

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1487>

# Предикторы необходимости повторной эвакуации новорожденных из медицинских организаций второго уровня

Р.Ф. Мухаметшин<sup>1,2</sup>, О.П. Ковтун<sup>1</sup>, Н.С. Давыдова<sup>1</sup><sup>1</sup> Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия;<sup>2</sup> Областная детская клиническая больница, Екатеринбург, Россия

## Аннотация

**Актуальность.** Медицинская эвакуация недоношенных новорожденных в учреждения более высокого уровня медицинской помощи обеспечивает снижение риска смерти. Потенциальным решением проблемы дефицита неонатальных коек в учреждениях третьего уровня может быть использование педиатрических реанимационных отделений в организациях второго уровня для госпитализации новорожденных.

**Цель** — определить предикторы повторной эвакуации новорожденных из медицинских организаций второго уровня в учреждения третьего уровня.

**Материалы и методы.** В обсервационное когортное ретроспективное исследование включены данные 284 случаев эвакуации новорожденных из медицинских организаций первого и второго уровня без педиатрического реанимационного отделения в медицинские организации второго уровня с педиатрическим отделением реанимации и интенсивной терапии. Выборка разделена на две группы: первая группа — пациенты, получавшие необходимый объем терапии в медицинских организациях второго уровня и не потребовавшие дальнейшей эвакуации в учреждения третьего уровня ( $n = 261$ ), вторая группа — пациенты, потребовавшие дальнейшего перевода в медицинские организации третьего уровня ( $n = 23$ ). Проанализированы данные анамнеза, нозологическая структура, параметры респираторной поддержки, объем интенсивной терапии, объем предтранспортировки в группах. Методы статистического анализа: медиана, межквартильный интервал, доля, 95 % доверительный интервал доли, точный критерий Фишера, критерий Манна – Уитни, ROC-анализ и расчет отношения шансов.

**Результаты.** Предиктором потребности в повторной эвакуации является масса при рождении (AUC 0,658 [0,522–0,795]). При включении в анализ только пациентов на искусственной вентиляции легких максимальной предиктивной ценностью обладают сатурационный индекс оксигенации (AUC 0,730 [0,579–0,863]) и соотношение  $SpO_2/FiO_2$  (AUC 0,720 [0,571–0,869]).

**Заключение.** Предиктор необходимости в дальнейшей эвакуации новорожденных из педиатрических и неонатальных реанимационных отделений второго уровня в организации третьего уровня — масса при рождении менее 1390 г (AUC 0,658 [0,522–0,795], чувствительность 0,348 [0,153–0,542] и специфичность 0,950 [0,924–0,977]). Для пациентов на искусственной вентиляции легких такими предикторами являются сатурационный индекс оксигенации  $>4,25$  (AUC 0,730 [0,579–0,863], чувствительность 0,471 [0,233–0,708] и специфичность 0,928 [0,888–0,967]), соотношение  $SpO_2/FiO_2 < 265,71$  (AUC 0,720 [0,571–0,869], чувствительность 0,588 [0,354–0,822] и специфичность 0,837 [0,781–0,893]). Однако высокие значения отрицательной предиктивной ценности и низкие значения положительной предиктивной ценности для всех указанных параметров не позволяют применять их изолированно для принятия решения о маршрутизации новорожденного пациента.

**Ключевые слова:** новорожденный; гестационный возраст; отделение интенсивной терапии новорожденных; масса тела при рождении; насыщение кислородом; аппараты искусственной вентиляции легких.

## Как цитировать:

Мухаметшин Р.Ф., Ковтун О.П., Давыдова Н.С. Предикторы необходимости повторной эвакуации новорожденных из медицинских организаций второго уровня // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2023. Т. 13, № 1. С. 25–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1487>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1487>

# Predictors of the need for re-evacuation of newborns from secondary level hospitals

Rustam F. Mukhametshin<sup>1,2</sup>, Olga P. Kovtun<sup>1</sup>, Nadezhda S. Davydova<sup>1</sup><sup>1</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia;<sup>2</sup> Regional Children's Clinical Hospital, Yekaterinburg, Russia

## Abstract

**BACKGROUND:** The medical evacuation of premature newborns to institutions providing a higher level of medical care results in the reduction of death risk. The use of pediatric intensive care units in level 2 organizations for the hospitalization of newborns can be a potential solution to the lack of neonatal beds in level 3 institutions.

**AIM:** This study aimed to determine the predictors of the re-evacuation of newborns from level 2 medical organizations to level 3 institutions.

**MATERIALS AND METHODS:** This observational, cohort, retrospective study included data of 284 cases of the evacuation of newborns from level 1 and 2 medical organizations without a pediatric intensive care unit to level 2 medical organizations with a pediatric intensive care unit. The sample was divided into two groups: the first group included patients who received the necessary therapy in level 2 medical organizations and did not require further evacuation to level 3 ( $n = 261$ ), and the second group included patients who required further transfer to level 3 ( $n = 23$ ). Anamnesis data, nosological structure, respiratory support parameters, intensive therapy, and volume of pretransport activities in the groups were analyzed. Methods of statistical analysis included median, interquartile range, proportion and its 95% CI, Fisher exact test, Mann–Whitney test, receiver operating characteristic analysis, and odds ratio.

**RESULTS:** The predictor of the requirement for re-evacuation was birthweight (area under the curve [AUC] 0.658 [0.522–0.795]). When only patients on a ventilator were included in the analysis, the saturation oxygenation index (AUC 0.730 [0.579–0.863]) and the  $SpO_2/FiO_2$  ratio (AUC 0.720 [0.571–0.869]) have the maximum predictive value.

**CONCLUSIONS:** Birthweight of  $<1390$  g (AUC 0.658 [0.522–0.795], sensitivity 0.348 [0.153–0.542], and specificity 0.950 [0.924–0.977]) is a predictor of the requirement for further evacuation of newborns from level 2 pediatric and neonatal intensive care units to a level 3 organization. For patients on a ventilator, such predictors included saturation oxygenation index  $> 4.25$  (AUC 0.730 [0.579–0.863], sensitivity 0.471 [0.233–0.708] and specificity 0.928 [0.888–0.967]) and  $SpO_2/FiO_2$  ratio  $< 265.71$  (AUC 0.720 [0.571–0.869], sensitivity 0.588 [0.354–0.822], and specificity 0.837 [0.781–0.893]). However, the high negative and low positive predictive values for these parameters do not allow their solitary use when deciding about routing a newborn.

**Keywords:** newborn; gestational age; neonatal intensive care unit; birth weight; oxygen saturation; mechanical ventilators.

