

Уральский медицинский журнал. 2023. Т. 22, № 1. С. 32-40.
Ural medical journal. 2023; Vol. 22, no 1. P. 32-40.

Научная статья
УДК 616-036.882-08-053.3
doi: 10.52420/2071-5943-2023-22-1-32-40

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ В КОРРЕКЦИИ ИНТЕНСИВНОЙ ТЕРАПИИ НА ЭТАПЕ ПРЕДТРАНСПОРТНОЙ ПОДГОТОВКИ НОВОРОЖДЕННЫХ, НУЖДАЮЩИХСЯ В МЕДИЦИНСКОЙ ЭВАКУАЦИИ

Рустам Фаридович Мухаметшин¹, Ольга Петровна Ковтун², Надежда Степановна Давыдова³, Андрей Андреевич Курганский⁴

¹ Областная детская клиническая больница, Екатеринбург, Россия

^{1,2,3} Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

⁴ Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

¹ rustamFM@yandex.ru, ORCID: 0000-0003-4030-5338

² kovtun@usma.ru, ORCID: 0000-0002-5250-7351

³ davidovaeka@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7842-6296

⁴ k-and92@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8891-4776

Аннотация

Введение. Предтранспортировочная подготовка значима для реализации рисков ухудшения состояния при транспортировке новорожденного. Потребность в коррекции интенсивной терапии в исходной медицинской организации может быть индикатором, указывающим на необходимость выезда транспортной бригады к пациенту. **Цель исследования** – определить предикторы необходимости коррекции терапии новорожденного при проведении предтранспортировочной подготовки в обратившейся медицинской организации. **Материалы и методы.** В обсервационное, когортное, ретроспективное исследование включены данные всех выездов транспортной бригады реанимационно-консультативного центра новорожденных в период с 1 июля 2014 по 31 декабря 2018 года (n = 2029), разделенных на две группы: первая группа (n = 502) – пациенты, которым выполнялась коррекция интенсивной терапии, вторая группа (n = 1527) – новорожденные, которым не потребовалось корректировать проводимую терапию перед осуществлением попытки эвакуации. **Результаты.** Между группами пациентов наблюдаются статистически значимые различия по объему интенсивной терапии, проводимой в исходной медицинской организации, параметрам респираторной поддержки. Сатурационный индекс оксигенации продемонстрировал хорошие предиктивные свойства в отношении необходимости коррекции интенсивной терапии у пациентов в исходной медицинской организации с AUC ROC 0,696 [0,662–0,730]. Логрегрессия выявила следующие достоверные предикторы необходимости коррекции терапии: оценка по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах, проведение пациенту респираторной поддержки, значение соотношения SpO₂/FiO₂, инфузия катехоламинов, проведение терапии в организации 1-го уровня. **Обсуждение.** Выявленные предикторы косвенно указывают на необходимость коррекции интенсивной терапии, проводимой в обратившейся медицинской организации, что является аргументом в пользу эвакуационного выезда и может быть инструментом определения очередности таких выездов. **Заключение.** Предикторами необходимости коррекции терапии новорожденного в обратившейся медицинской организации являются потребность в проведении респираторной поддержки (ИВЛ или nCPAP), отношение SpO₂/FiO₂, потребность в инфузии адреналина или дофамина, оценка по Апгар на 1-й и 5-й минутах, а также проведение терапии в медицинской организации 1-го уровня.

Ключевые слова: новорожденный, катехоламины, сатурация, шкала Апгар, транспортировка пациента, интенсивная терапия новорожденных

Для цитирования: Мухаметшин Р.Ф., Ковтун О.П., Давыдова Н.С., Курганский А.А. Прогнозирование необходимости в коррекции интенсивной терапии на этапе предтранспортировочной подготовки новорожденных, нуждающихся в медицинской эвакуации. Уральский медицинский журнал. 2023;22(1):32-40. <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2023-22-1-32-40>.

@ Мухаметшин Р.Ф., Ковтун О.П., Давыдова Н.С., Курганский А.А., 2023

@ Mukhametshin R.F., Kovtun O.P., Davydova N.S., Kurganski A.A., 2023

PREDICTING THE NEED FOR INTENSIVE CARE CORRECTION DURING PRE-TRANSPORT STABILIZATION OF NEWBORNS, REQUIRING MEDICAL EVACUATIONRustam F. Mukhametshin¹, Olga P. Kovtun², Nadezhda S. Davydova³, Andrew A. Kurganski⁴¹ Regional Children's Clinical Hospital, Ekaterinburg, Russia^{1,2,3} Ural state medical university, Ekaterinburg, Russia⁴ Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia¹ rustamFM@yandex.ru, ORCID:0000-0003-4030-5338² kovtun@usma.ru, ORCID: 0000-0002-5250-7351³ davidovaeka@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7842-6296⁴ k-and92@mail.ru, ORCID: 0000-0002-8891-4776**Abstract**

