц женского пола ( $\chi^2 = 15,9$ ,  $p = 0,001$ ). Вместе с тем на фоне продолжительной ИВЛ, по сравнению с ИВЛ длительностью до 48 ч, заболееваемость мужчин возросла в 6,1 раза, женщин – в 16,6 раза ( $\chi^2 = 95,5$  и 13,3 соответственно,  $p = 0,001$  в обоих случаях). В итоге заболееваемость мужчин (432,8 на 1000) и женщин (466,6 на 1000) сравнялась ( $\chi^2 = 0,1$ ,  $p = 0,7$ ).

Таблица 4

Частота типичной и донозологических форм внутрибольничной пневмонии у пациентов в зависимости от пола

Пол	На ИВЛ менее 48 ч			На ИВЛ более 48 ч		
	кол-во пациентов, абс.	кол-во ВП		кол-во пациентов, абс.	кол-во ВП	
		абс.	на 1000		абс.	на 1000
Мужской	968	69	71,2 [58,9–89,3]	67	29	432,8 [312,2–556,6]
Женский	772	22	28,5 [17,9–42,8]	45	21	466,6 [316–621,2]

Таблица 5

Частота выделения микроорганизмов, изолированных от детей и взрослых, заболевших типичной и донозологическими формами внутрибольничной пневмонии, на 100 обследованных пациентов

Микроорганизм	Пациенты на ИВЛ менее 48 ч, n = 91		Пациенты на ИВЛ более 48 ч, n = 50		Всего, n = 141	
	кол-во штаммов, абс.	на 100 обследованных	кол-во штаммов, абс.	на 100 обследованных	кол-во штаммов, абс.	на 100 обследованных
<i>Staphylococcus aureus</i>	6	6,5 [2,5–13,8]	4	8,0 [2,2–19,2]	10	7,1 [3,3–12,6]
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	4	4,4 [1,2–10,8]	1	2,0 [0,1–10,6]	5	3,5 [1,2–8,1]
<i>Streptococcus pneumoniae</i>	2	2,2 [0,3–7,7]	1	2,0 [0,1–10,6]	3	2,7 [0,4–6,1]
<i>Enterococcus faecalis</i>	2	2,2 [0,3–7,7]	0	0	2	1,4 [0,2–5,0]
<i>Enterococcus faecium</i>	1	1,1 [0,03–7,7]	1	2,0 [0,1–10,6]	2	1,4 [0,2–5,0]
<i>Acinetobacter baumannii</i>	2	2,2 [0,3–7,7]	1	2,0 [0,1–10,6]	3	2,7 [0,4–6,1]
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	4	4,4 [1,2–10,8]	6	12,0 [4,5–24,1]	10	7,1 [3,5–12,6]
<i>Escherichia coli</i>	4	4,4 [1,2–10,8]	3	6,0 [1,3–16,5]	7	4,9 [2,0–9,9]
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	11	12,1 [6,2–20,6]	14	28,0 [16,2–42,4]	25	17,7 [11,8–25,1]
<i>Morganella morganii</i>	2	2,2 [0,3–7,7]	0	0	2	1,4 [0,2–5,0]
<i>Candida</i>	15	16,5 [9,5–25,2]	7	14,0 [5,8–26,7]	22	15,6 [10,4–22,6]

Из мокроты больных типичной и донозологическими формами ВП наиболее часто выделялась *K. pneumoniae* и грибы рода *Candida* (табл. 5). Показатели выявления указанных микроорганизмов составили 17,7 и 15,5 на 100 обследованных соответственно. Реже встречались *S. aureus* и *P. aeruginosa* – в 7,3 % случаев каждый из микроорганизмов. При этом частота выделения большинства возбудителей среди пациентов, находящихся на продолжительной и кратковременной ИВЛ, статистически не различалась. Исключение составили *P. aeruginosa* и *K. pneumoniae*. Отмечена тенденция к увеличению частоты выделения *P. aeruginosa* с 4,4 до 12,0 ( $\chi^2 = 2,8$ ,  $p = 0,1$ ) и статистически значимое нарастание показателя встречаемости *K. pneumoniae* – с 12,1 до 28,0 на 100 обследованных ( $\chi^2 = 5,6$ ,  $p = 0,02$ ). Следовательно, у пациентов, находящихся на ИВЛ менее 48 ч, инфицирование *K. pneumoniae* в большей сте-