## To cite this article:

Mukhametshin RF, Kovtun OP, Davydova NS. Predictors of the need for re-evacuation of newborns from secondary level hospitals. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(1):25–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1487>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1487>

# 新生儿从二级护理服务机构需要重新撤离的预测因素

Rustam F. Mukhametshin<sup>1,2</sup>, Olga P. Kovtun<sup>1</sup>, Nadezhda S. Davydova<sup>1</sup><sup>1</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia;<sup>2</sup> Regional Children's Clinical Hospital, Yekaterinburg, Russia

## 简评

**论证。**将早产新生儿送至高级医疗机构的医疗后送可降低死亡风险。三级医疗机构中的新生儿床位短缺。解决这个问题一个潜在办法是利用二级机构的儿科重症监护室来把新生儿送进医院。

**目的**是确定新生儿从二级护理服务机构重新撤离到三级护理服务机构的预测因素。

**材料和方法。**284例从没有儿科重症监护室的一级和二级医院撤离到有儿科重症监护室的二级医院的新生儿被纳入一项观察性、队列、回顾性研究中。该样本被分为两组。第一组包括在二级医院接受了所需要的医疗护理及不要进一步撤离到三级医院的患者 ( $n = 261$ )。第二组包括需要撤离到三级医疗机构的病人 ( $n = 23$ )。对各组的病史资料、疾病分类学结构、呼吸机参数、重症监护量和转运前准备信息进行了分析。统计分析方法包括中位数、四分位距、比例、95%置信区间、费希尔精确检验 (Fisher's exact test)、曼-惠特尼U检验 (Mann-Whitney  $U$  test)、ROC分析和机会比率的估计。

**结果。**出生体重 (AUC 0.658 [0.522–0.795]) 是需要重新撤离的预测因素。当仅将机械通气病人纳入分析中时, 氧饱和度指数 (AUC 0.730 [0.579–0.863]) 和  $SpO_2/FiO_2$  比值 (AUC 0.720 [0.571–0.869]) 具有最大预测价值。

**结论。**小于1390克的出生体重 (AUC 0.658 [0.522–0.795], 灵敏度0.348 [0.153–0.542], 特异性0.950 [0.924–0.977]) 可以被认为是新生儿从二级儿科和新生儿重症监护室需要撤离到三级机构的预测因素。对于机械通气病人, 这些预测因素包括: 氧饱和度指数  $>4.25$  (AUC 0.730 [0.579–0.863], 灵敏度0.471 [0.233–0.708], 特异性0.928 [0.888–0.967]);  $SpO_2/FiO_2$  比值  $<265.71$  (AUC 0.720 [0.571–0.869], 灵敏度0.588 [0.354–0.822], 特异性0.837 [0.781–0.893])。然而, 这些所上述的参数的高阴性预测价值和低阳性预测价值不允许将它们单独用于决定新生儿患者的路径选择。

**关键词:** 新生儿; 胎龄; 新生儿重症监护室; 出生体重; 氧饱和度; 呼吸机。

## 引用本文:

Mukhametshin RF, Kovtun OP, Davydova NS. 新生儿从二级护理服务机构需要重新撤离的预测因素. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2023;13(1):25–36. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1487>

收到: 05.01.2023

接受: 02.03.2023

发布日期: 28.03.2023

## АКТУАЛЬНОСТЬ

Рождение недоношенных детей в сроке гестации менее 33 нед. в учреждении несоответствующего уровня перинатальной помощи ассоциировано с увеличением риска смерти, что особенно выражено при сроках гестации менее 28 нед. [1]. Эвакуация этих пациентов в медицинские организации соответствующего уровня помощи сопровождается увеличением риска развития церебрального дефицита (с отношением шансов 2,32) [2], в основном связанного с внутрижелудочковыми кровоизлияниями [3]. Медицинская эвакуация недоношенных новорожденных обеспечивает снижение риска смерти при переводе в учреждения более высокого уровня медицинской помощи [4]. Однако значительной проблемой даже в развитых странах остается дефицит неонатальных реанимационных коек в организациях третьего уровня [5]. Одно из решений для оптимального использования неонатальных реанимационных коек — «обратный трансфер» из учреждений третьего уровня в организации второго уровня для продолжения терапии [6]. Такие случаи, по данным европейских коллег, составляют до 26 % всех переведенных новорожденных [7]. Другим потенциальным решением проблемы дефицита реанимационных коек в организациях третьего уровня может быть использование мощностей неонатальных и педиатрических реанимационных отделений в организациях второго уровня [8]. Тем не менее результаты такой постнатальной маршрутизации изучены недостаточно. До настоящего времени в литературе не предпринималось попыток выявить предикторы потребности в последующей эвакуации новорожденных пациентов, переведенных в реанимационные отделения организаций второго уровня. Имеющиеся в нормативных документах критерии такой маршрутизации являются эмпирически сформулированными и рациональность таких решений не анализировалась.

*Цель* — определить предикторы повторной эвакуации новорожденных пациентов из медицинских организаций второго уровня в учреждения третьего уровня.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Из общего числа случаев выезда транспортной бригады ( $n = 2029$ ) в обсервационное когортное ретроспективное исследование включены данные 284 случаев эвакуации новорожденных из медицинских организаций первого и второго уровня без педиатрического реанимационного отделения в медицинские организации второго уровня с педиатрическим отделением реанимации и интенсивной терапии, выполненных транспортной бригадой реанимационно-консультативного центра Областной детской клинической больницы Екатеринбурга в период с 1 июля 2014 г. по 31 декабря 2018 г. Критерии обращения, принятия тактического решения, транспортабельности и медицинской сортировки регламентированы

соответствующими региональными приказами<sup>1</sup> и внутренними нормативными актами транспортной бригады. Решение о возможности транспортировки принимал анестезиолог-реаниматолог транспортной бригады, руководствуясь указанными критериями. В зависимости от необходимости дальнейшей эвакуации новорожденных из учреждений второго уровня в организации третьего уровня выборка была разделена на две группы: первая группа — пациенты, получавшие необходимый объем терапии в медицинских организациях второго уровня и не потребовавшие дальнейшей эвакуации в учреждения третьего уровня ( $n = 261$ ), вторая группа — пациенты, потребовавшие дальнейшего перевода в медицинские организации третьего уровня ( $n = 23$ ). Источником данных была первичная медицинская документация. Проанализированы данные анамнеза, нозологическая структура, параметры респираторной поддержки, объем интенсивной терапии, объем предтранспортировки в группах. Методы описательной статистики: медиана ( $Me$ ) и межквартильный интервал [IQR], доля, 95 % доверительный интервал (ДИ) доли. Гипотезу о нормальности распределения выборки проверяли методом Шапиро – Уилка. При анализе бинарных данных двух независимых групп применен точный критерий Фишера, при анализе количественных данных независимых групп — критерий Манна – Уитни. Выполнен ROC-анализ с расчетом площади под ROC-кривой, чувствительности, специфичности, уровня cut-off, положительной предиктивной ценности (PPV) и отрицательной предиктивной ценности (NPV), индекса Юдена. Применен расчет отношения шансов при сравнении вероятности возникновения исхода между группами. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$  [9]. Программные средства: BioStas Pro 7.0.1.0. (AnalystSoft Inc., США) и Matlab R2017a (MathWorks Inc., США).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Медиана массы при рождении составила 2400 г [1773,5–3180], медиана гестационного возраста 35 нед. [33–38]. Возраст повторной эвакуации — 192 ч [96–240]. При сравнении параметров анамнеза не выявлено статистически значимых различий между группами по возрасту обращения и возрасту эвакуации пациентов, также не имели статистически значимых различий гестационный возраст и оценка по Апгар на 1-й и 5-й минутах. При этом выявлено статистически значимое различие между группами по массе пациентов при рождении — 2475 г [1800–3185] и 1780 г [1220–2390] в первой и второй группе соответственно,  $p = 0,012$  (табл. 1).