Introduction. Pre-transport preparation reduces the risks of deterioration when transporting a newborn. Correction of intensive care in the original medical organization may be an indicator of the need for the transport team to travel to the patient. **Purpose of the study** is to identify predictors of the need for correction of neonatal therapy during pre-transplant preparation. **Materials and Methods.** Data from all transport team departures of the neonatal intensive care and consultation center between July 1, 2014, and December 31, 2018 (n = 2029) were included in an observational, cohort, retrospective study. Two groups were identified: the first group (n = 502) – patients who underwent correction of intensive care, the second group (n = 1527) – newborns who did not require correction of the ongoing therapy before evacuation. **Results.** Statistically significant differences in the volume of intensive care administered at baseline medical organization, parameters of respiratory support were observed between patient groups. The oxygenation saturation index demonstrated good predictive properties regarding the need for correction of intensive care with an AUC ROC of 0.696 [0.662–0.730]. Logistic regression revealed the following reliable predictors of the need for therapy correction: Apgar score at 1 and 5 minutes, giving the patient respiratory support, SpO₂/FiO₂ ratio value, catecholamine infusion, and giving therapy in a Level 1 organization. **Discussion.** The identified predictors indirectly indicate the need for correction of intensive care, which is an argument in favor of an evacuation trip and can be a tool for determining the order of such trips. **Conclusion.** Predictors of the need to adjust the neonate's therapy include the need for respiratory support (EVI or pCPR), SpO₂/FiO₂ ratio, need for adrenaline or dopamine infusion, Apgar scores at 1 and 5 minutes, and therapy in a Level 1 medical organization.

Keywords: newborn, catecholamines, saturation, Apgar scale, patient transport, neonatal intensive care

For citation:

Mukhametshin RF, Kovtun OP, Davydova NS, Kurganski AA. Predicting the need for intensive care correction during pre-transport stabilization of newborns, requiring medical evacuation. Ural medical journal 2023;22(1): 32-40. (In Russ.). <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2023-22-1-32-40>

ВВЕДЕНИЕ

Рождение и проведение терапии в медицинских организациях низкого уровня помощи ассоциировано с дополнительными рисками смерти для недоношенного новорожденного в сроке гестации менее 32 недель (отношение шансов 2,76), особенно в группе экстремально недоношенных (отношение шансов 3,16) [1]. При рождении таких пациентов вне учреждения 3-го уровня единственным способом снизить риск смерти является эвакуация в медицинскую организацию соответствующего уровня помощи [2]. При этом даже ранняя эвакуация не позволяет добиться результатов, сопоставимых с рождением в учреждении с требуемым уровнем помощи. Ухудшение состояния может быть обусловлено неоптимальной стабилизацией в стационаре рождения, тяжестью состояния пациента, самой процедурой транспортировки [3]. Следовательно, предтранспортировочная оценка и подготовка играют существенную роль в формировании исхода и реализации имеющихся рисков [4]. Доступные рекомендации по деятельности не-

онатальной транспортной службы, как правило, сформулированы эмпирически и различаются по содержанию [4-7]. Вместе с тем важной и нерешенной остается задача поиска клинического инструмента, позволяющего определить необходимость в выезде транспортной бригады к пациенту и очередности самих выездов.

Цель исследования – определить предикторы необходимости в коррекции терапии новорожденного при проведении предтранспортировочной подготовки в обратившейся медицинской организации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В обсервационное, когортное, ретроспективное исследование включены данные всех эвакуационных выездов транспортной бригады реанимационно-консультативного центра новорожденных Областной детской клинической больницы Екатеринбурга в период с 1 июля 2014 по 31 декабря 2018 года (n = 2029). Критерии обращения, критерии принятия тактического решения, критерии транспортабельности и крите-

рии медицинской сортировки регламентированы соответствующими региональными приказами (Приказ Министерства здравоохранения Свердловской области от 18.03.2011 № 255-п, Приказ Министерства здравоохранения Свердловской области № 957-п от 07.07.2015, Приказ Министерства здравоохранения Свердловской области № 1687-п от 04.10.2017) и внутренними нормативными актами транспортной бригады (ГАУЗ ОДКБ Свердловской области). Решение о необходимости коррекции интенсивной терапии при проведении предтранспортировки и подготовки принимал врач анестезиолог-реаниматолог транспортной бригады. В 24,74 % [22,88–26,68] случаев выезда транспортной бригады потребовалось выполнить коррекцию терапии при проведении предтранспортировки. Выборка была разделена в зависимости от необходимости в проведении коррекции терапии на две группы: первая группа (n = 502) – пациенты, которым выполнялась коррекция интенсивной терапии, вторая группа (n = 1527) – новорожденные, которым не потребовалось корректировать проводимую терапию перед осуществлением попытки эвакуации. Источником данных послужила первичная медицинская документация. Проанализированы данные анамнеза, объем интенсивной терапии и параметры респираторной поддержки в исходной медицинской организации, оказывавшей помощь новорожденному, объем предтранспортировки. Статистические инструменты: медиана и межквартильный интервал, доля, 95 % ДИ доли. Гипотеза о нормальности распределения выборки проверялась методом Шапиро – Уилка. При анализе бинарных данных двух независимых групп применен точный критерий Фишера, при анализе количественных данных двух независимых групп применен критерий Манна – Уитни. Выполнен ROC анализ с расчетом площади под ROC кривой, чувствительности, специфичности, уровня cut-off, положительной и отрицательной предиктивной ценности, индекса Юдена. Сформирована модель логистической регрессии потребности в коррекции терапии при проведении предтранспортировки. Программные средства BioStas Pro 7.0.1.0. (AnalystSoft Inc. USA) и Matlab R2017a (The MathWorks, Inc. USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Медиана массы пациентов при рождении составила 2360 г [1500–3200], медиана гестаци-

онного возраста 35 недель [32–38]. При анализе параметров анамнеза не наблюдается статистически значимых различий по массе при рождении и гестационному возрасту. Распределение по массе и гестационному возрасту имело статистически значимые различия между группами: в группе пациентов, потребовавших коррекции терапии при проведении подготовки, доля детей с массой менее 750 граммов при рождении составила 7,17 % [5,07–9,79], в группе детей, не нуждавшихся в коррекции терапии со стороны транспортной бригады – 3,41 % [2,55–4,44], $p < 0,001$; в группе пациентов, нуждавшихся в проведении подготовки и коррекции терапии, новорожденные с гестационным возрастом 22–24 недели составили 4,58 % [2,93–6,80], среди пациентов, не нуждавшихся в коррекции терапии, – 2,03 % [1,38–2,87], $p = 0,002$. Других статистически значимых различий в структуре массы при рождении и гестационного возраста в исследуемой выборке не наблюдалось. Медиана возраста обращения и выезда составила 26 часов [12–62] и 43 часа [23–94] соответственно. При этом пациенты, нуждавшиеся в проведении предтранспортировки, имели статистически значимо более низкую оценку по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах (табл. 1).