пени носит эндогенный характер, тогда как у больных с длительностью ИВЛ более 48 ч – связано с экзогенными причинами. При этом, как ранее нами было отмечено [18], среди *K. pneumoniae*, выделенных от пациентов кардиохирургического стационара, в 11,1 и 3,7 % случаев были выявлены экстремально резистентные (XDR) и панрезистентные (PDR) к антибиотикам штаммы. Кроме того, в 92,6 % случаев штаммы *K. pneumoniae* продуцировали бета-лактамазы расширенного спектра действия. Наличие среди возбудителей ВП полирезистентных к антибиотикам штаммов указывает на возможность формирования среди них госпитальных клонов микроорганизмов, которые могут обусловить групповую заболеваемость.

В качестве фоновой соматической патологии у заболевших ВП наиболее часто встречались болезни органов дыхания, эндокринной системы и центральной

Частота фоновой соматической патологии у заболевших типичной и донозологическими формами внутрибольничной пневмонии

Фоновая соматическая патология	Кол-во пациентов с фоновой патологией среди больных ВП, находившихся на ИВЛ					
	менее 48 ч, n = 91		более 48 ч, n = 50		всего, n = 141	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Болезни органов дыхания (ХОБЛ, бронхит, бронхиальная астма, эмфизема, инфаркт легкого)	24	26,4 [17,7–36,6]	22	44,0 [29,9–58,7]	46	32,6 [24,9–41,0]
Эндокринные заболевания (сахарный диабет, ожирение)	30	32,9 [23,5–43,6]	9	18,0 [8,6–31,4]	39	27,6 [20,5–35,8]
Острое нарушение мозгового кровообращения (инсульт)	7	7,7 [3,2–15,2]	5	10,0 [3,3–21,8]	12	8,5 [4,5–14,4]
Болезни мочеполовой системы (мочекаменная болезнь, пиелонефрит, опухоли почек, аденома предстательной железы)	2	2,2 [0,3–7,7]	2	4,0 [0,5–13,7]	4	2,8 [0,8–7,1]
Перинатальное поражение центральной нервной системы	6	6,6 [2,5–13,8]	16	32,0 [19,5–46,7]	22	15,6 [10,4–22,6]
Предшествующие операции на сердце по поводу врожденных пороков	3	3,3 [0,7–9,3]	2	4,0 [0,5–13,7]	5	3,5 [1,2–8,1]

нервной системы (в 32,6; 27,6 и 15,6 % случаев). Реже – острые нарушения мозгового кровообращения, предшествующие операции на сердце по поводу врожденных пороков и болезни мочеполовой системы (в 8,5; 3,5 и 2,8 % случаев соответственно) (табл. 6). При этом отмечено статистически значимое увеличение частоты встречаемости болезней органов дыхания и центральной нервной системы у больных ВП, находившихся на ИВЛ более 48 ч, по сравнению с теми, кто был подключен к ИВЛ менее 48 ч, – с 26,4 до 44,0 и с 6,6 до 32,0 % соответственно ( $\chi^2 = 4,6$  и  $15,8$ ,  $p = 0,03$  и  $0,001$ ). Относительный риск составил 1,7 (1,0–2,6) и 4,8 (2,0–11,6). Следовательно, болезни органов дыхания и центральной нервной системы являются факторами риска развития внутрибольничной пневмонии, что может быть связано с подавлением неспецифической резистентности [13, 19].

Ранее мы установили, что в условиях кардиохирургического стационара после всех видов операций на открытом и закрытом сердце у детей и взрослых могут возникать внутрибольничные гнойно-септические инфекции (ГСИ) [20, 21]. Чаще регистрируется внутрибольничная пневмония, реже – инфекция в области хирургического вмешательства, инфекция мочевыводящих путей и инфекция кровотока. Нами было выявлено, что возникновение внутрибольничных ГСИ, в частности ВП, в кардиохирургическом стационаре среди детей и взрослых связано главным образом не с самим оперативным вмешательством, а с последую-

щим лечением в ОАиР, длительность которого зависит от вида предшествующей операции. При этом чем дольше пациенты находятся в ОАиР, тем более продолжительное время осуществляется такая эпидемиологически значимая процедура, как ИВЛ. В настоящей работе получено подтверждение роли ИВЛ как фактора риска развития ВП в условиях кардиохирургического стационара.

#### Выводы:

1. В условиях кардиохирургического стационара большинство случаев внутрибольничной пневмонии возникает у пациентов, направленных после операции в отделение анестезиологии и реанимации. Подтверждена роль искусственной вентиляции легких в качестве ведущего фактора риска развития пневмонии.

