

<https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-1-102-112>

Применение неинвазивной респираторной поддержки при осуществлении медицинской эвакуации новорожденных: ретроспективное когортное исследование

Р.Ф. Мухаметшин^{1,2,*}, О.П. Ковтун²,
Н.С. Давыдова², М.А. Ступин²

¹ ГАУЗ СО «Областная детская клиническая больница»,
Екатеринбург, Россия

² ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский
университет», Екатеринбург, Россия

Реферат

АКТУАЛЬНОСТЬ: Неинвазивная респираторная поддержка является неотъемлемым компонентом терапии дыхательной недостаточности у новорожденных. Метод nCPAP (nasal continuous positive airway pressure) рекомендуется в качестве стартового для респираторной поддержки недоношенных. Единого мнения относительно критериев проведения nCPAP новорожденным во время межгоспитальной транспортировки в литературе нет, а рекомендации носят эмпирический характер. **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ:** Изучить возможность проведения nCPAP на этапе предтранспортирной подготовки и межгоспитальной транспортировки новорожденных. **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ:** В когортное ретроспективное исследование включены данные 70 случаев эвакуации новорожденных, выполненных транспортной бригадой реанимационно-консультативного центра Областной детской клинической больницы Екатеринбурга в период с 1 июля 2014 г. по 31 декабря 2018 г. пациентам, находившимся на неинвазивной вентиляции (nCPAP) на момент осмотра реаниматолога транспортной бригады в исходной медицинской организации. Исходная выборка разделена на группу пациентов, транспортированных на вентиляцию ($n = 22$), и группу пациентов, транспортированных на nCPAP ($n = 47$), одному пациенту прекращено проведение респираторной поддержки. **РЕЗУЛЬТАТЫ:** При анализе параметров респираторной поддержки на момент осмотра реаниматологом транспортной бригады наблюдали различия между группами по фракции кислорода во вдыхаемой смеси (34 [30–45] % и 30 [21–30] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,002$) и сатурационному индексу

Noninvasive respiratory support during interhospital transfer of newborns: a retrospective cohort study

R.F. Mukhametshin^{1,2,*}, O.P. Kovtun²,
N.S. Davydova², M.A. Stupin²

¹ Regional Children's Clinical Hospital, Yekaterinburg, Russia

² Ural state medical university, Yekaterinburg, Russia

Abstract

INTRODUCTION: Noninvasive respiratory support is a crucial component of neonatal respiratory disorders therapy. The nCPAP (nasal continuous positive airway pressure) is recommended for respiratory support of a premature. There is no consensus on criteria for non-invasive respiratory support for newborns during transfer, the recommendations are empirical. **OBJECTIVE:** To study the possibility of using nCPAP during pre-transport preparation and transfer of newborns. **MATERIALS AND METHODS:** The cohort, retrospective study included data on 70 cases of newborns evacuation performed by the transport team (July 1, 2014 — December 31, 2018) to patients who were on nCPAP at the time of the transport team examination in the initial institution. The initial sample was divided into a group of patients transported on ventilation ($n = 22$) and a group of patients transported on nCPAP ($n = 47$), respiratory support was discontinued in one case. **RESULTS:** Statistically significant differences were observed between the FiO_2 (34 [30–45] % and 30 [21–30] %, the first and second groups, respectively, $p = 0.002$) and the saturation index of oxygenation (2.1 [1.6–2.6] and 1.53 [1.3–1.8]) the first and second groups, respectively, $p = 0.001$). The saturation index of oxygenation has an acceptable predictive value for tracheal intubation during pre-transport preparation (AUC 0.799 [0.682–0.917]). During transfer, one patient of the second group required tracheal intubation (2.1 [0.1–11.3] %). Upon admission, one patient of the second was intubated (2.2 [0.1–11.5] %), no other correction of the parameters of non-invasive support was required for patients of the second

оксигенации (2,1 [1,6–2,6] и 1,53 [1,1–1,8], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$). Сатурационный индекс оксигенации обладает приемлемой предиктивной ценностью в отношении интубации трахеи на этапе предтранспортировки (AUC 0,799 [0,682–0,917]). Во время транспортировки одному пациенту группы 2 потребовалось выполнить интубацию трахеи (2,1 [0,1–11,3]). При поступлении одному пациенту группы 2 потребовалось выполнить интубацию трахеи (2,2 [0,1–11,5] %), другая коррекция параметров неинвазивной поддержки пациентам группы 2 не потребовалась.

ВЫВОДЫ: Основным критерием перевода на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) на этапе предтранспортировки является зависимость от дополнительного кислорода при проведении nCPAP. Сатурационный индекс оксигенации (AUC 0,799 [0,682–0,917]) и отношение SpO_2/FiO_2 (AUC 0,803 [0,687–0,919]) обладают приемлемой предиктивной ценностью в отношении потребности в интубации трахеи. Вероятность перевода на ИВЛ во время транспортировки составляет 2,1 (0,1–11,3) %.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: новорожденный, неинвазивная вентиляция легких, респираторный дистресс-синдром, интубация

* Для корреспонденции: Мухаметшин Рустам Фаридович — канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и токсикологии ФГБОУ ВО УГМУ, заведующий отделением анестезиологии, реанимации и интенсивной терапии новорожденных и недоношенных детей № 2 ГАУЗ СО ОДКБ, Екатеринбург, Россия; e-mail: muhametshinrf@mis66.ru

✉ Для цитирования: Мухаметшин Р.Ф., Ковтун О.П., Давыдова Н.С., Ступин М.А. Применение неинвазивной респираторной поддержки при осуществлении медицинской эвакуации новорожденных: ретроспективное когортное исследование. Вестник интенсивной терапии им. А.И. Салтанова. 2024;1:102–112. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-1-102-112>

✉ Поступила: 02.06.2023

✉ Принята к печати: 08.11.2023

✉ Дата онлайн-публикации: 27.01.2024

group. **CONCLUSIONS:** The main criterion for intubation at the stage of pre-transport preparation is oxygen requirement during the nCPAP. The saturation oxygenation index (AUC 0.799 [0.682–0.917]) and the SpO_2/FiO_2 ratio (AUC 0.803 [0.687–0.919]) have an acceptable predictive value for tracheal intubation. The probability of intubation during transportation is 2.1 (0.1–11.3) %.