Обращение в реанимационно-консультативный центр новорожденных и эвакуация осуществлялось

<sup>1</sup> Приказ Министерства здравоохранения Свердловской области № 255-п от 18.03.2011, Приказ Министерства здравоохранения Свердловской области № 957-п от 07.07.2015, Приказ Министерства здравоохранения Свердловской области № 1687-п от 04.10.2017.

Таблица 1. Данные анамнеза

Table 1. Anamnestic data

Параметр	Первая группа (n = 261), Me [IQR]	Вторая группа (n = 23), Me [IQR]	p
Возраст обращения в реанимационно-консультативный центр новорожденных, ч	6 [3–26,5]	6 [3–24]	0,843
Возраст на момент эвакуации, ч	30 [24–42]	24 [24–38]	0,371
Масса при рождении, г	2475 [1800–3185]	1780 [1220–2390]	0,012
Гестационный возраст, нед.	35 [33–38]	35 [30–36]	0,089
Оценка по шкале Апгар 1, балл	6 [5–7]	6 [5–6]	0,535
Оценка по шкале Апгар 5, балл	7 [6–8]	7 [6–7]	0,275

Примечание. Me — медиана; IQR — межквартильный интервал.

Note. Me — median; IQR — interquartile range.

Таблица 2. Нозологическая структура

Table 2. Nosological structure

Диагноз	Первая группа, n = 261		Вторая группа, n = 23		p
	n	доля (95 % ДИ)	n	доля (95 % ДИ)	
Перинатальная асфиксия	22	8,43 (5,3–12,48)	2	8,70 (1,07–28,04)	1,000
Внутриутробная пневмония	22	8,43 (5,36–12,48)	2	8,70 (1,07–28,04)	1,000
Гемолитическая болезнь новорожденных	1	0,38 (0,01–2,12)	0	0,00 (0,00–14,82)	1,000
Геморрагическая болезнь новорожденных	2	0,77 (0,09–2,74)	0	0,00 (0,00–14,82)	1,000
Нарушения ритма и проводимости	2	0,77 (0,09–2,74)	0	0,00 (0,00–14,82)	1,000
Недоношенность	25	9,58 (6,29–13,82)	2	8,70 (1,07–28,04)	1,000
Внебольничная пневмония	16	6,13 (3,54–9,76)	0	0,00 (0,00–14,82)	0,627
Перинатальная энцефалопатия	7	2,68 (1,08–5,45)	0	0,00 (0,00–14,82)	1,000
Респираторный дистресс-синдром новорожденного	97	37,16 (31,29–43,34)	12	52,17 (30,59–73,18)	0,182
Синдром аспирации мекония	7	2,68 (1,08–5,45)	0	0,00 (0,00–14,82)	1,000
Ранние неонатальные инфекции	2	0,77 (0,09–2,74)	1	4,35 (0,11–21,95)	0,225
Поздние неонатальные инфекции	3	1,15 (0,24–3,32)	1	4,35 (0,11–21,95)	0,288
Транзиторное тахипноэ новорожденного	55	21,07 (16,29–26,53)	3	13,04 (2,78–33,59)	0,588

Таблица 3. Объем интенсивной терапии

Table 3. Intensive care

Терапия	Первая группа, n = 261		Вторая группа, n = 23		p
	n	доля (95 % ДИ)	n	доля (95 % ДИ)	
nCPAP (nasal continuous positive airway pressure)	36	13,79 (9,85–18,58)	1	4,35 (0,11–21,95)	0,331
Искусственная вентиляция легких	129	49,43 (43,20–55,66)	16	69,57 (47,08–86,79)	0,082
Высоочастотная искусственная вентиляция легких	1	0,38 (0,01–2,12)	0	0,00 (0,00–14,82)	1
Допамин	11	4,21 (2,12–7,42)	1	4,35 (0,11–21,95)	1
Седация	7	2,68 (1,08–5,45)	1	4,35 (0,11–21,95)	0,496
Сурфактант в роддоме	46	17,62 (13,20–22,80)	7	30,43 (13,21–52,92)	0,159



из учреждений первого уровня в 67,43 % [61,38–73,08] и 47,83 % [26,82–69,41] в первой и второй группах соответственно, обращение и эвакуация из организаций второго уровня — в 32,57 % [26,92–38,62] и 52,17 % [30,59–73,18] соответственно,  $p = 0,068$ . При анализе нозологической структуры не выявлено статистически значимых различий между группами (табл. 2).

При анализе объема проводимой интенсивной терапии не выявлено статистически значимых различий между группами (табл. 3).

При анализе параметров искусственной вентиляции легких (ИВЛ) выявлено статистически значимое различие между первой и второй группами по применяемой

фракции кислорода (30 % [21–30] и 40 % [30–50] соответственно,  $p = 0,012$ ), сатурационному индексу оксигенации (2,39 [1,78–3,11] и 3,16 [2,12–4,62] соответственно,  $p = 0,041$ ) и длительности времени вдоха (табл. 4).

При сравнении показателей мониторинга статистически значимые различия наблюдались только по соотношению  $SpO_2/FiO_2$  (323,33 [274,28–457,14] и 245 [194–323,33] в первой и второй группах соответственно,  $p = 0,025$ ), прочие параметры статистически значимых различий не демонстрировали (табл. 5).

При анализе манипуляций транспортной бригады, направленных на стабилизацию и предтранспортировку, не выявлено статистически значимых различий

Таблица 4. Параметры искусственной вентиляции легких

Table 4. Respiratory support settings

Параметры	Первая группа (n = 129), Me [IQR]	Вторая группа (n = 16), Me [IQR]	p
$FiO_2$ , %	30 [21–30]	40 [30–50]	0,012
Частота дыхания, циклов в минуту	50 [40–50]	50 [45–60]	0,158
Пиковое давление вдоха (Pip), см вод. ст.	18 [17–20]	18 [17–20]	0,767
Положительное давление в конце выдоха (PEEP), см вод. ст.	5 [5–5]	5 [5–5]	0,855
Среднее давление в дыхательных путях (MAP), см вод. ст.	8,8 [7,93–9,75]	8,57 [7,75–9,44]	0,834
Сатурационный индекс оксигенации	2,39 [1,78–3,11]	3,16 [2,12–4,62]	0,041
Время вдоха (Ti), с	0,35 [0,32–0,36]	0,32 [0,285–0,34]	0,001

Примечание. Me — медиана; IQR — межквартильный интервал.