2. В отделении анестезиологии и реанимации кардиохирургического стационара выявлен более высокий уровень заболеваемости пневмонией детей, чем взрослых. Установлено, что ведущим возбудителем пневмонии является *Klebsiella pneumoniae*.

3. Эндогенными факторами риска развития пневмонии у больных отделения анестезиологии и реанимации кардиохирургического стационара являются, в частности, фоновые болезни органов дыхания и центральной нервной системы.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы

1. Эпидемический процесс госпитальных инфекций в условиях отделения реанимации многопрофильного стационара / Ю.С. Светличная, Е.Н. Колосовская, Л.А. Кафтырева, Л.П. Зуева, М.Г. Дарьина, А.С. Захватова // ВИЧ-инфекция и иммуносупрессии. – 2016. – Т. 8, № 4. – С. 60–64. DOI: 10.22328/2077-9828-2016-8-4-60-65

2. Abdelrazik Othman A., Salah Abdelazim M. Ventilator-associated pneumonia in adult intensive care unit prevalence and complications // Egypt. J. Crit. Care Med. – 2017. – Vol. 5, № 2. – P. 61–63. DOI: 10.1016/j.ejccm.2017.06.001
3. Инфекционные осложнения бактериальной природы в сердечно-сосудистой хирургии / Л.И. Арефьева, Е.М. Горская, О.А. Савостьянова, О.Р. Сенченко, Н.И. Габриэлян // Российский медицинский журнал. – 2013. – № 3. – С. 36–42.
4. Management practices and major infections after cardiac surgery / A.C. Gelijs, A.J. Moskowicz, M.A. Acker, M. Argenziano, N.L. Geller, J.D. Puskas, L.P. Perrault, P.K. Smith [et al.] // J. Am. Coll. Cardiol. – 2014. – Vol. 64, № 4. – P. 372–381. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.04.052
5. Эпидемиологическая характеристика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в отделениях хирургического профиля / О.А. Орлова, В.Г. Акимкин, А.В. Чистова, Н.П. Ефремова // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2014. – Т. 19, № 6. – С. 20–27.
6. Эпидемиология и нозологическая структура нозокомиальных инфекций в отделении реанимации и интенсивной терапии многопрофильного стационара / Б.Р. Гельфанд, Б.З. Белоцерковский, И.А. Милукова, Е.Б. Гельфанд // Инфекции в хирургии. – 2014. – Т. 12, № 4. – С. 24–36.
7. Incidence, temporal trend and factors associated with ventilator-associated pneumonia in mainland China: a systematic review and meta-analysis / C. Ding, Y. Zhang, Z. Yang, J. Wang, A. Jin, W. Wang, R. Chen, S. Zhan // BMC Infect. Dis. – 2017. – Vol. 17, № 1. – P. 468. DOI: 10.1186/s12879-017-2566-7
8. ИВЛ-ассоциированные пневмонии в кардио-реанимационном отделении / Г.В. Лобачева, Д.А. Попов, А.А. Рахимов, Е.А. Колесникова // Клиническая физиология кровообращения. – 2014. – № 3. – С. 71–75.
9. O’Keefe S., Williams K., Legare J.-F. Hospital-acquired infections after cardiac surgery and current physician practices: a retrospective cohort study // J. Clin. Med. Res. – 2017. – Vol. 9, № 1. – P. 10–16. DOI: 10.14740/jocmr2637w
10. Chiurazzi C., Motos-Galera A., Torres A. Early identification of ventilator-associated pneumonia causative pathogens: focus on the value of gram-stain examination // Annual update in Intensive Care and Emergency Medicine 2015. – Springer, Charm, 2015. – P. 3–14. DOI: 10.1007/978-3-319-13761-2\_1
11. Ventilator associated pneumonia in pediatric intensive care unit: incidence, risk factors and etiological agents / G. Vijay, A. Mandal, J. Sankar, A. Kapil, R. Lodha, S.K. Kabra // Indian J. Pediatr. – 2018. – Vol. 85, № 10. – P. 861–866. DOI: 10.1007/s12098-018-2662-8
12. Papazian L., Klompas M., Luyt C.-E. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review // Intensive Care Med. – 2020. – Vol. 46, № 5. – P. 888–906. DOI: 10.1007/s00134-020-05980-0
13. Chang L., Dong Y., Zhou P. Investigation on risk factors of ventilator-associated pneumonia in acute cerebral hemorrhage patients in intensive care unit // Can. Respir. J. – 2017. – Vol. 2017. – P. 7272080. DOI: 10.1155/2017/7272080
14. Assessment of frequency and transience rate for ventilator-associated pneumonia (VAP) in geriatric patients in tertiary care settings of Karachi, Pakistan / S. Zubair, H. Ali, S.F. Raza, J.A. Warind, A.E. Beg, R. Bushra // J. Coll. Physicians Surg. Pak. – 2018. – Vol. 28, № 7. – P. 536–540. DOI: 10.29271/jcsp.2018.07.536
15. Нозокомиальная пневмония у взрослых: Российские национальные рекомендации / под ред. акад. РАН Б.Р. Гельфанда. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: МИА, 2016. – 176 с.
16. Point prevalence survey of healthcare associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals – protocol version 4.3 / J.S. Reilly, L. Price, J. Godwin, S. Cairns, S. Hopkins, B. Cookson, B. Malcolm, G.J. Hughes [et al.] // European Centre for Disease Prevention and Control. – 2012. – Chapter 3. – P. 1–108.
17. Сергеев В.И., Ключарёва Н.М. Предэпидемическая диагностика заболеваемости внутрибольничными гнойно-септическими инфекциями // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – Т. 298, № 1. – С. 27–29. DOI: 10.35627/2219-5238/2018-298-1-27-29
18. Групповая заболеваемость гнойно-септическими инфекциями клебсиеллезной этиологии пациентов кардиохирургического стационара / В.И. Сергеев, Л.Г. Кудрявцева, О.Г. Пегушина, Э.О. Волкова, Н.И. Решетникова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2020. – Т. 19, № 1. – С. 90–98. DOI: 10.31631/2073-3046-2020-19-1-90-98
19. Incidence, characteristic and outcomes of ventilator-associated pneumonia among type 2 diabetes patients: an observational population-based study in Spain / I. Jimenez-Trujillo, R. Jimenez-Garcia, J. de Miguel-Diez, J.M. de Miguel-Yanes, V. Hernandez-Barrera, M. Mendez-Bailon, N. Pérez-Farinós, M.-Á. Salinero-Fort [et al.] // Eur. J. Intern. Med. – 2017. – Vol. 40. – P. 72–78. DOI: 10.1016/j.ejim.2017.01.019
20. Сергеев В.И., Кудрявцева Л.Г., Золотухина А.И. Частота и факторы риска гнойно-септических инфекций у взрослых после различных видов операций на открытом сердце // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2020. – Т. 19, № 5. – С. 34–40. DOI: 10.31631/2073-3046-2020-19-5-34-41