KEYWORDS: newborn, noninvasive ventilation, respiratory distress syndrome, intubation

* For correspondence: Rustam F. Mukhametshin — Cand. Med. Sci., Docent, Associate professor of Department of Anesthesiology, Intensive Care, Toxicology, Ural State Medical University; head of NICUN^o 2, Regional Children Hospital № 1, Yekaterinburg, Russia; e-mail: muhametshinrf@mis66.ru

✉ For citation: Mukhametshin R.F., Kovtun O.P., Davydova N.S., Stupin M.A. Noninvasive respiratory support during interhospital transfer of newborns: a retrospective cohort study. Annals of Critical Care. 2024;1:102–112. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2024-1-102-112>

✉ Received: 02.06.2023

✉ Accepted: 08.11.2023

✉ Published online: 27.01.2024

DOI: 10.21320/1818-474X-2024-1-102-112

Введение

Клиническое ведение пациентов с респираторным дистресс-синдромом новорожденных остается одной из основных задач интенсивной терапии в неонатологии. Европейские данные показывают, что введение препаратов сурфактанта и проведение респираторной

поддержки у новорожденных с респираторным дистресс-синдромом не теряют своей актуальности [1]. Кроме того, проведение неинвазивной респираторной поддержки в сравнении с интубацией трахеи позволяет снизить риск развития хронических заболеваний легких у недоношенных новорожденных [2, 3]. Неинвазивная респираторная поддержка является неотъемлемым

компонентом терапии при различных вариантах введения препаратов сурфактанта и определяет эффективность такой терапии [4–6]. Доказана эффективность постоянного положительного давления в дыхательных путях (nasal continuous positive airway pressure, nCPAP) при развитии транзиторного тахипноэ новорожденных [7]. Постоянное положительное давление в дыхательных путях нормализует функциональную остаточную емкость, улучшает оксигенацию, уменьшает частоту апноэ и уменьшает работу дыхания. Таким образом, nCPAP рекомендуется в качестве метода выбора для стартовой респираторной поддержки недоношенного новорожденного [2, 8, 9]. Постнатальная транспортировка новорожденного, родившегося в медицинской организации, не имеющей возможности осуществлять длительную интенсивную терапию, в учреждение целевого уровня медицинской помощи способствует улучшению исходов в этой категории пациентов и остается востребованной [10]. В литературе имеются указания на возможность применения неинвазивной респираторной поддержки в качестве стартового и единственного метода коррекции дыхательных нарушений в учреждениях, не имеющих в своем составе отделений неонатальной реанимации и интенсивной терапии [11–13]. Вместе с тем единого мнения относительно возможности, условий и критериев проведения неинвазивной респираторной поддержки новорожденным во время межгоспитальной транспортировки в литературе нет [14, 16], а рекомендации носят эмпирический характер [17]. Данное обстоятельство послужило аргументом для проведения настоящего исследования.

Цель исследования

Изучить возможность проведения nCPAP на этапе предтранспортирной подготовки и межгоспитальной транспортировки новорожденных.

Материалы и методы

Из общего числа случаев выезда транспортной бригады ($n = 2029$) в когортное ретроспективное исследование включены данные 194 случаев эвакуации новорожденных, выполненных транспортной бригадой реанимационно-консультативного центра Областной детской клинической больницы Екатеринбурга в период с 1 июля 2014 г. по 31 декабря 2018 г. пациентам, находившимся на неинвазивной вентиляции (nCPAP) на момент осмотра реаниматологом транспортной бригады в исходной медицинской организации. Критерии включения: пациенты, находившиеся на момент осмотра реаниматологом транспортной бригады в исходной

медицинской организации на nCPAP, эвакуированные транспортной бригадой реанимационно-консультативного центра в Областную детскую клиническую больницу Екатеринбурга (ГАУЗ СО ОДКБ), по которым был доступен полный объем данных. В исследование не включались пациенты с врожденными пороками развития, неотложной хирургической патологией. Общее число пациентов, включенных в исследование, составило $n = 70$. Критерии обращения, критерии принятия тактического решения, критерии транспортируемости и критерии медицинской сортировки регламентированы соответствующими региональными приказами (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) и внутренними нормативными актами транспортной бригады. Поскольку указанные документы не регламентируют показания к переводу на искусственную вентиляцию легких перед осуществлением трансфера, решение о переводе на искусственную вентиляцию легких (ИВЛ) принималось реаниматологом транспортной бригады после оценки тяжести дыхательных нарушений. После осмотра пациентов реаниматологом транспортной бригады в 22 случаях (31,4 %) принято решение об интубации трахеи и осуществлении транспортировки на ИВЛ, в одном случае (1,4 %) принято решение о прекращении неинвазивной поддержки и транспортировке ребенка на спонтанном дыхании без дополнительного давления в верхних дыхательных путях, поскольку пациент не имел клиники дыхательной недостаточности. Таким образом, исходная выборка разделена на группу пациентов, транспортированных на ИВЛ ($n = 22$), и группу пациентов, транспортированных на nCPAP ($n = 47$). Общая схема исследования представлена на рис. 1. Источником данных была первичная медицинская документация. Транспортный комплекс включал в себя: инкубатор транспортный ИТН-1 (УОМЗ, Екатеринбург, Россия), аппарат ИВЛ транспортный Stephan F120 Mobile (Stephan, Германия), дозатор шприцевой B. Braun Perfusor Compact S (B. Braun, Германия), монитор пациента Philips MP 40 (Philips Medizin Systeme Boblingen GmbH, Германия). На этапе подготовки мониторинг и респираторная поддержка осуществлялись техникой транспортного комплекса. Неинвазивная вентиляция (nCPAP) проводилась при помощи мононазальной канюли. Проанализированы данные анамнеза, параметры респираторной поддержки, параметры мониторинга на всех этапах, исходы стационарного этапа лечения. Расчет сатурационного индекса оксигенации для неинвазивной респираторной поддержки выполняли следующим образом: $(\text{FiO}_2 \times \text{CPAP})/\text{SpO}_2$. Методы описательной статистики: медиана (Me) и межквартильный интервал (IQR), доля, 95%-й доверительный интервал

(95% ДИ) доли. Гипотеза о нормальности распределения выборки проверялась методом Шапиро—Уилка. При анализе бинарных показателей двух независимых групп применен точный критерий Фишера, при анализе количественных данных независимых групп применен критерий Манна—Уитни. При анализе количественных параметров в зависимых выборках применен критерий Уилкоксона. Выполнен ROC-анализ (receiver operating characteristic) с расчетом площади под ROC-кривой (Area Under Curve, AUC), чувствительности, специфичности, уровня cut-off, положительной предиктивной ценности (positive predictive value, PPV) и отрицательной предиктивной ценности (negative predictive value, NPV), индекса Юдена. Применен расчет отношения шансов при сравнении вероятности возникновения исхода между группами. Различия считались статистически значимыми при значении $p < 0,05$. Программные средства — BioStas Pro 7.0.1.0 (AnalystSoft Inc., США) и Matlab R2017a (The MathWorks, Inc., США).