Note. Me — median; IQR — interquartile range.

Таблица 5. Параметры мониторинга

Table 5. Monitoring

Показатели мониторинга	Первая группа (n = 261), Me [IQR]	Вторая группа (n = 23), Me [IQR]	p
Частота сердечных сокращений, в минуту	140 [130–145]	140 [130–143]	0,998
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	60,5 [58–68]	60 [55–62]	0,261
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	38 [35–40]	36 [32–38]	0,086
Температура, °C	36,6 [36,6–36,7]	36,6 [36,6–36,6]	0,609
$SpO_2$ , %	96 [95–97]	96 [95–97]	0,912
$SpO_2/FiO_2$	323,33 [274,28–457,14]	245 [194–323,33]	0,025

Примечание. Me — медиана; IQR — межквартильный интервал.

Note. Me — median; IQR — interquartile range.

Табл. 6. Объем предтранспортировки

Table 6. Pretransport activities

Манипуляция	Первая группа, n = 261		Вторая группа, n = 23		p
	n	доля (95 % ДИ)	n	доля (95 % ДИ)	
Назначение катехоламинов или увеличение их дозы	1	0,38 (0,01–2,12)	0	0,00 (0,00–14,82)	1
Коррекция параметров искусственной вентиляции легких	43	16,48 (12,19–21,55)	5	21,74 (7,46–43,70)	0,56
Начало nCPAP (nasal continuous positive airway pressure)	3	1,15 (0,24–3,32)	0	0,00 (0,00–14,82)	1
Интубация или переинтубация трахеи	14	5,36 (2,96–8,84)	0	0,00 (0,00–14,82)	0,613
Введение сурфактанта	1	0,38 (0,01–2,12)	0	0,00 (0,00–14,82)	1
Требовали действий	51	19,54 (14,91–24,88)	5	21,74 (7,46–43,70)	0,786

между группами по структуре действий (табл. 6). Длительность подготовки статистически значимо между группами не различалась — 60 [60–60] мин в обеих группах.

При выполнении ROC-анализа установлено, что масса при рождении является предиктором потребности в повторной эвакуации (AUC 0,658 [0,522–0,795]), обладая высокой отрицательной и низкой положительной предиктивной ценностью. При включении в анализ только пациентов на ИВЛ ( $n = 145$ ) предиктивной ценностью обладают сатурационный индекс оксигенации (AUC 0,730 [0,579–0,863]) и соотношение  $SpO_2/FiO_2$  (AUC 0,720 [0,571–0,869]), при этом значение AUC сатурационного индекса оксигенации и  $SpO_2/FiO_2$  статистически значимо не отличаются. В исследуемой выборке масса при рождении и гестационный возраст пациентов на ИВЛ не показали приемлемых предиктивных свойств для прогнозирования потребности в повторной эвакуации (табл. 7, рис. 1 и 2).

Полученный при ROC-анализе уровень cut-off был использован для расчета отношения шансов повторной эвакуации из организаций второго уровня, при массе менее 1390 г отношение шансов повторной эвакуации составил 8,35 [2,92–23,82]. Отношение шансов повторной эвакуации для пациентов на ИВЛ оказалось максимальным

для сатурационного индекса оксигенации при значении более 4,25, отношение шансов 11,41 [3,73–34,93] (табл. 8).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Перинатальная маршрутизация, как основа эффективной перинатальной помощи, в качестве основного принципа предполагает принятие решения о месте родоразрешения в зависимости от гестационного возраста плода [10]. Y. Sasaki и соавт. [11] при изучении исходов в популяции 12 164 экстремально недоношенных новорожденных с гестационным возрастом 22–27 нед. указывает на повышение риска развития внутрижелудочковых кровоизлияний, некротизирующего энтероколита, церебрального дефицита среди детей, родившихся вне учреждений требуемого уровня помощи и перенесших постнатально межгоспитальную эвакуацию в медицинскую организацию третьего уровня. K. Thompson и соавт. [4] в ретроспективном исследовании, охватывающем данные 2001–2011 гг., показали рост смертности в группе новорожденных с гестационным возрастом менее 26 нед., потребовавших постнатальной эвакуации. Популяционные исследования показывают, что основным фактором, обеспечивающим

Таблица 7. Предиктивная ценность в отношении повторной эвакуации новорожденных

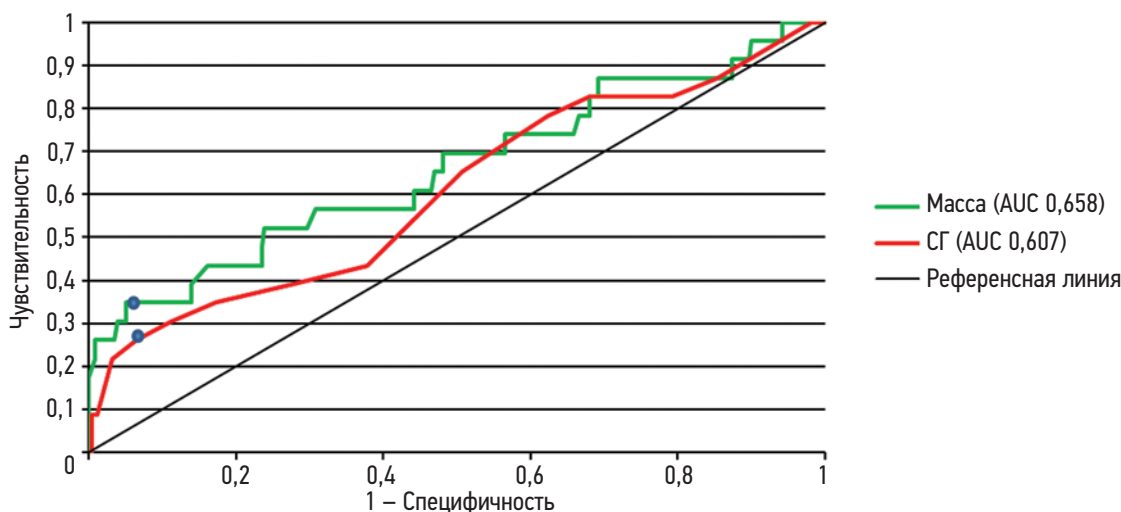
Table 7. Predictive value for the re-evacuation of newborns

