

УДК 616-073.432.19[(616-053.31:616.233/24-007.17):(616-084:615.835:615.23)]

DOI: 10.36604/1998-5029-2026-100-88-101

ВЛИЯНИЕ ИНГАЛЯЦИОННОГО ВВЕДЕНИЯ ТАУРАКТАНТА НОВОРОЖДЁННЫМ С РИСКОМ РАЗВИТИЯ БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ДИСПЛАЗИИ НА КЛИНИЧЕСКИЕ И УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕСПИРАТОРНОГО СТАТУСА

Е.В.Шестаков^{1,2}, В.Ю.Старков^{1,2}, В.С.Макаров^{1,2}, Д.С.Додров¹, Д.В.Светлакова^{1,2}, Т.С.Адылов^{1,2},
М.В.Евдокимова¹

¹Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр», 620066, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, 9

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, 620028, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

РЕЗЮМЕ. Введение. Бронхолегочная дисплазия (БЛД) – частое хроническое заболевание лёгких у недоношенных, ассоциированное с высоким риском респираторных и неврологических нарушений и смертностью. В качестве нового рекомендованного подхода к профилактике рассматривается ингаляционное применение таурактанта. **Цель:** оценить влияние ингаляционного введения таурактанта новорождённым с риском развития БЛД на клинические и ультразвуковые характеристики респираторного статуса. **Материалы и методы.** Исследование проводилось в ГБУЗ СО «ЕКПЦ» с 27.01.2024 по 31.12.2025, был включён 31 ребёнок, родившийся на сроке гестации <30 недель, получавший на 8–14-е сутки жизни респираторную терапию назальным постоянным положительным давлением в дыхательных путях (СРАР – англ. Continuous Positive Airway Pressure) или искусственную вентиляцию лёгких (ИВЛ). Осуществляли регистрацию балльных оценок ультразвукового исследования лёгких (УЗ-баллов) ежедневно до и после ингаляции таурактантом. **Результаты.** Из 10 эпизодов смены вида респираторной поддержки в период 1–5-го дня курса в 9 случаях была отмечена деэскалация, при этом в 6-ти случаях улучшение респираторного статуса наступало на 1-2-е сутки применения препарата. В общей выборке и группе исходного СРАР было зарегистрировано статистически значимое снижение УЗ-баллов ($p < 0,001$) за 1–5-й дни; в группе ИВЛ значимых изменений не отмечалось ($p > 0,05$). **Заключение.** Пятидневная ингаляционная профилактика таурактантом у недоношенных с риском БЛД ассоциировалась с ранней тенденцией к деэскалации респираторной поддержки и выраженным улучшением ультразвуковой картины у пациентов на назальном СРАР, тогда как у детей на ИВЛ выраженного эффекта не было получено.

Ключевые слова: новорожденные, бронхолегочная дисплазия, сурфактант, таурактант, ингаляция, ультразвуковое исследование лёгких.

IMPACT OF INHALED TAURACTANT ADMINISTRATION IN NEWBORNS AT RISK OF BRONCHOPULMONARY DYSPLASIA ON CLINICAL AND ULTRASOUND CHARACTERISTICS OF RESPIRATORY STATUS

Е.В.Шестаков^{1,2}, В.Ю.Старков^{1,2}, В.С.Макаров^{1,2}, Д.С.Додров¹, Д.В.Светлакова^{1,2}, Т.С.Адылов^{1,2}, М.В.Евдокимова¹

¹Yekaterinburg Clinical Perinatal Center, 9 Komsomolskaya Str., Yekaterinburg, 620066, Russian Federation

²Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, 3 Repina Str., Yekaterinburg, 620028, Russian Federation

Контактная информация

Евгений Вячеславович Шестаков, канд. мед. наук, зав. отделением реанимации и интенсивной терапии новорождённых, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр», 620066, Россия, г. Екатеринбург, ул. Комсомольская, 9. E-mail: shestakev@yandex.ru

Correspondence should be addressed to

Evgenii V. Shestak, MD, PhD (Med.), Head of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center, 9 Komsomolskaya Str., Yekaterinburg, 620066, Russian Federation. E-mail: shestakev@yandex.ru