Результаты исследования

Медиана массы при рождении составила 2060 (1468–2810) г, медиана гестационного возраста — 33 (31–36) нед. При сравнении параметров анамнеза пациентов групп 1 и 2 не выявили различий (табл. 1). Частота проведения антенатальной стероидной профилактики (4,6 [0,1–22,8] % и 8,5 [2,4–20,4] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 1,000$) и рождение путем операции кесарева сечения (54,6 [32,2–75,6] % и 46,8 [32,1–61,9] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,611$) между группами не различались. Различий по структуре уровня исходных медицинских организаций между группами не наблюдали.

При отсутствии различий между группами по структуре массы при рождении наблюдали различие между группами по доле пациентов с гестационным возрастом 25–28 нед. (22,7 [7,8–45,4] и 4,3 [0,5–14,5] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,030$), по про-

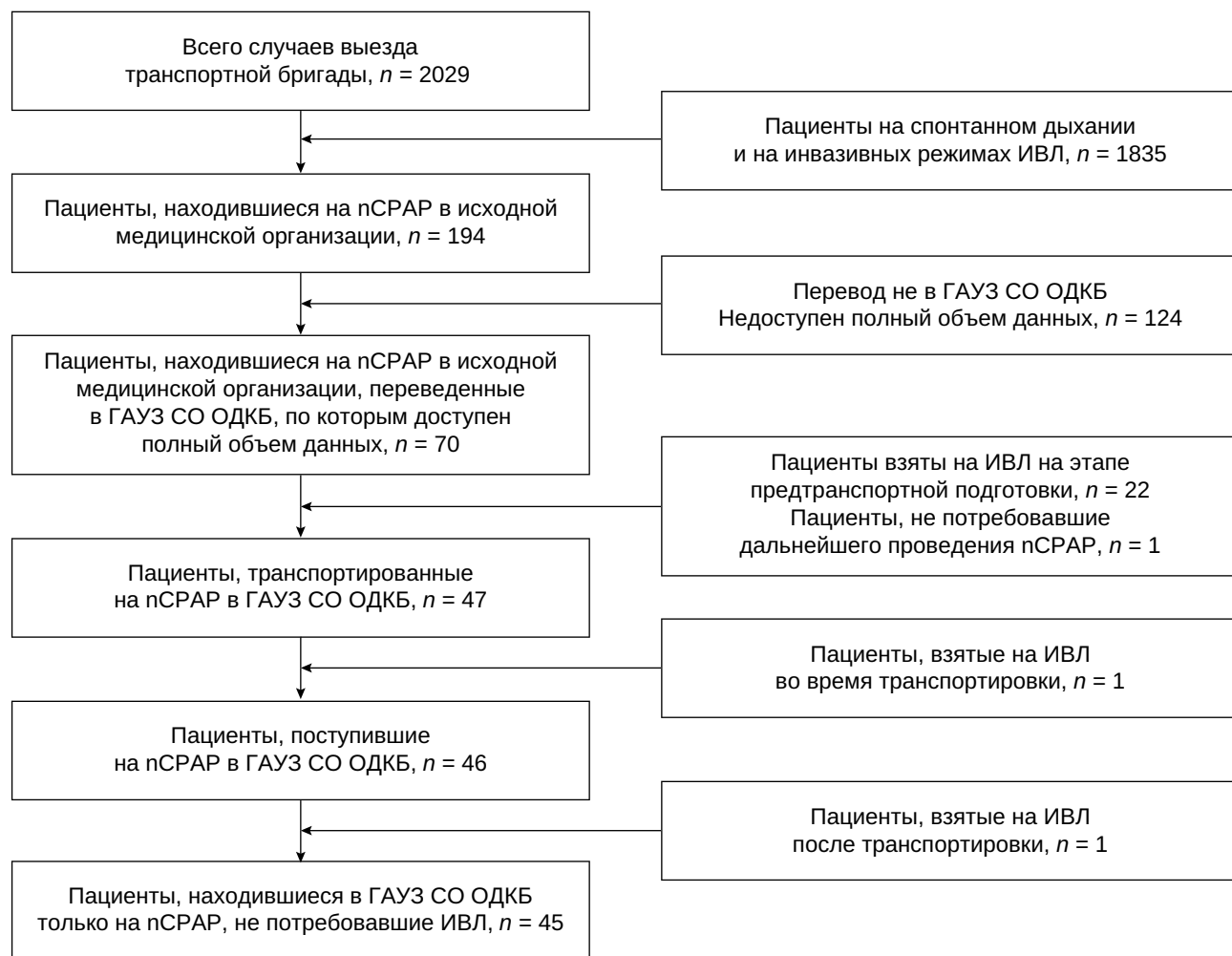


Рис. 1. Диаграмма исследования

Fig. 1. Research Design Flowchart

чим категориям гестационного возраста различий не наблюдали.

При сравнении объема стартовой респираторной поддержки (проведение пСРАР в родильном зале, введение препаратов сурфактанта, назначение кофеина, использование биназальных канюль и систем с переменным потоком) различий между группами не наблюдали (табл. 2). По суммарной дозе введенного детям сурфактанта также различий между группами не имелось (240 [120–240] мг и 240 [240–240] мг, $p = 0,941$).