При сравнении объема интенсивной терапии между группами пациентов наблюдаются статистически значимые различия по типу проводимой респираторной поддержки (пСРАР, ИВЛ, ВЧИВЛ), гемодинамической поддержки (инфузия дофамина, адреналина, PGE), а также в проведении седации и миоплегии (табл. 3). В целом группа пациентов, нуждавшихся в коррекции терапии при проведении предтранспортировки, нуждалась в большем объеме интенсивной терапии, чем группа новорожденных, которым коррекция не требовалась. При этом доза адреналина (0,3 [0,2–0,5] мкг/кг/мин и 0,5 [0,3–0,5] мкг/кг/мин, первая и вторая группа соответственно, $p = 0,333$) и дофамина (5 [5–7] мкг/кг/мин и 5 [5–5] мкг/кг/мин, первая и вторая группа соответственно, $p = 0,126$) между группами статистически значимых различий не имели.

При анализе параметров респираторной поддержки в исследуемой выборке выявлены статистически значимые различия между группами. Пациенты, нуждающиеся в коррекции терапии при проведении предтранспортировки, требовали применения большей частоты вентиляции (50 в минуту [45–60] и 50 в минуту [40–50], первая и вторая группа со-

Данные анамнеза

Таблица 1

Параметр	Первая группа, n = 502, Me [IQR]	Вторая группа, n = 1527, Me [IQR]	P
Возраст обращения за консультацией, час.	21,5 [9–43]	28 [14–74]	<0,001
Возраст на момент выезда, час.	40 [22–64]	44 [23–102]	<0,001
Масса при рождении, г	2400 [1400–3200]	2310 [1530–3200]	0,886
Гестационный возраст, нед.	35 [31–38]	35 [32–38]	0,429
Оценка по шкале Апгар 1, баллы	5 [3–7]	6 [4–7]	<0,001
Оценка по шкале Апгар 5, баллы	6 [5–8]	7 [6–8]	<0,001

Примечание. Данные приведены в форме медианы и межквартильного интервала, Me [IQR]

Таблица 2

Уровни обратившихся медицинских организаций

Уровень медицинской организации	Первая группа % [95 % ДИ], n = 502	Вторая группа % [95 % ДИ], n = 1527	p
1 уровень	28,09 [24,20–32,24]	21,02 [19,00–23,15]	0,001
2 уровень, без реанимационного отделения	36,45 [32,23–40,83]	34,45 [32,06–36,89]	0,45
2 уровень, с реанимационным отделением	28,29 [24,38–32,45]	33,86 [31,48–36,29]	0,021
3 уровень	7,17 [5,07–9,79]	10,67 [9,17–12,33]	0,024

Примечание. Данные приведены в форме доли и 95 % доверительного интервала

Таблица 3

Объем проводимой интенсивной терапии

Терапия	Первая группа % [95 % ДИ], n = 502	Вторая группа % [95 % ДИ], n = 1527	p
nCPAP	13,15 [10,32–16,42]	8,38 [7,04–9,89]	0,002
ИВЛ	72,91 [68,79–76,75]	49,18 [46,64–51,72]	< 0,001
ВЧИВЛ	3,78 [2,29–5,85]	0,33 [0,11–0,76]	< 0,001
Инфузия	97,81 [96,11–98,90]	88,93 [87,25–90,46]	< 0,001
Допамин	25,90 [22,12–29,96]	8,78 [7,40–10,31]	< 0,001
Эпинефрин	3,78 [2,29–5,85]	0,46 [0,18–0,94]	< 0,001
Добутамин	0,60 [0,12–1,74]	0,39 [0,14–0,85]	0,549
PGE	5,98 [4,07–8,42]	3,34 [2,50–4,37]	0,009
Седация	11,75 [9,07–14,90]	3,73 [2,84–4,81]	< 0,001
Миоплегия	1,39 [0,56–2,85]	0,46 [0,18–0,94]	0,028

Примечание. Данные приведены в форме доли и 95 % доверительного интервала. nCPAP – nasal continuous positive airway pressure, постоянное положительное давление, создаваемое в носовых ходах, ИВЛ – искусственная вентиляция легких, ВЧИВЛ, высокочастотная искусственная вентиляция легких, PGE – простагландины E

Таблица 4

Параметры респираторной поддержки

Параметр	Первая группа, n = 502, Me [IQR]	Вторая группа, n = 1527, Me [IQR]	P
FiO ₂ (пациенты на ИВЛ), %	40 [25–60]	30 [21–35]	<0,001
частота дыхания, циклов в минуту	50 [45–60]	50 [40–50]	<0,001
P _{ip} , см вод. ст.	20 [18–22,5]	18 [17–20]	<0,001
PEEP, см вод. ст.	5 [5–6]	5 [5–5]	0,029
Среднее давление в дыхательных путях, см вод. ст.	9,36 [8,23–10,95]	8,5 [7,685–9,5]	<0,001
Ti, сек.	0,34 [0,3–0,36]	0,34 [0,3–0,36]	0,929
Сатурационный индекс оксигенации	3,61 [2,24–6,49]	2,47 [1,82–3,33]	<0,001
FiO ₂ (пациенты на nCPAP), %	30 [21–35]	21 [21–30]	<0,001
CPAP, см. вод. ст.	6 [5–6]	6 [5–6]	0,479