*Сергеев В.И., Кудрявцева Л.Г., Лазарьков П.В. Искусственная вентиляция легких как фактор риска развития внутрибольничной пневмонии у пациентов отделения анестезиологии и реанимации кардиохирургического стационара // Анализ риска здоровью. – 2022. – № 1. – С. 106–113. DOI: 10.21668/health.risk/2022.1.11*



Research article

## ARTIFICIAL VENTILATION AS A RISK FACTOR CAUSING HOSPITAL-ACQUIRED PNEUMONIA (HAP) IN PATIENTS TREATED IN THE INTENSIVE CARE UNIT OF A CARDIAC SURGERY HOSPITAL

V.I. Sergevnin<sup>1</sup>, L.G. Kudryavtseva<sup>2</sup>, P.V. Lazarkov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation

<sup>2</sup>S.G. Sukhanov's Federal Center for Cardiovascular Surgery, 35 Marshala Zhukova Str., Perm, 614013, Russian Federation

*Hospital-acquired pneumonia (HAP) is the most common purulent septic infection among patients treated in intensive care units (ICUs) at cardiac surgery hospitals. Risk factors that can cause HAP, in particular, contribution made by artificial ventilation (AV) have not been studied enough. Our objective was to examine an epidemiological role played by AV in HAP occurrence among children and adults treated in the intensive care unit at a cardiac surgery hospital. We examined health records of 5318 patients (503 children and 4815 adults) who had a cardiac surgery due to congenital heart diseases or acquired cardiovascular disorders over 1 year. HAP was identified according to the epidemiological standards for case definition. Besides, we took into account pre-nosologic HAP cases, that is, patients already having certain pathological symptoms typical for purulent septic infections, but still, even combined, these symptoms were not enough to diagnose a typical HAP case in accordance with the standard case definition. Data were statistically analyzed by calculating the  $\chi^2$  goodness-of-fit test. We established that most HAP cases occurred among patients of a cardiac surgery hospital who were being treated in the intensive care unit after a surgery. We proved AV to be the leading risk factor causing HAP. Higher incidence rates of HAP were detected among children in comparison with adults. We showed that *Klebsiella pneumoniae* was the primary infectious agent that caused HAP. Particularly, background respiratory diseases and diseases of the central nervous system were proven to be endogenous risk factors of developing HAP among patients treated in the ICU at a cardiac surgery hospital.*