При анализе параметров респираторной поддержки на момент осмотра реаниматологом транспортной бригады наблюдали различия между группами по фракции кислорода (34,0 [30,0–45,0] и 30,0 [21,0–30,0], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,002$) по вдыхаемой смеси и сатурационному индексу оксигенации (2,1 [1,6–2,6] и 1,5 [1,3–1,8], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$), табл. 3.

При анализе параметров мониторинга на этапе подготовки к транспортировке обнаружили различия между группами по уровню сатурации (93,5 [90,0–96,0] и 95,0 [94,0–97,0], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,007$) и отношения SpO_2/FiO_2 (275,8 [208,9–333,3]

и 326,7 [316,7–452,4], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$). Другие параметры мониторинга не демонстрировали различий между группами (табл. 4). Длительность предтранспортировочной подготовки не имела различий между группами (60,0 [60,0–60,0] и 60,0 [60,0–60,0], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,610$).

Давление пСРАР в группе 2 во время транспортировки составило 6,0 (5,0–6,0) см вод. ст., FiO_2 — 25,0 (21,0–30,0) %, сатурационный индекс оксигенации — 1,5 (1,3–1,9). Во время транспортировки коррекция параметров ИВЛ потребовалась 27,3 (10,8–50,2) % пациентов группы 1, в группе 2 один пациент потребовал выполнения интубации трахеи и перевода на ИВЛ (2,1 [0,1–11,3] %). Прочих действий, направленных на коррекцию параметров пСРАР, у пациентов группы 2 не потребовалось. При анализе параметров мониторинга группы не имели различий ни по одному параметру, кроме SpO_2/FiO_2 (табл. 5). Длительность транспортировки не имела различий между группами (90,0 [60,0–135,0] и 105,0 [60,0–150,0], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,268$).

При поступлении одному пациенту группы 2 потребовалось выполнить интубацию трахеи (2,2 [0,1–11,5] %), другая коррекция параметров неинвазивной поддержки пациентам группы 2 не потребовалась, коррекция па-

Таблица 1. Данные анамнеза

Table 1. Anamnestic data

Параметр	Группа 1, n = 22, Ме (IQR)	Группа 2, n = 47, Ме (IQR)	p
Возраст обращения в реанимационно-консультативный центр, ч	13,0 (7,0–34,0)	16,0 (12,0–31,0)	0,537
Возраст эвакуации, ч	39,5 (20,0–55,0)	35,0 (18,0–43,0)	0,282
Масса при рождении, г	2092,5 (1400,0–2850,0)	2040,0 (1500,0–2800,0)	0,822
Гестационный возраст, нед.	33,5 (29,0–36,0)	33,0 (31,0–36,0)	0,357
Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте, баллы	6,0 (3,0–7,0)	6,0 (5,0–7,0)	0,288
Оценка по шкале Апгар на 5-й минуте, баллы	7,0 (5,0–8,0)	7,0 (7,0–8,0)	0,231
Данные представлены в виде медианы Ме (Q1–Q3).			

Таблица 2. Стартовая респираторная поддержка

Table 2. Initial respiratory support

Параметр	Группа 1, n = 22, % (95% ДИ)	Группа 2, n = 47, % (95% ДИ)	p
пСРАР после рождения	27,3 (10,7–50,2)	36,2 (22,7–51,5)	0,587
ИВЛ маской после рождения	63,6 (40,7–82,8)	40,4 (26,4–55,7)	0,120
Порактант альфа	22,7 (7,8–45,4)	23,4 (12,3–38,0)	1,000
Кофеин бензоат	31,8 (13,9–54,9)	38,3 (24,5–53,6)	0,789
Канюля с переменным потоком	45,5 (24,4–67,8)	34,0 (20,9–49,3)	0,429
Биназальный пСРАР	63,6 (40,7–82,8)	76,6 (61,9–87,7)	0,386
Данные приведены в виде доли (%) и ее 95%-го доверительного интервала (95% ДИ), рассчитанного по Клопперу—Пирсону.			

раметров ИВЛ пациентам группы 1 выполнена в 50,0 (28,2–71,8) % случаев. При сравнении параметров мониторинга наблюдали различия только по SpO_2/FiO_2 (237,5 [190,0–330,0] и 323,3 [316,7–452,4], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,026$), табл. 6. При сравнении параметров мониторинга пациентов группы 2 не наблюдали различий между этапами.

При анализе параметров кислотно-основного состояния крови не наблюдали различий между группами по параметрам газообмена (табл. 7). Частота гипокап-

нии (45,5 [24,4–67,8] % и 34,0 [20,9–49,3] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,429$) и гиперкапнии (9,1 [1,1–29,2] % и 6,4 [1,3–17,5] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,651$) между группами не различалась.

При анализе исходов выявили различие между группами по длительности интенсивной терапии. Длительность ИВЛ у пациентов, интубированных перед транспортировкой, составила 1,0 (1,0–2,0) сут, по прочим количественным параметрам различий не наблю-

Таблица 3. Параметры nCPAP при осмотре реаниматологом транспортной бригады

Table 3. nCPAP settings during transport team evaluation

Параметр	Группа 1, $n = 22$, Me (IQR)	Группа 2, $n = 47$, Me (IQR)	p
FiO_2 , %	34,0 (30,0–45,0)	30,0 (21,0–30,0)	0,002
CPAP, см вод. ст.	6,0 (5,0–6,0)	6,0 (5,0–6,0)	0,699
Сатурационный индекс оксигенации	2,1 (1,6–2,6)	1,5 (1,3–1,8)	0,001
Данные представлены в виде медианы Me (Q1–Q3).			

Таблица 4. Показатели мониторинга при подготовке пациентов к транспортировке

Table 4. Monitoring during the preparation of patients for transportation

Параметр	Группа 1, $n = 22$, Me (IQR)	Группа 2, $n = 47$, Me (IQR)	p
Частота дыхания, в мин	50,0 (50,0–60,0)	50,0 (50,0–50,0)	0,202
Частота сердечных сокращений, в мин	144,0 (128,0–150,0)	140,0 (134,0–145,0)	0,787
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	60,0 (55,0–65,0)	60,0 (53,0–65,0)	0,985
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	35,5 (32,0–40,0)	36,0 (34,0–39,0)	0,699
Температура, °C	36,6 (36,6–36,8)	36,6 (36,6–36,7)	0,467
SpO_2 , %	93,5 (90,0–96,0)	95,0 (94,0–97,0)	0,007
SpO_2/FiO_2	275,8 (208,9–333,3)	326,7 (316,7–452,4)	0,001
Данные представлены в виде медианы Me (Q1–Q3).			