Примечание. Данные приведены в форме медианы и межквартильного интервала, Me [IQR]. FiO₂ – фракция кислорода во вдыхаемой смеси, P_{ip} – peak inspiratory pressure, пиковое давление вдоха, PEEP – positive end expiratory pressure, положительное давление конца выдоха, Ti – время вдоха, CPAP – nasal continuous positive airway pressure, постоянное положительное давление.

ответственно, $p < 0,001$), пикового давления на вдохе (20 см вод. ст. [18–22,5] и 18 см вод. ст. [17–20], первая и вторая группа соответственно, $p < 0,001$), постоянного положительного давления конца выдоха, среднего давления в дыхательных путях (9,36 см вод. ст. [8,23–10,95] и 8,5 см вод. ст. [7,685–9,5], первая и вторая группа, соответственно, $p < 0,001$), большей фракции кислорода, как при проведении ИВЛ (40 % [25–60] и 30 % [21–35], первая и вторая группа соответственно, $p < 0,001$), так и при неинвазивной вентиляции (30 % [21–35] и 21 % [21–30], первая и вторая группа соответственно, $p < 0,001$). Величина сатурационного индекса оксигенации статистически значимо выше оказалась в

группе пациентов, нуждавшихся в коррекции параметров интенсивной терапии (3,61 [2,24–6,49] и 2,47 [1,82–3,33], первая и вторая группа, соответственно, $p < 0,001$) (табл. 4).

При анализе параметров мониторинга в исследуемых группах наблюдаются статистически значимые различия, не выходящие за пределы нормы для данной выборки. Важно отметить статистически значимое различие по уровню отношения SpO₂/FiO₂ между группами, 245 [158,33–376,00] и 320 [242,50–452,38], первая и вторая группа, соответственно, $p < 0,001$ (табл. 5).

Длительность предтранспортированной подготовки имела статистически значимые различия

Таблица 5

Параметры мониторинга			
Параметр	Первая группа, n = 502, Me [IQR]	Вторая группа, n = 1527, Me [IQR]	p
ЧСС, в мин.	140 [130–150]	140 [130–145]	0,008
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	60 [53–68]	62 [58–70]	0,001
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	36 [30–40]	38 [34–40]	<0,001
T, C°	36,6 [36,6–36,7]	36,6 [36,6–36,7]	0,94
SpO ₂ , %	95 [92–97]	96 [95–97]	<0,001
SpO ₂ /FiO ₂	245 [158,33–376,00]	320 [242,50–452,38]	<0,001

Примечание. Данные приведены в форме медианы и межквартильного интервала, Me [IQR]. ЧСС – частота сердечных сокращений, SpO₂ – сатурация кислорода, FiO₂ – фракция кислорода во вдыхаемой смеси.

Таблица 6

Коррекция интенсивной терапии, выполненная транспортной бригадой

Манипуляция	Потребовали действий, n = 502	
	n	% [95 % ДИ]
Проведение сердечно-легочной реанимации	8	1,59 [0,69–3,12]
Организация сосудистого доступа	7	1,39 [0,56–2,85]
Назначение инфузионной терапии / волемической нагрузки	61	12,15 [9,42–15,33]
Назначение катехоламинов или коррекция их дозы	79	15,74 [12,66–19,22]
Установка дренажа плевральной полости	6	1,20 [0,44–2,58]
Установка дренажа брюшной полости	5	1,00 [0,32–2,31]
Коррекция параметров респираторной поддержки	425	84,66 [81,21–87,70]
Начало неинвазивной ИВЛ	12	2,39 [1,24–4,14]
Интубация / переинтубация трахеи	86	17,13 [13,94–20,72]
Переливание компонентов и препаратов крови	10	1,99 [0,96–3,63]
Начало процедуры тотальной гипотермии	6	1,20 [0,44–2,58]
Введение препарата сурфактанта	8	1,59 [0,69–3,12]
Все манипуляции, связанные с респираторной поддержкой	450	89,64 [86,64–92,17]
Все манипуляции, направленные на стабилизацию гемодинамики	108	21,51 [18,00–25,37]
Среднее количество действий на одного пациента, среднее ± стандартное отклонение		1,42 ± 0,69

Примечание. Данные приведены в форме доли и 95 % доверительного интервала. ИВЛ – искусственная вентиляция легких

между группами и составила (среднее и стандартное отклонение) 76,19 мин. (38,98) в первой группе и 56,08 мин. (21,92) во второй группе, $p < 0,001$. Наиболее часто пациенты первой группы нуждались в коррекции типа и параметров респираторной поддержки (89,64 % [86,64–92,17], коррекция параметров поддержки, интубация или переинтубация трахеи, перевод на nCPAP), действиях, направленных на стабилизацию гемодинамики (21,51 % [18,00–25,37], организация сосудистого доступа, назначение волемической нагрузки или начало инфузионной терапии, назначение или коррекция доз катехоламинов). В целом на одного пациента первой группы при проведении предтранспортировки подготовлено 1,42 ± 0,69 действия (табл. 6).