Параметр ROC-анализа	Общая выборка		Пациенты на ИВЛ			
	масса	гестационный возраст	масса	гестационный возраст	сатурационный ин- декс оксигенации	$SpO_2/FiO_2$
AUC (95 % ДИ)	0,658 (0,522–0,795)	0,607 (0,474–0,739)	0,646 (0,489–0,803)	0,610 (0,455–0,765)	0,730 (0,579–0,863)	0,720 (0,571–0,869)
Cut-off	<1390	<30	<1390	<31	>4,25	<265,71
Чувствительность (95 % ДИ)	0,348 (0,153–0,542)	0,261 (0,081–0,440)	0,353 (0,126–0,580)	0,353 (0,126–0,580)	0,471 (0,233–0,708)	0,588 (0,354–0,822)
Специфичность (95 % ДИ)	0,950 (0,924–0,977)	0,935 (0,905–0,965)	0,952 (0,919–0,984)	0,879 (0,829–0,929)	0,928 (0,888–0,967)	0,837 (0,781–0,893)
Положительная пре- диктивная ценность, PPV (95 % ДИ)	0,381 (0,181–0,616)	0,261 (0,102–0,484)	0,429 (0,177–0,711)	0,231 (0,089–0,436)	0,400 (0,191–0,639)	0,270 (0,138–0,441)
Отрицательная пре- диктивная ценность, NPV (95 % ДИ)	0,943 (0,908–0,968)	0,935 (0,897–0,961)	0,935 (0,887–0,967)	0,929 (0,878–0,965)	0,945 (0,898–0,974)	0,952 (0,904–0,981)

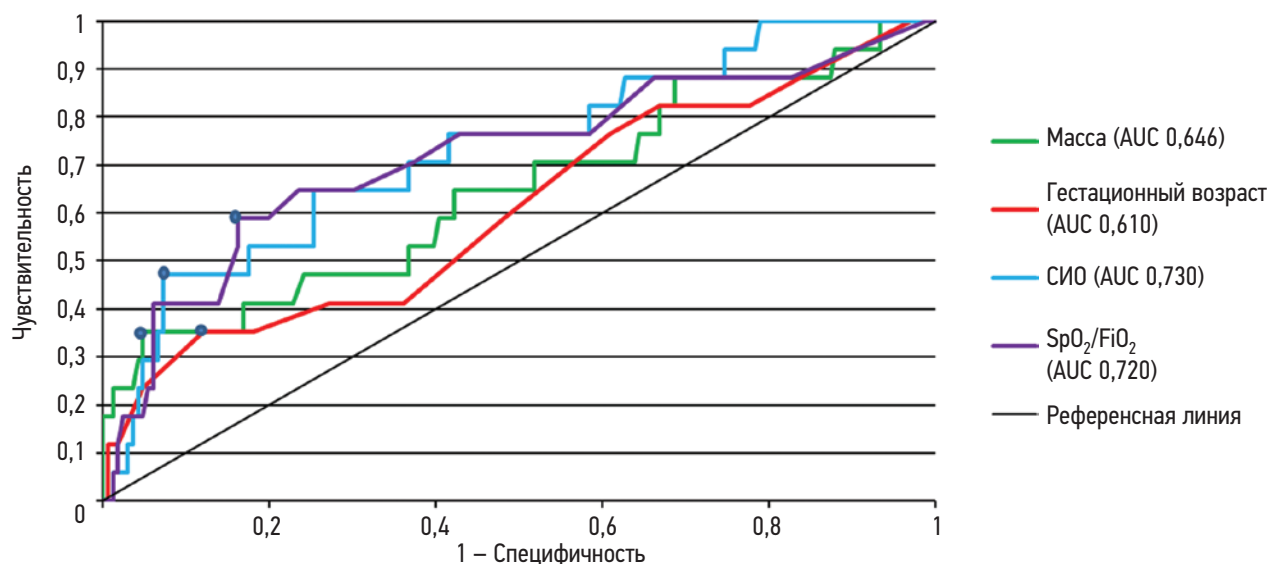
Таблица 8. Отношение шансов повторной эвакуации

Table 8. Odds ratio of re-evacuation

Параметр	Отношение шансов (95 % ДИ)	Разность	$p$
Масса	8,35 (2,92–23,82)	0,29	0,001
Пациенты на искусственной вентиляции легких			
Масса	8,23 (2,33–29,07)	0,31	0,002
Гестационный возраст	4,52 (1,39–14,69)	0,19	0,045
Сатурационный индекс оксигенации	11,41 (3,73–34,93)	0,34	0,001
$SpO_2/FiO_2$	5,79 (2,05–16,35)	0,2	0,001



**Рис. 1.** Сравнение ROC-кривых массы и гестационного возраста в отношении повторной эвакуации новорожденных  
**Fig. 1.** Comparison of ROC curves of mass and gestational age in relation to repeated evacuation of newborns



**Рис. 2.** Сравнение ROC-кривых массы, гестационного возраста, сатурационного индекса оксигенации (СИО) и отношения SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> в отношении повторной эвакуации новорожденных на искусственной вентиляции легких  
**Fig. 2.** Comparison of ROC curves of mass, gestational age, saturation index of oxygenation and SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio in relation to repeated evacuation of newborns on a ventilation

полноценную и эффективную реализацию перинатальной технологии в медицинской организации с высоким уровнем помощи, является количество пациентов с очень низкой и экстремально низкой массой тела при рождении, получающих в ней терапию. T. Böhler и соавт. [12] указывают, что более 36 пациентов с массой менее 1250 г и более 50 с массой менее 1500 г является достаточным показателем для реализации перинатальной технологии [12]. По данным С.С. Phibbs и соавт. [13], для достоверного снижения смертности в учреждении должны получать интенсивную терапию не менее 100 детей с массой менее 1500 г в год. Однако в этой же работе приведены данные, указывающие на отсутствие достоверного роста смертности в группе детей с массой менее 1500 г при рождении

в учреждении второго уровня с числом таких пациентов более 25 детей в год — отношение шансов 1,22 (0,98–1,52),  $p = 0,08$  [13]. Таким образом, значение для исходов имеет не столько формальный статус учреждения, сколько количество пациентов с очень низкой массой тела при рождении, которые получают в нем помощь. В этой связи решение о маршрутизации новорожденных в медицинские организации второго уровня, имеющие педиатрические или неонатальные реанимационные отделения, может быть рациональным при обеспечении должной организации помощи. В исследуемой нами выборке 8,09 % новорожденных, первично эвакуированных в организации второго уровня, потребовали далее перевода в учреждения более высокого уровня, что подвергает их



дополнительному риску, связанному с осуществлением межгоспитальной транспортировки [14]. Пациенты, потребовавшие повторной эвакуации, имели статистически значимо меньшую массу при рождении в сравнении с пациентами, продолжившими получать терапию в организациях второго уровня. Причем 34,79 % из них составляли дети с массой тела менее 1500 г при рождении. При проведении ROC-анализа уровень cut-off для необходимости в дальнейшей эвакуации новорожденного для массы составил 1390 г. В случае перевода новорожденного в учреждение второго уровня с массой менее 1390 г, независимо от потребности в ИВЛ, повторная эвакуация потребует с отношением шансов 8,23 (2,33–29,07). Полученный нами в рамках ROC-анализа уровень cut-off для массы и гестационного возраста оказался несколько ниже значений, эмпирически обозначенных в приведенных выше нормативных документах (масса при рождении менее 1500 г и гестационный возраст менее 32 нед.). Среди пациентов, потребовавших повторной эвакуации в учреждения третьего уровня, пациенты с массой менее 1390 г составили 30,43 %, дети с гестационным возрастом менее 30 нед. — 21,74 %. Этот факт обусловил значительное преобладание отрицательной предиктивной ценности над положительной, что не позволяет однозначно применять эти значения в качестве прогностических. С другой стороны, каждый эпизод межгоспитальной эвакуации недоношенного пациента ассоциирован с ростом заболеваемости и ухудшением неврологических исходов [11, 14], и сокращение числа повторных трансферов следует считать рациональным. Поскольку указанные в нормативных документах критерии медицинской сортировки не предполагают перевода пациентов с очень низкой массой тела при рождении в учреждения второго уровня, пересмотр данных рекомендаций не представляется целесообразным.