**Key words:** cardiac surgery hospital, intensive care unit, hospital-acquired pneumonia, risk groups, etiology, role played by artificial ventilation.

### References

1. Svetlichnaya Y.S., Kolosovskaya E.N., Kaftireva L.A., Zueva L.P., Daryina M.G., Zakhvatova A.S. Hospital infection epidemic in the intensive care unit of a general hospital. *VICH-infektsiya i immunosupressii*, 2016, vol. 8, no. 4, pp. 60–65. DOI: 10.22328/2077-9828-2016-8-4-60-65 (in Russian).
2. Abdelrazik O.A., Salah Abdelazim M. Ventilator-associated pneumonia in adult intensive care unit prevalence and complications. *Egypt. J. Crit. Care Med.*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 61–63. DOI: 10.1016/j.ejccm.2017.06.001
3. Arefyeva L.I., Gorskaya E.M., Savostiyanova O.A., Senchenko O.R., Gabrieliyan N.I. The infectious complications of bacterial nature in cardio-vascular surgery. *Rossiiskii meditsinskii zhurnal*, 2013, no. 3, pp. 36–42 (in Russian).
4. Gelijns A.C., Moskowitz A.J., Acker M.A., Argenziano M., Geller N.L., Puskas J.D., Perrault L.P., Smith P.K. [et al.]. Management practices and major infections after cardiac surgery. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 2014, vol. 64, no. 4, pp. 372–381. DOI: 10.1016/j.jacc.2014.04.052
5. Orlova O.A., Akimkin V.G., Chistova A.V., Efremova N.P. Epidemiological characteristics of infections associated with delivery of health care in surgical departments. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*, 2014, vol. 19, no. 6, pp. 20–27 (in Russian).
6. Gelfand B.R., Belotserkovskiy B.Z., Milukova I.A., Gelfand E.B. Epidemiology and nosological structure of nosocomial infections in intensive care unit of multitype hospital. *Infektsii v khirurgii*, 2014, vol. 12, no. 4, pp. 24–36 (in Russian).

© Sergevnin V.I., Kudryavtseva L.G., Lazarkov P.V., 2022

**Viktor I. Sergevnin** – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Epidemiology and Hygiene Department (e-mail: viktor-sergevnin@mail.ru; tel.: +7 (342) 233-40-15; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2729-2248>).

**Larisa G. Kudryavtseva** – Candidate of Medical Sciences, the Head of the Epidemiological Department (e-mail: kudryavtsevalg@mail.ru; tel.: +7 (342) 239-87-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2707-0768>).

**Petr V. Lazarkov** – cardiovascular surgeon, postgraduate student at the Department of Cardiovascular Surgery and Invasive Cardiology (e-mail: petr08@mail.ru; tel.: +7 (342) 239-87-64; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7165-9134>).