С целью выявления и количественного описания роли предикторов потребности в коррекции проводимой интенсивной терапии сформирована модель логистической регрессии. В общей выборке статистически значимыми предикторами коррекции терапии в обратившейся медицинской организации силами транспортной бригады являются: оценка по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах, проведение пациенту респираторной поддержки (nCPAP и ИВЛ), значение соотношения SpO₂/FiO₂, инфузия

катехоламинов (адреналин или дофамин), проведение терапии в организации 1-го уровня (табл. 7).

При исследовании данных пациентов, находившихся на ИВЛ, предикторами потребности в коррекции проводимой интенсивной терапии оказались: оценка по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах, проведение инфузии катехоламинов (дофамин или адреналин), значение сатурационного индекса оксигенации, проведение терапии в организации 1-го уровня (табл. 8).

При анализе предиктивных свойств параметров респираторной поддержки наибольшей точностью в отношении потребности в коррекции интенсивной терапии у пациентов в обратившейся медицинской организации является сатурационный индекс оксигенации с AUC ROC 0,696 [0,662–0,730], что статистически значимо точнее среднего давления в дыхательных путях (0,670 [0,636–0,704]) и отношения SpO₂/FiO₂ (0,641 [0,609–0,672]), $p = 0,001$ (таблица 9).

ОБСУЖДЕНИЕ

Рождение ребенка с очень низкой массой тела вне учреждения 3-го уровня перинатальной помощи ассоциировано с ростом риска смерти в этой категории пациентов [8]. Значение имеет именно

Таблица 7

Логрегрессия предикторов потребности к коррекции терапии в общей выборке

Параметр	Estimate	SE	p
Intercept	0,394	0,34	0,24
nCPAP	1,32	0,25	< 0,001
SpO ₂ /FiO ₂	-0,005	5,65*10 ⁻⁴	< 0,001
ИВЛ	0,82	0,19	< 0,001
Инфузия дофамина	0,6	0,16	< 0,001
Инфузия адреналина	1,28	0,47	0,007
Медицинская организация 1 уровня	0,36	0,13	0,008
Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте	0,17	0,06	0,007
Оценка по шкале Апгар на 5-й минуте	-0,23	0,07	0,001

Примечание. Estimate – коэффициент предиктора логистической модели, SE – стандартная ошибка, Intercept – значение логарифма шансов для случая, когда первый предиктор равен нулю. nCPAP – nasal continuous positive airway pressure, постоянное положительное давление, создаваемое в носовых ходах, SpO₂ – сатурация кислорода, FiO₂ – фракция кислорода во вдыхаемой смеси, ИВЛ – искусственная вентиляция легких.

Таблица 8

Логрегрессия предикторов потребности к коррекции терапии у пациентов на ИВЛ

Параметр	Estimate	SE	p
Intercept	-1,27	0,28	< 0,001
Сатурационный индекс оксигенации	0,22	0,03	< 0,001
Инфузия дофамина	0,47	0,17	0,004
Инфузия адреналина	1,43	0,69	0,041
Медицинская организация 1-го уровня	0,49	0,16	0,002
Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте	0,16	0,07	0,022
Оценка по шкале Апгар на 5-й минуте	-0,21	0,08	0,007

Примечание. Estimate – коэффициент предиктора логистической модели, SE – стандартная ошибка, Intercept – значение логарифма шансов для случая, когда первый предиктор равен нулю.

Таблица 9

Предиктивная ценность респираторных параметров в отношении необходимости коррекции интенсивной терапии

Параметр	AUC [95 %ДИ]	Cut-off	Чувствительность	Специфичность	PPV	NPV	Индекс Юдена
Среднее давление в дыхательных путях	0,670 [0,636–0,704]	>9	0,616	0,663	0,482	0,772	0,279
Сатурационный индекс оксигенации	0,696 [0,662–0,730]	>3,85	0,495	0,832	0,599	0,764	0,327
SpO ₂ /FiO ₂	0,641 [0,609–0,672]	<232,5	0,428	0,829	0,543	0,753	0,257

Примечание. AUC – Area Under Curve, площадь под кривой, Cut-off – точка отсечения, PPV – positive Predictive Value, положительная предиктивная ценность, NPV – Negative Predictive Value, отрицательная предиктивная ценность.

возможность проведения интенсивной терапии новорожденному, технологии и опыт персонала, доступные в отделении реанимации новорожденных [9]. Важно отметить, что организации с низким уровнем помощи не предназначены маршрутизацией для длительного проведения интенсивной терапии и зачастую не обладают требуемыми для этого технологиями и техническим оснащением [10]. Именно технологические возможности и профессиональный опыт медицинского персонала играют значительную роль в определении исходов среди недоношенных пациентов, госпитализированных в медицинскую организацию [11, 12]. Поэтому закономерно, что потребность в коррекции интенсивной терапии в организациях 1-го уровня оказывается актуальной задачей. В исследуемой выборке наблюдались статистически значимые различия в распределении между учреждениями разных уровней пациентов, которым потребовалась коррекция терапии: 28,09 % [24,20–32,24] пациентов первой группы и 21,02 % [19,00–23,15] второй группы находились в организациях 1-го

уровня (p = 0,001), 7,17 % [5,07–9,79] пациентов первой группы и 10,67 % [9,17–12,33] пациентов второй группы находились в учреждениях 3-го уровня (p = 0,024). При анализе логистической регрессии проведение интенсивной терапии в учреждении 1-го уровня явилось достоверным предиктором потребности в коррекции терапии силами транспортной бригады.