Таблица 5. Показатели мониторинга в дороге

Table 5. Monitoring during transportation

Параметр	Группа 1, $n = 22$, Me (IQR)	Группа 2, $n = 47$, Me (IQR)	p
Частота сердечных сокращений, в мин	140,0 (130,0–150,0)	142,0 (134,0–150,0)	0,595
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	60,0 (52,0–63,0)	60,0 (52,0–62,0)	0,652
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	36,0 (34,0–40,0)	36,0 (34,0–40,0)	0,817
Температура, °C	36,6 (36,5–36,8)	36,6 (36,5–36,7)	0,820
SpO_2 , %	96,0 (95,0–97,0)	96,0 (95,0–97,0)	0,830
SpO_2/FiO_2	320,0 (242,5–323,3)	376,0 (320,0–452,4)	0,008
Данные представлены в виде медианы Me (Q1–Q3).			

дали (табл. 8). При анализе исходов госпитального этапа лечения обнаружили различие по частоте развития бронхолегочной дисплазии между пациентами группы 1 и группы 2 (22,7 [7,8–45,4] % и 2,1 [0,1–11,3] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,011$). Прочие исходы (внутрижелудочковые кровоизлияния 1–2 и 3–4) не демонстрировали различий между группами (табл. 8).

Для выявления предикторов перевода пациентов на ИВЛ на этапе предтранспортировки выполнен ROC-анализ. При выполнении ROC-анализа масса при рождении и гестационный возраст не продемонстрировали предиктивной ценности в отношении прогнозирования потребности в интубации трахеи на этапе предтранспортировки (AUC ROC 0,500 [0,339–0,662] и 0,493 [0,333–0,654]) для массы тела и гестационного возраста соответственно. Приемлемую предиктивную ценность определили для сатурационного индекса оксигенации (AUC 0,799 [0,682–0,917]) и отношения SpO_2/FiO_2 (0,803 [0,687–0,919]), различий предиктивной ценности этих двух параметров не выявили (табл. 9). Отношение шансов интубации трахеи при проведении

предтранспортировки для сатурационного индекса оксигенации (при значении cut off > 1,91) составило 9,9 (2,9–32,9), для SpO_2/FiO_2 (при значении cut off < 313,3) — 8,4 (2,4–29,3).

Обсуждение

Неинвазивная респираторная поддержка является «золотым стандартом» стартовой терапии респираторного дистресс-синдрома недоношенных новорожденных и важным компонентом терапии сурфактантом, независимо от применяемого способа [18]. Данные литературы указывают, что проведение nCPAP может быть начато в исходной медицинской организации, что требует обучения и подготовки персонала [19]. B.N. Ofoegbu et al. указывают на техническую и клиническую возможность проведения неинвазивной респираторной поддержки при осуществлении межгоспитальной транспортировки и отсутствие дополнительного роста заболеваемости

Таблица 6. Мониторинг показателей транспортированных пациентов при поступлении			
Table 6. Monitoring at arrival			
Параметр	Группа 1, $n = 22$, Me (IQR)	Группа 2, $n = 46$, Me (IQR)	p
Частота сердечных сокращений, в мин	150,0 (140,0–150,0)	140,0 (130,0–150,0)	0,067
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	63,0 (54,0–70,0)	61,0 (54,0–68,0)	0,807
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	37,5 (32,0–40,0)	36,0 (32,0–40,0)	0,862
Температура, °C	36,7 (36,5–36,7)	36,6 (36,6–36,7)	0,315
SpO_2 , %	96,0 (95,0–99,0)	96,0 (95,0–97,0)	0,381
SpO_2/FiO_2	237,5 (190,0–330,0)	323,3 (316,7–452,4)	0,026
Данные представлены в виде медианы Me (Q1–Q3).			

Таблица 7. Анализ кислотно-основного состояния крови при поступлении			
Table 7. Analysis of the acid-base state of the blood at admission			
Параметр	Группа 1, $n = 22$, Me (IQR)	Группа 2, $n = 47$, Me (IQR)	p
pH	7,385 (7,330–7,420)	7,350 (7,300–7,400)	0,265
pCO_2 , мм рт. ст.	35,3 (30,0–43,0)	37,0 (32,0–42,5)	0,511
pO_2 , мм рт. ст.	65,5 (48,6–98,0)	55,0 (43,5–94,0)	0,680
BE, ммоль/л	–3,3 (–5,4 ... –1,5)	–4,3 (–6,4 ... –3,0)	0,257
Лактат, ммоль/л	3,4 (2,5–4,2)	3 (2,3–4,5)	0,857
Гликемия, ммоль/л	5,8 (4,1–8,0)	5,6 (4,6–6,7)	0,772
Данные представлены в виде медианы Me (Q1–Q3).			

[20]. Ранние публикации, несмотря на возможность применения пСРАР в отдельных клинических ситуациях при транспортировке, настоятельно рекомендовали выполнять интубацию трахеи и осуществлять ИВЛ во время транспортировки новорожденного [14]. Н.Р. Patterson et al. указывают на более высокую частоту развития синдрома утечки воздуха при начале неинвазивной респираторной поддержки в медицинской организации, не имеющей возможности проведения длительной интенсивной терапии, в сравнении с учреждениями 3-го уровня, при этом прочие исходы и отдаленные результаты не отличались [13]. В исследуемой нами выборке мы не наблюдали развития синдрома утечки воздуха ни в одной из групп. Однако в исследуемой нами выборке наблюдали различие по частоте формирования хронических заболеваний легких (22,3 [7,8–45,4] % и 2,1 [0,1–11,3] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,011$). Наблюдаемые различия могут быть обусловлены большей исходной тяжестью дыхательных нарушений среди пациентов группы 1