7. Ding C., Zhang Y., Yang Z., Wang J., Jin A., Wang W., Chen R., Zhan S. Incidence, temporal trend and factors associated with ventilator-associated pneumonia in mainland China: a systematic review and meta-analysis. *BMC Infect. Dis.*, 2017, vol. 17, no. 1, pp. 468. DOI: 10.1186/s12879-017-2566-7
8. Lobacheva G.V., Popov D.A., Rakhimov A.A., Kolesnikova E.A. IVL-assotsirovannyye pnevmonii v kardioreanimatsionnom otdelenii [Ventilator-associated pneumonia in the cardiac intensive care unit]. *Klinicheskaya fiziologiya krovoobrashcheniya*, 2014, no. 3, pp. 71–75 (in Russian).
9. O'Keefe S., Williams K., Legare J.-F. Hospital-acquired infections after cardiac surgery and current physician practices: a retrospective cohort study. *J. Clin. Med. Res.*, 2017, vol. 9, no. 1, pp. 10–16. DOI: 10.14740/jocmr2637w
10. Chiurazzi C., Motos-Galera A., Torres A. Early identification of ventilator-associated pneumonia causative pathogens: focus on the value of gram-stain examination. *Annual update in Intensive Care and Emergency Medicine 2015*. Springer, Charm, 2015, pp. 3–14. DOI: 10.1007/978-3-319-13761-2\_1
11. Vijay G., Mandal A., Sankar J., Kapil A., Lodha R., Kabra S.K. Ventilator associated pneumonia in pediatric intensive care unit: incidence, risk factors and etiological agents. *Indian J. Pediatr.*, 2018, vol. 85, no. 10, pp. 861–866. DOI: 10.1007/s12098-018-2662-8
12. Papazian L., Klompas M., Luyt C.-E. Ventilator-associated pneumonia in adults: a narrative review. *Intensive Care Med.*, 2020, vol. 46, no. 5, pp. 888–906. DOI: 10.1007/s00134-020-05980-0
13. Chang L., Dong Y., Zhou P. Investigation on risk factors of ventilator-associated pneumonia in acute cerebral hemorrhage patients in intensive care unit. *Can. Respir. J.*, 2017, vol. 2017, pp. 7272080. DOI: 10.1155/2017/7272080
14. Zubair S., Ali H., Raza S.F., Warind J.A., Beg A.E., Bushra R. Assessment of frequency and transience rate for ventilator-associated pneumonia (VAP) in geriatric patients in tertiary care settings of Karachi, Pakistan. *J. Coll. Physicians Surg. Pak.*, 2018, vol. 28, no. 7, pp. 536–540. DOI: 10.29271/jcpsp.2018.07.536
15. Nozokomial'naya pnevmoniya u vzroslykh: Rossiiskie natsional'nye rekomendatsii [Hospital-acquired pneumonia in adults: Russian national guidelines]. In: Academician B.R. Gelfand ed. Moscow, MIA, 2016, 176 p. (in Russian).
16. Reilly J.S., Price L., Godwin J., Cairns S., Hopkins S., Cookson B., Malcolm B., Hughes G.J. [et al.]. Point prevalence survey of healthcare associated infections and antimicrobial use in European acute care hospitals – protocol version 4.3. *European Centre for Disease Prevention and Control*, 2012, Chapter 3, pp. 1–108.
17. Sergevnin V.I., Klyucharyova N.M. Pre-epidemic diagnosis of hospital-acquired purulent-septic infections morbidity. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2018, vol. 298, no. 1, pp. 27–29. DOI: 10.35627/2219-5238/2018-298-1-27-29 (in Russian).
18. Sergevnin V.I., Kudryavtseva L.G., Pegyshina O.G., Volkova E.O., Reshetnikova N.I. Group Incidence by Purulent-Septic Infections of Clebsiellous Etiology in Cardiosurgical Patients. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*, 2020, vol. 19, no. 1, pp. 90–98. DOI: 10.31631/2073-3046-2020-19-1-90-98 (in Russian).
19. Jimenez-Trujillo I., Jimenez-Garcia R., de Miguel-Diez J., de Miguel-Yanes J.M., Hernandez-Barrera V., Mendez-Bailon M., Pérez-Farinós N., Salinero-Fort M.-Á. [et al.]. Incidence, characteristic and outcomes of ventilator-associated pneumonia among type 2 diabetes patients: an observational population-based study in Spain. *Eur. J. Intern. Med.*, 2017, no. 40, pp. 72–78. DOI: 10.1016/j.ejim.2017.01.019
20. Sergevnin V.I., Kudryavtseva L.G., Zolotukhina A.I. Frequency and Risk Factors of Purulent Septic Infection among Adults after Different Types of an Open Heart Operations. *Epidemiologiya i vaksino profilaktika*, 2020, vol. 19, no. 5, pp. 34–40. DOI: 10.31631/2073-3046-2020-19-5-34-41 (in Russian).

Sergevnin V.I., Kudryavtseva L.G., Lazarkov P.V. Artificial ventilation as a risk factor causing hospital-acquired pneumonia (HAP) in patients treated in the intensive care unit of a cardiac surgery hospital. *Health Risk Analysis*, 2022, no. 1, pp. 106–113. DOI: 10.21668/health.risk/2022.1.11.eng

Получена: 14.01.2022

Одобрена: 25.02.2022

Принята к публикации: 11.03.2022