Оценка по шкале Апгар на 1-й и 5-й минутах на протяжении нескольких десятилетий считается приемлемым инструментом оценки тяжести состояния новорожденного и прогнозирования исходов. По данным V.B. Tavares et al. оценка по Апгар на 5-й минуте менее 7 ассоциирована с дополнительным риском смерти [13]. A.G. Phalen et al. указывают, что младенцы с низкой оценкой по Апгар на 5-й минуте имеют больший риск смертности, а также заболеваний, связанных с недоношенностью [14]. Среди новорожденных с очень низкой массой тела при рождении оценка менее 3 баллов на 5-й минуте указывает на достоверное увеличение риска смерти [15], а также развития

хронических заболеваний легких недоношенных [16]. Низкая оценка по Апгар является одним из факторов, указывающих на высокий риск неудачной экстубации [17]. Кроме того, оценка по Апгар прогнозирует отдаленные неврологические исходы у детей [18]. Таким образом, низкая оценка по Апгар указывает на большую тяжесть состояния пациента и ассоциированные с этим худшие исходы. В исследуемой выборке наблюдаются статистически значимые различия оценки по Апгар на 1-й и 5-й минутах между группами: 5 [3–7] и 6 [4–7] на первой минуте в 1 и 2 группах соответственно, $p < 0,001$; 6 [5–8] и 7 [6–8] на 5-й минуте в 1 и 2 группах соответственно, $p < 0,001$. Кроме того, в модели логрегрессии оценки по Апгар на 1-й и 5-й минутах оказались достоверными предикторами потребности в коррекции интенсивной терапии при проведении подготовки к транспортировке.

Объем терапии, проводимой на этапе предтранспортировки, является одним из предикторов ухудшения состояния пациента в дороге и в принимающем стационаре [3]. Применение катехоламинов на этапе подготовки и во время транспортировки не является редкостью [19], при этом потребность в такой терапии ассоциирована с большим риском осложнений [20] и риском нетранспортабельности [21]. В исследуемой выборке наблюдается статистически значимо более частое применение катехоламинов в группе пациентов, нуждавшихся в коррекции параметров интенсивной терапии, дофамин 25,90 % [22,12–29,96] и 8,78 % [7,40–10,31], первая и вторая группа соответственно, $p < 0,001$, адреналин 3,78 % [2,29–5,85] и 0,46 % [0,18–0,94], первая и вторая группа соответственно, $p < 0,001$.

Одним из наиболее распространенных и простых индикаторов тяжести респираторных нарушений является среднее давление в дыхательных путях, этот параметр, в частности, применялся в качестве критерия для принятия решения об объеме респираторной поддержки [22]. Ю.С. Александрович и соавт. применяли среднее давление в дыхательных путях в качестве маркера адекватности предтранспортировки новорожденных [23]. В исследуемой нами выборке среднее давление в дыхательных путях при проведении ИВЛ было статистически значимо выше в группе пациентов, потребовавших коррекции интенсивной терапии, что с AUC ROC 0,670 [0,636–0,704], cut off > 9 см вод. ст. указывает на необходимость коррекции респираторной поддержки со стороны транспортной бригады на этапе подготовки. Другим расчетным параметром респираторной поддержки, пригодным для интегральной оценки степени тяжести дыхательных нарушений на этапе предтранспортировки, является отношение PaO_2/FiO_2 [23, 24]. В литературе имеются данные о возможности применения SpO_2 в качестве альтернативы pO_2 при расчете этого показателя [25], указания на успешное и информативное применение SpO_2 для расчета респираторных коэффициентов как в педиатрической, так и в неонатальной интенсивной терапии [26, 27]. Литературный обзор, проведенный E.B. Carvalho et al., свидетельствует о возможности применения и динамической оценки SpO_2/FiO_2 и су-

щественно большей его доступности [28]. В нашем исследовании отношение SpO_2/FiO_2 демонстрировало статистически значимые различия между группами, однако оказалось наименее точным среди исследуемых респираторных показателей, потребность в коррекции интенсивной терапии этот параметр прогнозировал с AUC ROC 0,641 [0,609–0,672], cut-off < 232,5. Вместе с тем соотношение SpO_2/FiO_2 в рамках модели логистической регрессии является достоверным предиктором потребности в коррекции интенсивной терапии на этапе подготовки. Интерес представляет расчетный респираторный параметр, выражающий степень дыхательных нарушений количественно, индекс оксигенации и его суррогатная версия, включающая в расчет SpO_2 , сатурационный индекс оксигенации. M. Rawat et al. в своем исследовании показали высокую корреляционную связь сатурационного индекса оксигенации и традиционного индекса оксигенации, применяющего для расчетов PaO_2 как у новорожденных детей, так и в эксперименте на ягнятах [26]. N. Khalesi et al. указывают на клинически приемлемую точность сатурационного индекса оксигенации, близкую к традиционному индексу оксигенации [29]. В работе G. Maneenil et al. продемонстрирована достоверная, сильная корреляционная связь между обоими вариантами индекса оксигенации, коэффициент корреляции составил от 0,88 до 0,93 в зависимости от нозологии, в том числе и при низких значениях сатурации [30]. Аналогичные результаты публикует H.K. Muniraman et al. [31]. Работ, посвященных возможности применения сатурационного индекса оксигенации на этапе предтранспортировки в доступной литературе немного. В частности, Ю.С. Александрович и соавт. указывают на достоверно более высокие значения индекса оксигенации в подгруппе умерших новорожденных в сравнении с выжившими ($7,1 \pm 0,6$ и $17,4 \pm 4,0$ соответственно) [24]. В исследуемой нами выборке сатурационный индекс оксигенации продемонстрировал наибольшую предиктивную ценность среди изученных респираторных параметров, он прогнозирует необходимость в коррекции терапии на этапе подготовки с AUC ROC 0,696 [0,662–0,730] при cut-off > 3,85. Кроме того, при анализе логистической регрессии сатурационный индекс оксигенации оказался единственным респираторным параметром, продемонстрировавшим в сформулированной модели способность прогнозировать потребность в коррекции интенсивной терапии на этапе предтранспортировки.