Для цитирования:

Шестаков Е.В., Старков В.Ю., Макаров В.С., Додров Д.С., Светлакова Д.В., Адылов Т.С., Евдокимова М.В. Влияние ингаляционного введения таурактанта новорождённым с риском развития бронхолегочной дисплазии на клинические и ультразвуковые характеристики респираторного статуса // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2026. Вып.100. С.88–101. DOI: 10.36604/1998-5029-2026-100-88-101

For citation:

Shestak E.V., Starkov V.Yu., Makarov V.S., Dodrov D.S., Svetlakova D.V., Adylov T.S., Evdokimova M.V. Impact of inhaled tauractant administration in newborns at risk of bronchopulmonary dysplasia on clinical and ultrasound characteristics of respiratory status. *Bulleten' fiziologii i patologii dyhaniâ* = *Bulletin Physiology and Pathology of Respiration* 2026; (100):88–101 (in Russian). DOI: 10.36604/1998-5029-2026-100-88-101

SUMMARY. Introduction. Bronchopulmonary dysplasia (BPD) is a common chronic lung disease in preterm infants, associated with a high risk of respiratory and neurological complications and mortality. Inhaled tauractant administration has recently been proposed as a novel preventive strategy. **Aim.** To evaluate the effect of inhaled tauractant on clinical and ultrasound characteristics of respiratory status in newborns at risk of BPD. **Materials and Methods.** The study was conducted at the Sverdlovsk Region State Healthcare Institution "Yekaterinburg Clinical Perinatal Center" from January 27, 2024, to December 31, 2025. Thirty-one infants with gestational age <30 weeks receiving nasal continuous positive airway pressure (CPAP) or mechanical ventilation (MV) on days 8–14 of life were included. Lung ultrasound scores (LUS) were recorded daily before and after tauractant inhalation. **Results.** Among 10 episodes of respiratory support modality change during days 1–5 of treatment, de-escalation occurred in 9 cases; in 6 of these, respiratory improvement was observed within the first 1–2 days of therapy. Statistically significant reductions in LUS were documented over days 1–5 in the overall cohort and specifically in the CPAP subgroup ($p < 0.001$). No significant changes were observed in the MV subgroup ($p > 0.05$). **Conclusion.** A five-day course of inhaled tauractant prophylaxis in preterm infants at risk of BPD was associated with early trends toward respiratory support de-escalation and marked improvement in lung ultrasound findings among infants on nasal CPAP, whereas no pronounced effect was observed in those receiving mechanical ventilation.

Бронхолёгочная дисплазия (БЛД) остаётся одной из ведущих причин поздней заболеваемости у недоношенных новорождённых и формирует комплекс долгосрочных респираторных осложнений у выживших детей [1]. Несмотря на прогресс в понимании патогенеза, механизмы повреждения незрелых лёгких остаются не полностью раскрытыми, а эффективность многих профилактических и терапевтических подходов ограничена.

Частота БЛД у крайне недоношенных детей остаётся высокой и существенно варьирует между странами и исследованиями [2]. По данным систематизированного анализа публикаций у детей, родившихся на сроке <28 недель гестации, она колеблется в зависимости от дизайна работы и критериев отбора, а при использовании популяционных выборок с определением БЛД по потребности в кислороде в 36 недель постконцептуального возраста, частота встречаемости заболевания также демонстрирует значимый разброс [3]. Согласно клиническим рекомендациям по БЛД 2024 г., популяционная частота заболевания в Российской Федерации в целом неизвестна; в отдельных регионах она составляет 0,13–0,28% среди всех родившихся [4]. В группе высокого риска находятся недоношенные со сроком гестации <30 недель и массой тела <1500 г, частота дисплазии у которых достигает 20%, при этом с уменьшением гестационного возраста и массы риск формирования БЛД возрастает [4, 5]. С учётом увеличения показателя выживаемости новорождённых на ранних сроках беременности, сохраняется потребность в развитии и оценке профилактических стратегий БЛД. В указанных выше клинических рекомендациях описана методика позднего ингаляционного введения легочного сурфактанта «Сурфактант-БЛ» (международное непатентованное наименование: таурактант) – природного высокоочищенного препарата, получаемого из лёгочной ткани крупного рогатого скота, с целью профилактики БЛД у новорождённых с высоким риском её формирования и ранними признаками повреждения лёгких [4]. Стоит отметить, что убедительных доказательств эффектив-

ности данного профилактического мероприятия в настоящий момент нет.