Указания на возможность расчета  $PaO_2/FiO_2$  на этапе предтранспортировки оценки и подготовки новорожденного в литературе немногочисленны [15, 16]. Применение для расчета значений артериального парциального давления кислорода остается золотым стандартом для диагностики дыхательных нарушений, однако возможность его замены на  $SpO_2$  была исследована в качестве потенциальной альтернативы, в том числе среди новорожденных [17, 18]. По данным S. Ray и соавт. [19], замена  $pO_2$  на  $SpO_2$  при расчете педиатрического индекса смертности-3 (Pediatric Index of Mortality-3 Score) не изменила диагностическую ценность шкалы в выборке педиатрических пациентов, нуждающихся в эвакуации. Проведенный E.B. Carvalho и соавт. [20] анализ 49 исследований указывает на возможность применения  $SpO_2/FiO_2$  в качестве легко измеряемой альтернативы традиционному  $pO_2$  с возможностью получения быстрого результата и оценки в динамике. В исследуемой выборке среди пациентов на ИВЛ соотношение  $SpO_2/FiO_2 < 265,71$  с AUC 0,720 [0,571–0,869] прогнозирует потребность в дальнейшей

эвакуации из организации второго уровня в стационар третьего уровня. Значение  $SpO_2/FiO_2$  ниже указанного уровня с отношением шансов 5,79 [2,05–16,35] ассоциировано с потребностью дальнейшей эвакуации в организацию третьего уровня. При этом соотношение  $SpO_2/FiO_2$  обладает высокой отрицательной предиктивной и низкой положительной предиктивной ценностью, что ставит под сомнение возможность изолированного применения данного параметра для принятия решения о маршрутизации.

С целью объективизации и количественного выражения степени тяжести дыхательных нарушений применяется индекс оксигенации и его более доступная версия, включающая  $SpO_2$ , сатурационный индекс оксигенации. В литературе имеются единичные указания на возможность применения его у новорожденных при оценке полиорганной недостаточности, при этом сатурационный индекс оксигенации статистически значимо различался между выжившими и умершими новорожденными [20]. В работе M. Rawat и соавт. [18] как на экспериментальных моделях, так и на клиническом материале показана возможность применения сатурационного индекса оксигенации при оценке тяжести дыхательных нарушений. N. Khalesi и соавт. [21] продемонстрировали, что сатурационный индекс оксигенации обладает точностью, близкой к индексу оксигенации, со значением AUC 0,99 сатурационный индекс оксигенации прогнозирует тяжелую дыхательную недостаточность при значении  $>8$ . G. Maneenil и соавт. [22] указывают на сильную корреляционную связь между обоими вариантами индекса оксигенации (коэффициент корреляции от 0,88 до 0,93), сохраняя такое значение даже при сатурации менее 85 %. При изучении выборки недоношенных новорожденных, нуждавшихся в проведении ИВЛ, H.K. Munigaman и соавт. [23] указывают на высокое значение коэффициента корреляции между индексом оксигенации и сатурационным индексом оксигенации ( $r = 0,93$ ). В исследуемой выборке сатурационный индекс оксигенации при уровне cut-off  $>4,25$  обладает максимальной предиктивной ценностью в отношении необходимости дальнейшей эвакуации ребенка в учреждение третьего уровня с AUC ROC 0,730 [0,579–0,863], что не имеет статистически значимых различий с предиктивной ценностью соотношения  $SpO_2/FiO_2$ . Значение сатурационного индекса оксигенации  $>4,25$  с отношением шансов 11,41 [3,73–34,93] ассоциировано с необходимостью в дальнейшей эвакуации новорожденного из учреждения второго уровня в стационар третьего уровня. При этом сатурационный индекс оксигенации, как и соотношение  $SpO_2/FiO_2$ , обладает высокой отрицательной предиктивной и низкой положительной предиктивной ценностью, что ставит под сомнение истинную прогностическую ценность данного параметра. Фактор, в значительной степени снижающий информативность респираторных параметров (соотношения  $SpO_2/FiO_2$  и сатурационного индекса

оксигенации) и ограничивающий применение полученных данных, — это малое число пациентов на ИВЛ. Этим обусловлена полученная величина 95 % ДИ результатов ROC-анализа, выводящая чувствительность соотношения  $SpO_2/FiO_2$  и сатурационного индекса оксигенации за пределы статистической значимости.

Таким образом, при медицинской сортировке новорожденных пациентов и определении их дальнейшей маршрутизации из организаций первого и второго уровня без педиатрического или неонатального реанимационного отделения исследуемые параметры (масса при рождении, для пациентов на ИВЛ — сатурационный индекс оксигенации и соотношение  $SpO_2/FiO_2$ ) не могут быть однозначно применены для принятия решения, поскольку обладают высокой отрицательной и низкой положительной предиктивной ценностью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предиктором необходимости в дальнейшей эвакуации новорожденных из педиатрических и неонатальных реанимационных отделений второго уровня в организации третьего уровня является масса при рождении менее 1390 г (с AUC ROC 0,658 [0,522–0,795] и отношением шансов 8,35 [2,92–23,82]). Для пациентов на ИВЛ такими предикторами считаются сатурационный индекс оксигенации  $>4,25$  (с AUC ROC 0,730 [0,579–0,863] и отношением шансов 11,41 [3,73–34,93]), соотношение  $SpO_2/FiO_2 < 265,71$  (с AUC ROC 0,720 [0,571–0,869] и отношением шансов 5,79 [2,05–16,35]). Однако высокие значения отрицательной предиктивной ценности и низкие значения положительной предиктивной ценности для всех указанных параметров не позволяют применять их изолированно

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Watson S.I., Arulampalam W., Petrou S., et al. The effects of designation and volume of neonatal care on mortality and morbidity outcomes of very preterm infants in England: retrospective population-based cohort study // *BMJ Open*. 2014. Vol. 4, No. 7. ID e004856. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-004856.
2. Helenius K., Longford N., Lehtonen L., et al. Association of early postnatal transfer and birth outside a tertiary hospital with mortality and severe brain injury in extremely preterm infants: observational cohort study with propensity score matching // *BMJ*. 2019. Vol. 367. ID l5678. DOI: 10.1136/bmj.l5678
3. Palmer K.G., Kronsberg S.S., Barton B.A., et al. Effect of inborn versus outborn delivery on clinical outcomes in ventilated preterm neonates: secondary results from the NEOPAIN trial // *J Perinatol*. 2005. Vol. 25, No. 4. P. 270–275. DOI: 10.1038/sj.jp.7211239
4. Thompson K., Gardiner J., Resnick S. Outcome of outborn infants at the borderline of viability in Western Australia: A retrospective cohort study // *J Paediatr Child Health*. 2016. Vol. 52, No. 7. P. 728–733. DOI: 10.1111/jpc.13187
5. Mörelus E., Olsson E., Sahlén Helmer C., et al. External barriers for including parents of preterm infants in a randomised

для принятия решения о маршрутизации новорожденного пациента.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Вклад авторов.** Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Вклад каждого автора: Р.Ф. Мухаметшин — концепция и дизайн исследования, набор материала, статистическая обработка, анализ результатов исследования, написание текста; О.П. Ковтун — концепция и дизайн исследования; Н.С. Давыдова — дизайн исследования, анализ полученных данных, написание текста.