Выявленные таким образом предикторы потребности в коррекции интенсивной терапии новорожденного силами неонатальной транспортной бригады в обратившейся медицинской организации выступают косвенными индикаторами необходимости коррекции проводимой интенсивной терапии, что указывает на несоответствие уровня помощи потребностям пациента. Появление указанных предикторов является аргументом в пользу эвакуационного выезда и может быть инструментом определения очередности таких выездов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В общей выборке пациентов потребность в проведении респираторной поддержки (ИВЛ или nCPAP), отношение $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$, потребность в инфузии адреналина или дофамина, оценка по Апгар на 1-й и 5-й минутах, а также проведение терапии в медицинской организации 1-го уровня являются предикторами необходимости коррекции интенсивной терапии при проведении предтранспортировки.

Среди пациентов на ИВЛ сатурационный индекс оксигенации, потребность в инфузии адреналина

или дофамина, оценка по Апгар на 1-й и 5-й минутах, а также проведение терапии в медицинской организации 1-го уровня являются предикторами необходимой коррекции интенсивной терапии при проведении предтранспортировки.

Сатурационный индекс оксигенации обладает максимальной среди прочих респираторных параметров предиктивной ценностью в отношении необходимости коррекции интенсивной терапии на этапе предтранспортировки с AUC ROC 0,696 [0,662–0,730] при cut-off > 3,85.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Boland RA, Dawson JA, Davis PG, Doyle LW. Why birthplace still matters for infants born before 32 weeks: Infant mortality associated with birth at 22–31 weeks' gestation in non-tertiary hospitals in Victoria over two decades. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 2015;55(2):163–169. <http://doi.org/10.1111/ajo.12313>.
2. Hossain S, Shah PS, Ye XY et al. Outborns or Inborns: Where Are the Differences? A Comparison Study of Very Preterm Neonatal Intensive Care Unit Infants Cared for in Australia and New Zealand and in Canada. *Neonatology* 2016;109(1):76–84. <http://doi.org/10.1159/000441272>.
3. 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. <http://doi.org/10.1136/bmj.l5678>.
4. Шмаков А.Н., Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Заболотский Д.В., Разумов С.А. Оказание реанимационной помощи детям, нуждающимся в межгоспитальной транспортировке (проект клинических рекомендаций). *Альманах клинической медицины* 2018;46(2):94–108. <http://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-2-94-108>. Shmakov AN, Aleksandrovich YuS, Pshenisnov KV et al. Intensive care of children who require interhospital transport (a clinical guideline draft). *Almanac of Clinical Medicine* 2018;46(2):94–108. (In Russ.). <http://doi.org/10.18786/2072-0505-2018-46-2-94-108>.
5. Морозова И.А., Якиревич А.С., Попов Н.Я. с соавт. Санитарно-авиационная скорая медицинская помощь новорожденным. *Неонатология: новости, мнения, обучение* 2017;15(1):39–46. Morozova IA, Yakirevich AS, Popov NYa et al. Sanitary aviation emergency medical care for children in the neonatal period. *Neonatology: news, opinions, training* 2017;15(1):39–46. (In Russ.).
6. Gould JB, Danielsen BH, Bollman L et al. Estimating the quality of neonatal transport in California. *J Perinatol* 2013;33(12):964–970. <http://doi.org/10.1038/jp.2013.57>.
7. Lucas JR, Boix H, Sánchez García L et al. Recommendations on the skills profile and standards of the neonatal transport system in Spain. *An Pediatr (Engl Ed)* 2021;94(6):420.e1–420.e11. <http://doi.org/10.1016/j.anpede.2021.02.006>.
8. Lasswell SM, Barfield WD, Rochat RW, Blackmon L. Perinatal regionalization for very low-birth-weight and very preterm infants. *JAMA* 2010;304(9):992–1000. <http://doi.org/10.1001/jama.2010.1226>.
9. Bartels DB, Wypij D, Wenzlaff P et al. Hospital volume and neonatal mortality among very low birth weight infants. *Pediatrics* 2006;117(6):2206–2214. <http://doi.org/10.1542/peds.2005-1624>.
10. American Academy of Pediatrics. Levels of neonatal care. *Pediatrics* 2012;130(3):587–597. <http://doi.org/10.1542/peds.2012-1999>.
11. 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. <http://doi.org/10.1056/NEJMsa065029>.
12. Chung JH, Phibbs CS, Boscardin WJ et al. The effect of neonatal intensive care level and hospital volume on mortality of very low birth weight infants. *Med Care* 2010;48(7):635–644. <http://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3181d8e887>.
13. Tavares VB, E Souza JS, Affonso MVG et al. Factors associated with 5-min APGAR score, death and survival in neonatal intensive care: a case-control study. *BMC Pediatr* 2022;22(1):560. <http://doi.org/10.1186/s12887-022-03592-9>.
14. Phalen AG, Kirkby S, Dysart K. The 5-minute Apgar score: survival and short-term outcomes in extremely low-birth-weight infants. *J Perinat Neonatal Nurs* 2012;26(2):166–171. <http://doi.org/10.1097/JPN.0b013e31825277e9>.
15. Lim JW, Chung SH, Kang DR, Kim CR. Risk factors for cause-specific mortality of very-low-birth-weight infants in the Korean neonatal network. *J Korean Med Sci* 2015;Suppl 1:S35–44. <http://doi.org/10.3346/jkms.2015.30.S1.S35>.
16. Shim SY, Yun JY, Cho SJ et al. The Prediction of bronchopulmonary dysplasia in very low birth weight infants through clinical indicators within 1 hour of delivery. *J Korean Med Sci* 2021;36(11):e81. <http://doi.org/10.3346/jkms.2021.36.e81>.
17. Costa AC, Schettino Rde C, Ferreira SC. Predictors of extubation failure and reintubation in newborn infants subjected to mechanical ventilation. *Rev Bras Ter Intensiva* 2014;26(1):51–56. <http://doi.org/10.5935/0103-507x.20140008>.
18. Hassen TA, Chojenta C, Egan N, Loxton D. The association between the five-minute apgar score and neurodevelopmental outcomes among children aged 8–66 months in Australia. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18(12):6450. <http://doi.org/10.3390/ijerph18126450>.
19. Kumar PP, Kumar CD, Shaik F et al. Transported neonates by a specialist team – how STABLE are they. *Indian J Pediatr* 2011;78(7):860–862. <http://doi.org/10.1007/s12098-010-0362-0>.
20. Leung KKY, Lee SL, Wong MSR et al. Clinical outcomes of critically ill infants requiring interhospital transport to a paediatric tertiary centre in Hong Kong. *Pediatr Respir Crit Care Med* 2019;3:28–35. http://doi.org/10.4103/prcm.prcm_6_19.
21. Ковтун О.П., Давыдова Н.С., Мухаметшин Р.Ф., Курганский А.А. Транспортабельность новорожденных на этапе предтранспортировки. *Уральский медицинский журнал* 2022;21(3):51–59. <http://doi.org/10.52420/2071-5943->