(FiO_2 — 34,0 [30,0–45,0] % и 30,0 [21,0–30,0] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,002$; сатурационный индекс оксигенации — 2,1 [1,6–2,6] и 1,5 [1,3–1,8] группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$; отношение $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ — 275,8 [208,9–333,3] и 326,7 [316,7–452,4], группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$) и большей долей пациентов с гестационным возрастом 25–28 нед. (22,7 [7,8–45,4] % и 4,3 [0,5–14,5] %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,030$) [21]. Н. Zein et al. указывают более оптимальное использование коечного фонда учреждений 3-го уровня при применении пСРАР в медицинских организациях 1-го и 2-го уровней и во время трансфера, что связано, прежде всего, с сокращением длительности интенсивной терапии [22]. В исследуемой выборке мы наблюдали различие по длительности интенсивной терапии между группами интубированных и неинтубированных пациентов (6,0 [2,0–11,0] сут и 3,0 [2,0–4,0] сут, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,040$). Наблюдаемые различия могут быть обусловлены, с одной стороны, фактом

Таблица 8. Исходы госпитального этапа

Table 8. Hospital outcomes

Параметр	Группа 1	Группа 2	p
	$n = 22$, Me (IQR)	$n = 47$, Me (IQR)	
Длительность интенсивной терапии, сут	6,0 (2,0–11,0)	3,0 (2,0–4,0)	0,040
Длительность пСРАР, сут	1,0 (0,0–2,0)	1,0 (1,0–2,0)	0,436
Длительность госпитализации, сут	19,0 (13,0–37,0)	19,0 (13,0–30,0)	0,463
Бинарные исходы			
Параметр	$n = 22$, % (95% ДИ)	$n = 47$, % (95% ДИ)	p
Бронхолегочная дисплазия	22,7 (7,8–45,4)	2,1 (0,1–11,3)	0,011
Внутрижелудочковое кровоизлияние I–II степени	18,2 (5,2–40,3)	4,3 (0,5–14,5)	0,077
Внутрижелудочковое кровоизлияние III–IV степени	4,6 (0,1–22,8)	2,1 (0,1–11,3)	0,539
Данные представлены в виде медианы Me (Q1–Q3) для количественных данных. Данные приведены в виде доли (%) и ее 95%-го доверительного интервала (ДИ), рассчитанного по Клопперу—Пирсону для бинарных данных.			

Таблица 9. Предикторы потребности в интубации трахеи на этапе подготовки к транспортировке

Table 9. Predictors of the tracheal intubation during preparation for transportation

Параметр	Сатурационный индекс оксигенации	$\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$
AUC (95% ДИ)	0,799 (0,682–0,917)	0,803 (0,687–0,919)
Cut-off	> 1,9	< 313,3
Чувствительность (95% ДИ)	0,619 (0,411–0,827)	0,619 (0,411–0,627)
Специфичность (95% ДИ)	0,878 (0,786–0,969)	0,836 (0,733–0,940)
PPV (95% ДИ)	0,684	0,619
NPV (95% ДИ)	0,843	0,837

проведения ИВЛ у пациентов группы 1, медиана длительности вентиляции составила 1,0 (1,0–2,0) сут, с другой стороны, большей степенью выраженности дыхательных нарушений и большей долей детей с гестационным возрастом 25–28 нед.

P. Jani et al. сообщают, что из 50 новорожденных, находившихся на пСРАР перед транспортировкой, 6 пациентов (12 %) взяты на ИВЛ перед трансфером, двое (4,5 %) потребовали перевода на ИВЛ в течение суток после поступления в учреждение 3-го уровня и 5 детей (11,3 %) были интубированы после 24 ч нахождения в стационаре 3-го уровня. По данным исследователей, интубация в дороге не потребовалась [23]. R. Manso Ruiz de la Cuesta et al. в исследовании, посвященном транспортировке детей первого года жизни на пСРАР, указывают, что при величине давления в дыхательных путях 7 (6–7) см вод. ст. интубация трахеи во время трансфера не потребовалась [24]. Наиболее крупным из отдельных исследований остается работа P.G. Murray et al. Авторы сообщают о 220 пациентах на пСРАР, из них 13 младенцев (6 %) были интубированы перед транспортировкой, в результате чего 207 младенцев транспортировались при среднем постоянном положительном давлении в носовых дыхательных путях 7 см вод. ст. Двадцати восемью младенцам (13 %) потребовалась интубация в течение 24 ч после прибытия в приемный покой, 4 младенца (2 %) были интубированы через 24 ч после прибытия, 164 ребенка (73 %) никогда не подвергались интубации [23]. В исследуемой выборке интубация трахеи на этапе предтранспортирной подготовки выполнена в 22 случаях (31,4 %), 1 пациент из 47 транспортированных на пСРАР был интубирован во время трансфера (2,1 [0,1–11,3] %) и 1 пациент (2,2 [0,1–11,5] %) взят на ИВЛ при проведении интенсивной терапии в учреждении 3-го уровня. При этом давление пСРАР в группе 2 во время транспортировки составило 6,0 (5,0–6,0) см вод. ст., FiO_2 — 25,0 (21,0–30,0) %, сатурационный индекс оксигенации — 1,5 (1,3–1,9).

R. Jordán Lucas et al. в руководстве по неонатальному трансферу указывают в качестве критерия возможности проведения пСРАР в дороге $\text{FiO}_2 < 50\%$, СРАР < 8 см вод. ст. [17]. S. Resnick et al. в ретроспективной работе 2010 г. указывают, что новорожденным, которым на момент оценки требовалось более 45–50 % кислорода, с большей вероятностью потребуется интубация позже, и, следовательно, интубация перед транспортировкой может быть рациональной [15]. В литературе имеется указание на то, что $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ перед транспортировкой является предиктором потребности увеличения параметров респираторной поддержки в дороге [26]. P.G. Murray et al. отмечают, что пациенты, потребовавшие интубации трахеи, нуждались в большей фракции кислорода в первые сутки жизни [25]. В исследуемой нами выборке пациенты, интубированные на этапе предтранспортирной подготовки, не имели различий по уровню примененного давления СРАР, однако имели различия по зависимости

от дополнительного кислорода: FiO_2 — 34,0 (30,0–45,0) % и 30,0 (21,0–30,0) %, группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,002$; сатурационный индекс оксигенации — 2,1 (1,6–2,6) и 1,53 (1,3–1,8), группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$; отношение $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ — 275,8 (208,9–333,3) и 326,7 (316,7–452,4), группа 1 и группа 2 соответственно, $p = 0,001$. При проведении ROC-анализа приемлемую предиктивную ценность показали сатурационный индекс оксигенации (AUC 0,799 [0,682–0,917]) и отношение $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ (0,803 [0,687–0,919]). Отношение шансов интубации трахеи при проведении предтранспортирной подготовки для сатурационного индекса оксигенации (при значении cut off $> 1,9$) составило 9,9 (2,9–32,9), для $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ (при значении cut off $< 313,3$) — 8,4 (2,4–29,3). Следует подчеркнуть, что решение о дальнейшей респираторной стратегии у каждого конкретного пациента принималось врачом-реаниматологом транспортной бригады не только на основании доступных объективных критериев тяжести дыхательной недостаточности, но и на основании субъективно оцениваемой работы дыхания и нарушений биомеханики дыхания, которые сложно измеряются количественно.