В рекомендациях и обзорах сурфактант-заместительная терапия рассматривается как патогенетическое лечение респираторного дистресс-синдрома (РДС). При этом обсуждение сурфактантной стратегии закономерно выходит за пределы «быстрой коррекции газообмена» и включает профилактику БЛД: чем раньше удастся стабилизировать лёгочную аэрацию и снизить потребность в инвазивной вентиляции/высокой фракции O_2 , тем меньше вклад вентиляционно-индуцированного повреждения в развитие БЛД [6–8].

Эволюция поиска оптимального введения сурфактанта развивалась от малоэффективного аэрозольного [9] до классического эндотрахеального способа, демонстрирующего выраженный положительный эффект на механику лёгких и клинические проявления РДС [10]. Однако эндотрахеальная инстилляционная интубационная трубка у глубоко недоношенных может проявляться эпизодами нестабильности – десатурации и брадикардии, а непродолжительная механическая искусственная вентиляция лёгких (ИВЛ) рассматривается как фактор риска развития БЛД [8]. Дальнейшее развитие терапии РДС привело к появлению менее инвазивных способов введения сурфактанта – INSURE (англ. Intubation-Surfactant-Extubation, интубация-сурфактант-экстубация) и LISA (англ. Less Invasive Surfactant Administration, малоинвазивное введение сурфактанта), ставших важным шагом к уменьшению потребности в интубации и сокращению экспозиции ИВЛ [7, 11, 12]. Вместе с тем перечисленные методы не устраняют полностью воздействие на гортань и трахею ребёнка, оставаясь инвазивными манипуляциями.

Описаны исследования по применению «Сурфактанта-БЛ» в российской клинической практике. Препарат эффективен во взрослой реаниматологии при остром лёгочном повреждении, остром РДС, кардиохирургических вмешательствах как компонент комплексного лечения, причем ключевое значение имеют сроки начала и путь его введения [13–15]. Также имеется положительный опыт ингаляционного введения

«Сурфактанта-БЛ» при тяжёлых пневмониях, вызванных COVID-19 [16]. Важно отметить, что данные по применению препарата у новорождённых детей не столь однозначны.

В этой связи объективизация мониторинга состояния лёгких у недоношенных детей на фоне профилактических вмешательств представляется актуальной задачей. Для ее решения рассматривается использование ультразвукового исследования (УЗИ) лёгких как доступного инструментального метода, применимого у постели пациента, позволяющего с высокой чувствительностью выполнять диагностику респираторных нарушений у новорождённых детей и оценивать динамику эхографических признаков [17]. Следует также отметить слабую изученность влияния ингаляционной терапии (для профилактики БЛД) «Сурфактантом-БЛ» на ультразвуковой профиль лёгких у новорождённых.

Ранее нами были опубликованы результаты пилотного проспективного исследования динамики ультразвуковой картины лёгких при ингаляционной профилактике БЛД препаратом «Сурфактант-БЛ» у крайне недоношенных 14 новорождённых [18]. В настоящей работе представлены финальные данные исследования с расширением периода наблюдения до двух лет и увеличением выборки пациентов, что позволяет сделать более полные и достоверные выводы.

Цель исследования: оценить влияние ингаляционного введения таурактанта новорождённым с риском развития БЛД на клинические и ультразвуковые характеристики респираторного статуса.

Материалы и методы исследования

Проведено проспективное одноцентровое исследование в отделении реанимации и интенсивной терапии новорождённых (ОРИТН) Государственного бюджетного учреждения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр» (ГБУЗ СО «ЕКПЦ») в период 27.01.2024–31.12.2025. Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом ГБУЗ СО «ЕКПЦ» (№9 от 25.01.2024). От законных представителей было получено информированное добровольное согласие на проведение диагностических и лечебных процедур и использование обезличенных данных в научных целях.