- 2022-21-3-51-59. Kovtun OP, Davydova NS, Mukhametshin RF, Kurganski AA. Transportability of newborns at the stage of pre-transport evaluation. Ural medical journal 2022;21(3):51–59. (In Russ.). <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2022-21-3-51-59>.
22. Mhanna MJ, Iyer NP, Piraino S, Jain M. Respiratory severity score and extubation readiness in very low birth weight infants. *Pediatr Neonatol* 2017;58(6):523–528. <http://doi.org/10.1016/j.pedneo.2016.12.006>.
23. Александрович Ю.С., Пшениснов К.В., Паршин Е.В. с соавт. Межгоспитальная транспортировка новорожденных с полиорганной недостаточностью. *Скорая медицинская помощь* 2009;10(1):9–13.
- Alexandrovich YC, Pshenisov KB, Parshin EV et al. Hospital-to-hospital transportation of the newborns with multiple organ insufficiency. *Emergency medical care* 2009;10(1):9–13. (In Russ.).
24. 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;9(4):29–34.
- Alexandrovich YS, Pshenisnov KV, Parshin EV, Nurmagambetova BK. Predictors of multisystem organ failure at the newborns requiring interhospital transportation. *Emergency medical care* 2008;9(4):29–34. (In Russ.).
25. Khemani RG, Rubin S, Belani S et al. Pulse oximetry vs. PaO₂ metrics in mechanically ventilated children: Berlin definition of ARDS and mortality risk. *Intensive Care Med* 2015;41(1):94–102. <http://doi.org/10.1007/s00134-014-3486-2>.
26. Rawat M, Chandrasekharan PK, Williams A et al. Oxygen saturation index and severity of hypoxic respiratory failure. *Neonatology* 2015;107(3):161–166. <http://doi.org/10.1159/000369774>.
27. Prieto CL, Villanueva AM, Alapont MIV et al. Prediction of PaO₂/FiO₂ ratio from SpO₂/FiO₂ ratio adjusted by transcutaneous CO₂ measurement in critically ill children. *An Pediatr (Barc)* 2011;74(2):91–96. (In Spanish). <http://doi.org/10.1016/j.anpedi.2010.09.021>.
28. Carvalho EB, Leite TRS, Sacramento RFM et al. Rationale and limitations of the SpO₂/FiO₂ as a possible substitute for PaO₂/FiO₂ in different preclinical and clinical scenarios. *Rev Bras Ter Intensiva* 2022;34(1):185–196. <http://doi.org/10.5935/0103-507X.20220013-pt>.
29. Khaledi 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. <http://doi.org/10.1080/14767058.2019.1666363>.
30. 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. <http://doi.org/10.1055/a-1673-5251>.
31. 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. <http://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.1179>.

Сведения об авторах:

Р.Ф. Мухаметшин – кандидат медицинских наук;
О.П. Ковтун – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН;
Н.С. Давыдова – доктор медицинских наук;
А.А. Курганский – старший преподаватель

Information about the author

R.F. Mukhametshin – Ph.D. in medicine;
O.P. Kovtun – Doctor of Science (Medicine), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences;
N.S. Davydova – Doctor of Science (Medicine);
A.A. Kurganski – Senior lecturer

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflicts of interests. The authors declare no conflicts of interests.

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

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

Этическая экспертиза. не предусмотрена
Ethics approval. is not provided

Информированное согласие не требуется.
Informed consent is not required.

Статья поступила в редакцию 17.01.2023; одобрена после рецензирования 31.01.2023; принята к публикации 06.02.2023.

The article was submitted 17.01.2023; approved after reviewing 31.01.2023; accepted for publication 06.02.2023