Ограничения исследования

Исследование носит ретроспективный характер и включает продолжительный (более 4 лет) промежуток времени. Накопление опыта неинвазивной респираторной поддержки потенциально могло увеличить успешность ее проведения в дороге и более точный выбор пациентов для трансфера на пСРАР за исследуемый период.

Сравнительно небольшая выборка пациентов, транспортированных на пСРАР, относительно которых были доступны полные данные (70 пациентов), по 124 случаям авторы не располагали полными данными.

Транспортной бригаде и большинству учреждений 1-го уровня недоступно исследование газового состава крови, что делает принятие решения о респираторной стратегии более субъективным и не позволяет включить данные исследования кислотно-основного состояния в анализ в качестве независимых переменных.

Трансфер пациентов группы 2 осуществлялся на фоне мононазального пСРАР, меньшая эффективность которого описана в литературе.

Заключение

Основным критерием перевода на ИВЛ на этапе предтранспортирной подготовки является зависимость от дополнительного кислорода при проведении пСРАР. Сатурационный индекс оксигенации (AUC 0,799 [0,682–0,917]) и отношение $\text{SpO}_2/\text{FiO}_2$ (AUC 0,803 [0,687–0,919]) обладают приемлемой предиктивной ценностью в от-

ношении потребности в интубации трахеи. Отношение шансов потребности в интубации трахеи при проведении предтранспортировки для сатурационного индекса оксигенации (при значении cut off > 1,9) составило 9,9 (2,9–32,9), для SpO₂/FiO₂ (при значении cut off < 313,3) — 8,4 (2,4–29,3).

При транспортировке пациентов с данными параметрами: CPAP — 6,0 (5,0–6,0) см вод. ст., FiO₂ — 25,0 (21,0–30,0) %, сатурационный индекс оксигенации — 1,5 (1,3–1,9), потребности в коррекции параметров неинвазивной поддержки в дороге не возникает. Вероятность перевода на ИВЛ составляет 2,1 (0,1–11,3) %.

Группа пациентов, интубированных перед транспортировкой, имеет большую продолжительность интенсивной терапии.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Все авторы в равной степени участвовали в разработке концепции статьи, получении и анализе фактических данных, написании и редакти-

ровании текста статьи, проверке и утверждении текста статьи.

Author contribution. All authors according to the ICMJE criteria participated in the development of the concept of the article, obtaining and analyzing factual data, writing and editing the text of the article, checking and approving the text of the article.

Этическое утверждение. Не требуется.

Ethics approval. Not required.

Информация о финансировании. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

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

Декларация о наличии данных. Данные, подтверждающие выводы этого исследования, находятся в открытом доступе в репозитории Mendeley Data, по адресу: <http://doi.org/10.17632/pw7nyzw6gg.1>

Data Availability Statement. The data that support the findings of this study are openly available in repository Mendeley Data at <http://doi.org/10.17632/pw7nyzw6gg.1>

ORCID авторов:

Мухаметшин Р.Ф. — 0000-0003-4030-5338

Ковтун О.П. — 0000-0002-5250-7351

Давыдова Н.С. — 0000-0001-7842-6296

Ступин М.А. — 0009-0001-7685-3435

Литература/References

- [1] Haumont D., Modi N., Saugstad O.D. et al. Evaluating preterm care across Europe using the eNewborn European Network database. *Pediatr Res.* 2020; 88(3): 484–95. DOI: 10.1038/s41390-020-0769-x
- [2] Subramaniam P., Ho J.J., Davis P.G. Prophylactic or very early initiation of Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) for preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 10(10): CD001243. DOI: 10.1002/14651858.CD001243.pub4
- [3] Мостовой А.В., Карпова А.Л., Володин Н.Н. и др. Оценка клинической практики проведения респираторной терапии и ее исходов у недоношенных новорожденных гестационного возраста 34–36 недель с респираторным дистресс-синдромом. *Анестезиология и реаниматология.* 2021; 4: 67–72. [Mostovoy A.V., Karpova A.L., Volodin N.N., et al. Evaluation of the clinical practice of respiratory therapy and outcomes in late preterm (34–36 weeks) with respiratory distress syndrome. *Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology.* 2021; 4: 67–72. (In Russ)] DOI: 10.17116/anaesthesiology202104167
- [4] Stevens T.P., Harrington E.W., Blennow M., et al. Early surfactant administration with brief ventilation versus selective surfactant and continued mechanical ventilation for preterm infants with or at risk for respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007; 4: CD003063. DOI: 10.1002/14651858.CD003063.pub3
- [5] Abdel-Latif M.E., Davis P.G., Wheeler K.I. et al. Surfactant therapy via thin catheter in preterm infants with or at risk of respiratory distress syndrome. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 5(5): CD011672. DOI: 10.1002/14651858.CD011672.pub2
- [6] Ионов О. В., Косинова Т. А., Киртбая А. Р. и др. Результаты внедрения протокола стабилизации глубоконедоношенных новорожденных в родильном зале, включающего использование по показаниям продленного вдоха в комбинации с методом CPAP. *Неонатология: новости, мнения, обучение.* 2019; 7(2): 33–41. DOI: 10.24411/2308-2402-2019-12002. [Ionov O.V., Kosinova T.A., Kirtbaya A.R. et al. Efficiency of implementation of local guideline of preterm newborns stabilization in delivery room, which includes sustained inflation of lung by indications followed by CPAP. *Neonatology: news, opinions, training.* 2019; 7(2): 33–41. DOI 10.24411/2308-2402-2019-12002 (In Russ)]
- [7] Шестак Е. В., Ковтун О. П., Ксенофонтова О. Л. и др. Эффективность и безопасность стандартизированного протокола CPAP-терапии доношенных новорожденных в родовом зале при транзитном тахипноэ: клиническое исследование с историческим контро-