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

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Author contribution. Author contribution.** Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study. The contributions of each author: R.F. Mukhametshin — study concept and design, collection and processing of materials, statistics, analysis of the received data, writing the text; O.P. Kovtun — study concept and design; N.S. Davydova — study design, analysis of the received data, writing the text.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

clinical trial in the neonatal intensive care unit in Sweden: a descriptive study // *BMJ Open*. 2020. Vol. 10, No. 12. ID e040991. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-040991

6. Jung A.L., Bose C.L. Back transport of neonates: improved efficiency of tertiary nursery bed utilization // *Pediatrics*. 1983. Vol. 71, No. 6. P. 918–922. DOI: 10.1542/peds.71.6.918

7. Bourque S.L., Levek C., Melara D.L., et al. Prevalence and Predictors of Back-Transport Closer to Maternal Residence after Acute Neonatal Care in a Regional NICU // *Matern Child Health J*. 2019. Vol. 23, No. 2. P. 212–219. DOI: 10.1007/s10995-018-2635-6

8. Мухаметшин Р.Ф., Мухаметшин Ф.Г. Эффективность системы неотложной неонатальной помощи в Свердловской области // *Вопросы практической педиатрии*. 2011. Т. 6, № 3. С. 54–58.

9. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. Москва: Медиа Сфера, 2000. 312 с.

10. Wimmer J.E. Jr. Levels of Care for Perinatal Health // *N C Med J*. 2020. Vol. 81, No. 1. P. 32–35. DOI: 10.18043/ncm.81.1.32

11. Sasaki Y., Ishikawa K., Yokoi A., et al. Short- and Long-Term Outcomes of Extremely Preterm Infants in Japan According to Outborn/

Inborn Birth Status // *Pediatr Crit Care Med*. 2019. Vol. 20, No. 10. P. 963–969. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002037

12. Böhler T., Schaeff B., Waibel B., Mohrmann M. Perinatalzentren in Baden-Württemberg: Auswirkungen von Mindestmengen und Qualitätsprüfungen durch den Medizinischen Dienst der Krankenversicherung (MDK) // *Gesundheitswesen*. 2012. Vol. 74, No. 2. P. 87–94. DOI: 10.1055/s-0031-1273758

13. Phibbs C.S., Baker L.C., Caughey A.B., et al. Level and volume of neonatal intensive care and mortality in very-low-birth-weight infants // *N Engl J Med*. 2007. Vol. 356, No. 21. P. 2165–2175. DOI: 10.1056/NEJMsa065029

14. Arora P., Bajaj M., Natarajan G., et al. Impact of interhospital transport on the physiologic status of very low-birth-weight infants // *Am J Perinatol*. 2014. Vol. 31, No. 3. P. 237–244. DOI: 10.1055/s-0033-1345259

15. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Паршин Е.В., Нурмагамбетова Б.К. Предикторы полиорганной недостаточности у новорожденных, нуждающихся в межгоспитальной транспортировке // *Скорая медицинская помощь*. 2008. Т. 9, № 4. С. 29–34.

16. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Паршин Е.В., и др. Межгоспитальная транспортировка новорожденных с полиорганной недостаточностью // *Скорая медицинская помощь*. 2009. Т. 10, № 1. С. 9–13.

17. Khemani R.G., Rubin S., Belani S., et al. Pulse oximetry vs. PaO<sub>2</sub> metrics in mechanically ventilated children: Berlin definition of ARDS and mortality risk // *Intensive Care Med*. 2015. Vol. 41, No. 1. P. 94–102. DOI: 10.1007/s00134-014-3486-2

## REFERENCES

1. Watson SI, Arulampalam W, Petrou S, et al. The effects of designation and volume of neonatal care on mortality and morbidity outcomes of very preterm infants in England: retrospective population-based cohort study. *BMJ Open*. 2014;4(7):e004856. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-004856.

2. Helenius K, Longford N, Lehtonen L, et al. Association of early postnatal transfer and birth outside a tertiary hospital with mortality and severe brain injury in extremely preterm infants: observational cohort study with propensity score matching. *BMJ*. 2019;367:l5678. DOI: 10.1136/bmj.l5678

3. Palmer KG, Kronsberg SS, Barton BA, et al. Effect of inborn versus outborn delivery on clinical outcomes in ventilated preterm neonates: secondary results from the NEOPAIN trial. *J Perinatol*. 2005;25(4):270–275. DOI: 10.1038/sj.jp.7211239

4. Thompson K, Gardiner J, Resnick S. Outcome of outborn infants at the borderline of viability in Western Australia: A retrospective cohort study. *J Paediatr Child Health*. 2016;52(7):728–733. DOI: 10.1111/jpc.13187

5. Mörelus E, Olsson E, Sahlén Helmer C, et al. External barriers for including parents of preterm infants in a randomised clinical trial in the neonatal intensive care unit in Sweden: a descriptive study. *BMJ Open*. 2020;10(12):e040991. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-040991

6. Jung AL, Bose CL. Back transport of neonates: improved efficiency of tertiary nursery bed utilization. *Pediatrics*. 1983;71(6):918–922. DOI: 10.1542/peds.71.6.918

7. Bourque SL, Levek C, Melara DL, et al. Prevalence and Predictors of Back-Transport Closer to Maternal Residence after Acute Neonatal Care in a Regional NICU. *Matern Child Health J*. 2019;23(2):212–219. DOI: 10.1007/s10995-018-2635-6

18. Rawat M., Chandrasekharan P.K., Williams A., et al. Oxygen saturation index and severity of hypoxic respiratory failure // *Neonatology*. 2015. Vol. 107, No. 3. P. 161–166. DOI: 10.1159/000369774

19. Ray S., Rogers L., Pagel C., et al. PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> Ratio Derived From the SpO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> Ratio to Improve Mortality Prediction Using the Pediatric Index of Mortality-3 Score in Transported Intensive Care Admissions // *Pediatr Crit Care Med*. 2017. Vol. 18, No. 3. P. e131–e136. DOI: 10.1097/PCC.0000000000001075