В исследование включали новорождённых с гестационным возрастом (ГВ) <30 недель, находившихся на 8–14-е сутки жизни на инвазивной искусственной вентиляции лёгких (ИВЛ) или назальной СРАР-терапии (СРАР – англ. Continuous Positive Airway Pressure, постоянное положительное давление в дыхательных путях), с отсутствием признаков инфекционного процесса или иной причины дыхательной недостаточности, кроме синдрома дыхательных расстройств новорождённого (МКБ-10: P22.0) на момент включения. Диагностику инфекционных заболеваний и назначение антибактериальной терапии проводили согласно разработанному в ГБУЗ СО «ЕКПЦ» локаль-

ному протоколу [19]. Исключали пациентов при выявлении в ходе наблюдения инфекционного заболевания, прерывании курса ингаляций по любым причинам.

УЗИ лёгких выполняли врачи ОРИТН, регулярно применяющие метод в клинической практике и имеющие опыт ≥ 50 самостоятельных исследований. Регистрацию балльных оценок осуществляли в индивидуальной регистрационной карте (ИРК) с последующим переносом в электронную базу данных. Данные об аппаратах респираторной терапии, аппарате УЗИ, ИРК, памятке исследователя подробно были представлены в нашей предыдущей публикации [18].

При выполнении критериев включения УЗИ проводили дважды: непосредственно перед ингаляцией и через 30 минут после неё; исследования выполняли ежедневно на протяжении всего курса терапии. Результаты УЗИ не использовали для изменения тактики респираторной поддержки или корректировки лечения, а только для динамического мониторинга ультразвуковой картины лёгких.

Сканирование выполняли линейным УЗ-датчиком в продольной и поперечной плоскостях в 6 зонах с каждой стороны (передние верхняя/нижняя, боковые верхняя/нижняя, задние верхняя/нижняя). Каждой зоне присваивали 0–3 балла по шкале Brat R. и соавт. [20]: 0 – А-линии или <3 В-линий в межреберье; 1 – множественные В-линии на фоне А-линий; 2 – «белое лёгкое», компактные В-линии, единичные субплевральные консолидации; 3 – массивные консолидации. Максимальный суммарный балл мог достигать 36 (чем больше сумма – тем ниже аэрация лёгких).

Препарат «Сурфактант-БЛ» (таурактант; по международной системе классификации лекарственных средств – АТХ R07AA) применяли ингаляционно в фиксированной разовой дозе 75 мг независимо от массы тела. Введение осуществляли с помощью аэрозольного ингалятора Aeroneb (Aerogen, Ирландия). Терапию начинали на 8–14-е сутки жизни; курс включал 5 ингаляций. Процедуру выполняли согласно инструкции к препарату. Ингалятор подключали к дыхательному контуру через Т-адаптер. При инвазивной ИВЛ ингалятор устанавливали на контуре вдоха после увлажнителя максимально близко к пациенту; на время ингаляции проксимальный датчик потока удаляли. При СРАР-терапии посредством системы Infant Flow driver ингалятор подключали в зоне соединения гофрированного участка контура с генератором потока. Ингаляцию продолжали до полного опустошения камеры (в среднем 7–10 минут).

С целью респираторной поддержки проводили инвазивную ИВЛ в режимах вспомогательной тайм-циклической вентиляции с управлением по давлению без опции гарантированного дыхательного объёма. Фракцию вдыхаемого кислорода (FiO_2) подбирали для поддержания целевой периферической сатурации крови (SpO_2) на уровне 91–95%. Положительное давление в

конце выдоха (ПДКВ, РЕЕР) составляло 6 см водного столба (H₂O). Пиковое давление (PiP, Peak inspiratory pressure) подбирали для достижения дыхательного объёма выдоха в диапазоне 4–6 мл/кг. Частоту аппаратных вдохов устанавливали в пределах 20–40 в минуту с коррекцией по газовому составу крови и респираторному драйву пациента.