- лем. Вопросы современной педиатрии. 2022; 21(4): 282–92. DOI: 10.15690/vsp.v21i4.2445. [Shestak E.V., Kovtun O.P., Ksenofontova O.L., et al. Efficacy and Safety of Standardized Protocol of CPAP Therapy for Full-Term Newborns in Delivery Room at Transient Tachypnea: Clinical Trial with Historical Control. *Current Pediatrics*. 2022; 21(4): 282–92. DOI: 10.15690/vsp.v21i4.2445 (In Russ)]
- [8] Ho J.J., Subramaniam P., Davis P.G. Continuous positive airway pressure (CPAP) for respiratory distress in preterm infants. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020; 10(10): CD002271. DOI: 10.1002/14651858.CD002271.pub3
- [9] Owen L.S., Manley B.J., Davis P.G., et al. The evolution of modern respiratory care for preterm infants. *Lancet*. 2017; 389(10079): 1649–59. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)30312-4
- [10] Hossain S., Shah P.S., Ye X.Y. et al. Canadian Neonatal Network; Australian and New Zealand Neonatal Network. 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. DOI: 10.1159/000441272
- [11] Kiran S., Murki S., Pratap O.T. et al. Nasal continuous positive airway pressure therapy in a non-tertiary neonatal unit: reduced need for up-transfers. *Indian J Pediatr*. 2015; 82(2): 126–30. DOI: 10.1007/s12098-014-1484-6
- [12] Trevisanuto D., Cavallin F., Loddo C., et al. Servizio Trasporto Emergenza Neonatale STEN Group. Trends in neonatal emergency transport in the last two decades. *Eur J Pediatr*. 2021; 180(2): 635–41. DOI: 10.1007/s00431-020-03908-w
- [13] Patterson H.R., Pollock W. A Comparison of Moderate to Late Preterm Neonates Receiving Nasal Continuous Positive Airway Pressure in Australian Tertiary and Nontertiary Centers Neonatal Netw. 2020; 39(4): 189–99. DOI: 10.1891/0730-0832.39.4.189
- [14] Simpson J.H., Ahmed I., McLaren J. et al. Use of nasal continuous positive airway pressure during neonatal transfer. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2004; 89(4): F374–F375. DOI: 10.1136/adc.2003.033159
- [15] Resnick S, Sokol J. Impact of introducing binasal continuous positive airway pressure for acute respiratory distress in newborns during retrieval: Experience from Western Australia. *J Paediatr Child Health*. 2010; 46(12): 754–9. DOI: 10.1111/j.1440-1754.2010.01834.x
- [16] Мухаметшин Р.Ф., Ковтун О.П., Давыдова Н.С., Курганский А.А. Факторы риска летального исхода новорожденных, нуждающихся в межгоспитальной транспортировке. *Общая реаниматология*. 2023;19(2):23-32. [Mukhametshin R.F., Kovtun O.P., Davydova N.S., Kurganski A.A. Mortality Risk Factors in Neonates Requiring Interhospital Transport. *General Reanimatology*. 2023;19(2):23-32. (In Russ)] DOI:10.15360/1813-9779-2023-2-2231
- [17] Jordán Lucas R., Boix H., Sánchez García L. et al; en representación de las Comisiones de Estándares y Transporte Neonatal, Sociedad Española de Neonatología. 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. DOI: 10.1016/j.anpede.2021.02.006
- [18] Sweet D.G., Carnielli V.P., Greisen G. et al. European Consensus Guidelines on the Management of Respiratory Distress Syndrome: 2022 Update. *Neonatology*. 2023; 120(1): 3–23. DOI: 10.1159/000528914
- [19] Buckmaster A. Nasal continuous positive airway pressure for respiratory distress in non-tertiary care centres: what is needed and where to from here? *J Paediatr Child Health*. 2012; 48(9): 747–52. DOI: 10.1111/j.1440-1754.2012.02537.x
- [20] Ofoegbu B.N., Clarke P., Robinson M.J. Nasal continuous positive airway pressure for neonatal back transfer. *Acta Paediatr*. 2006; 95(6): 752–3. DOI: 10.1080/08035250500482263
- [21] Higgins R.D., Jobe A.H., Koso-Thomas M. et al. Bronchopulmonary Dysplasia: Executive Summary of a Workshop. *J Pediatr*. 2018; 197: 300–8. DOI: 10.1016/j.jpeds.2018.01.043
- [22] Zein H., Yusuf K., Paul R. et al. Elective transfers of preterm neonates to regional centres on non-invasive respiratory support is cost effective and increases tertiary care bed capacity. *Acta Paediatr*. 2018; 107(1): 52–6. DOI: 10.1111/apa.14059
- [23] Jani P., Luig M., Wall M., et al. Transport of very preterm infants with respiratory distress syndrome using nasal continuous positive airway pressure. *J Neonatal Perinatal Med*. 2014; 7(3): 165–72. DOI: 10.3233/NPM-1473913
- [24] Manso Ruiz de la Cuesta R., Del Villar Guerra P., Medina Villanueva A. et al. CPAP vs oxigenoterapia convencional en lactantes trasladados por insuficiencia respiratoria [CPAP vs oxygen therapy in infants being transported due to acute respiratory failure]. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2020; 93(3): 152–60. Spanish. DOI: 10.1016/j.anpedi.2019.07.011
- [25] Murray P.G., Stewart M.J. Use of nasal continuous positive airway pressure during retrieval of neonates with acute respiratory distress. *Pediatrics*. 2008; 121(4): e754–e758. DOI: 10.1542/peds.2007-0251
- [26] Muniyappa B., Honey G., Yoder B.A. Efficacy and Safety of Nasal High-Flow Therapy for Neonatal Transport. *Air Med J*. 2019; 38(4): 298–301. DOI: 10.1016/j.amj.2019.04.005