20. Carvalho E.B., Leite T.R.S., Sacramento R.F.M., et al. Rationale and limitations of the SpO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> as a possible substitute for PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> in different preclinical and clinical scenarios // *Rev Bras Ter Intensiva*. 2022. Vol. 34, No. 1. P. 185–196. DOI: 10.5935/0103-507X.20220013-pt

21. Khalesi N., Choobdar F.A., Khorasani M., et al. Accuracy of oxygen saturation index in determining the severity of respiratory failure among preterm infants with respiratory distress syndrome // *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2021. Vol. 34, No. 14. P. 2334–2339. DOI: 10.1080/14767058.2019.1666363

22. Maneenil G., Premprat N., Janjindamai W., et al. Correlation and Prediction of Oxygen Index from Oxygen Saturation Index in Neonates with Acute Respiratory Failure // *Am J Perinatol*. 2021. Vol. 19. DOI: 10.1055/a-1673-5251

23. Muniraman H.K., Song A.Y., Ramanathan R., et al. Evaluation of Oxygen Saturation Index Compared With Oxygenation Index in Neonates with Hypoxemic Respiratory Failure // *JAMA Netw Open*. 2019. Vol. 2, No. 3. ID e191179. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.1179

8. Mukhametshin RF, Mukhametshin FG. The efficacy of neonatal emergency aid in the Sverdlovsk region. *Clinical practice in pediatrics*. 2011;6(3):54–58. (In Russ.)

9. Rebrova OYu. *Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA*. Moscow: Media Sfera, 2000. 312 p. (In Russ.)

10. Wimmer JE Jr. Levels of Care for Perinatal Health. *N C Med J*. 2020;81(1):32–35. DOI: 10.18043/ncm.81.1.32

11. Sasaki Y, Ishikawa K, Yokoi A, et al. Short- and Long-Term Outcomes of Extremely Preterm Infants in Japan According to Outborn/Inborn Birth Status. *Pediatr Crit Care Med*. 2019;20(10):963–969. DOI: 10.1097/PCC.0000000000002037

12. Böhler T, Schaeff B, Waibel B, Mohrmann M. Perinatalzentren in Baden-Württemberg: Auswirkungen von Mindestmengen und Qualitätsprüfungen durch den Medizinischen Dienst der Krankenversicherung (MDK). *Gesundheitswesen*. 2012;74(2):87–94. (In German) DOI: 10.1055/s-0031-1273758

13. Phibbs CS, Baker LC, Caughey AB, et al. Level and volume of neonatal intensive care and mortality in very-low-birth-weight infants. *N Engl J Med*. 2007;356(21):2165–2175. DOI: 10.1056/NEJMsa065029

14. Arora P, Bajaj M, Natarajan G, et al. Impact of interhospital transport on the physiologic status of very low-birth-weight infants. *Am J Perinatol*. 2014;31(3):237–244. DOI: 10.1055/s-0033-1345259

15. Aleksandrovich YuS, Pshenisnov KV, Parshin EV, Nurmagambetova BK. Prediktory poliorgannoi nedostatochnosti u novorozhdennykh, nuzhdayushchikhsya v mezhgospital'noi transportirovke. *Emergency medical care*. 2008;9(4):29–34. (In Russ.)

- 16.** Aleksandrovich YuS, Pshenishnov KV, et al. Mezhhospitalnaya transportirovka novorozhdennykh s poliorgannoi nedostatochnost'yu. *Emergency medical care*. 2009;10(1):9–13. (In Russ.)
- 17.** Khemani RG, Rubin S, Belani S, et al. Pulse oximetry vs. PaO<sub>2</sub> metrics in mechanically ventilated children: Berlin definition of ARDS and mortality risk. *Intensive Care Med*. 2015;41(1):94–102. DOI: 10.1007/s00134-014-3486-2
- 18.** Rawat M, Chandrasekharan PK, Williams A, et al. Oxygen saturation index and severity of hypoxic respiratory failure. *Neonatology*. 2015;107(3):161–166. DOI: 10.1159/000369774
- 19.** Ray S, Rogers L, Pagel C, et al. PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> Ratio Derived From the SpO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> Ratio to Improve Mortality Prediction Using the Pediatric Index of Mortality-3 Score in Transported Intensive Care Admissions. *Pediatr Crit Care Med*. 2017;18(3):e131–e136. DOI: 10.1097/PCC.0000000000001075
- 20.** Carvalho EB, Leite TRS, Sacramento RFM, et al. Rationale and limitations of the SpO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> as a possible substitute for PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> in different preclinical and clinical scenarios. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2022;34(1):185–196. DOI: 10.5935/0103-507X.20220013-pt
- 21.** Khalesi N, Choobdar FA, Khorasani M, et al. Accuracy of oxygen saturation index in determining the severity of respiratory failure among preterm infants with respiratory distress syndrome. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2021;34(14):2334–2339. DOI: 10.1080/14767058.2019.1666363
- 22.** Maneenil G, Premprat N, Janjindamai W, et al. Correlation and Prediction of Oxygen Index from Oxygen Saturation Index in Neonates with Acute Respiratory Failure. *Am J Perinatol*. 2021;19. DOI: 10.1055/a-1673-5251
- 23.** Muniraman HK, Song AY, Ramanathan R, et al. Evaluation of Oxygen Saturation Index Compared With Oxygenation Index in Neonates with Hypoxemic Respiratory Failure. *JAMA Netw Open*. 2019;2(3):e191179. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2019.1179

## ОБ АВТОРАХ

**\*Рустам Фаридович Мухаметшин**, канд. мед. наук, врач – анестезиолог-реаниматолог; адрес: Россия, 620149, Екатеринбург, ул. С. Дерябиной, д. 32; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4030-5338>; eLibrary SPIN: 4206-3303; e-mail: rustamFM@yandex.ru

**Ольга Петровна Ковтун**, д-р мед. наук, профессор, академик РАН, ректор; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5250-7351>; eLibrary SPIN: 9919-9048; e-mail: kovtun@usma.ru

**Надежда Степановна Давыдова**, д-р мед. наук, профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и токсикологии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7842-6296>; eLibrary SPIN: 3766-8337; e-mail: davidovaeka@mail.ru

## AUTHORS INFO

**\*Rustam F. Mukhametshin**, MD, Cand. Sci. (Med.), anesthesiologist-resuscitator; address: 32, S. Deriabinoi st., Yekaterinburg, 620149, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4030-5338>; eLibrary SPIN: 4206-3303; e-mail: rustamFM@yandex.ru

**Olga P. Kovtun**, Dr. Sci. (Med.), professor, academician of Academy of Sciences; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5250-7351>; eLibrary SPIN: 9919-9048; e-mail: kovtun@usma.ru

**Nadezhda S. Davydova**, Dr. Sci. (Med.), professor of the Department of Anesthesiology, Intensive Care, Toxicology; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7842-6296>; eLibrary SPIN: 3766-8337; e-mail: davidovaeka@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author