Назальную СРАР-терапию проводили в двухфазном режиме (частота – 30 в минуту, время вдоха – 1,0 секунда, среднее давление в дыхательных путях 5–7 см H₂O, разница между верхним и нижним уровнем давления 3 см H₂O). Допускали поэтапное снижение параметров и переход в монофазный режим со средним давлением 4 см H₂O. Решение об экстубации и прекращении СРАР принимали коллегиально на основании клинического состояния пациента; после экстубации пациентов переводили на назальный СРАР.

Первичную обработку данных выполняли в Microsoft Excel 2016; статистический анализ – в BioStat v7.6.5.0. (AnalystSoft Inc., США). Нормальность распределения выборки оценивали с помощью критериев Шапиро-Уилка и Колмогорова-Смирнова. В случае несоответствия закону нормального распределения дан-

ные были представлены в виде медианы и межквартильного размаха: Me [Q1; Q3], а также минимума и максимума (min-max). Номинальные данные описывали абсолютными значениями и долями (%). Для сравнения независимых групп применяли U-критерий Манна-Уитни. Для анализа динамики показателей при повторных измерениях использовали критерий Уилкоксона. Для сравнения категориальных признаков применяли χ^2 Пирсона; при ожидаемых частотах <10 – χ^2 с поправкой Йейтса, при <5 – точный критерий Фишера. Уровень статистической значимости – двусторонний при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Критериям включения в исследование соответствовали 39 новорождённых. Из них были исключены 8 пациентов (в связи с выявленными инфекцией (n = 5) и гемодинамически значимым открытым артериальным протоком (n = 3)). В итоге, после применения критериев исключения основную выборку составил 31 ребёнок. По типу респираторной поддержки до первой ингаляции «Сурфактанта-БЛ» были выделены группы: ИВЛ (n = 14) и СРАР (n = 17) (рис.).



Рис. Формирование выборки новорождённых детей и распределение по группам в зависимости от типа респираторной поддержки до первой ингаляции «Сурфактанта-БЛ».

В таблице 1 представлены перинатальный анамнез и госпитальные исходы новорождённых основной выборки исследования. Среди материнских и перинатальных факторов риска развития дыхательных нарушений у новорождённых с одинаковой частотой (по 19,3%) встречались сахарный диабет, хориоамнионит и длительный безводный период. Мать являлась носителем стрептококка группы В в 6,4% случаев. Полный курс антенатальной стероидной профилактики РДС получили 58,0% женщин, неполный – 29,0%. Родоразрешение путём кесарева сечения выполнялось в большинстве (80,6%) случаев. Медиана гестационного возраста новорождённых составила 26 недель, доля мальчиков – 48,4%. Серединное значение массы тела при рождении – 900 г (наиболее маловесный ребёнок имел массу 430 г), оценок по шкале Апгар – 5 баллов

на 1-й минуте и 7 баллов на 5-й минуте. В родильном зале ИВЛ проводилась 38,7% новорождённых, СРАР – 61,3%. Медиана FiO₂ составляла 30%. Более чем в половине случаев (54,8%) первый сурфактант вводился малоинвазивным методом. Повторное введение сурфактанта потребовалось у 51,6% пациентов. Во всех случаях для терапии РДС в первый часы жизни у недоношенных детей применялся сурфактант «Порактант альфа», который не имеет непосредственного отношения к профилактике БЛД «Сурфактантом-БЛ» на 8–14 сутки жизни. Необходимость введения сурфактанта отражает тяжесть РДС в первые сутки жизни и соотносится с ГВ: чем ниже ГВ тем более незрелые лёгкие, тяжелее клинические проявления дыхательных нарушений и выше потребность в терапии РДС сурфактантом.

Таблица 1

Материнские и перинатальные факторы, параметры новорождённых и госпитальные исходы

| Показатели | Результаты |
|---|----------------------------|
| <i>Анамнез беременности и родов</i> | |
| Сахарный диабет, в том числе гестационный, абс. число (%) | 6 (19,3) |
| Хориоамнионит, абс. число (%) | 6 (19,3) |
| Мать – носитель стрептококка группы В, абс. число (%) | 2 (6,4) |
| Длительный безводный период, абс. число (%) | 6 (19,3) |
| Стероидная профилактика полным курсом, абс. число (%) | 18 (58,0) |
| Стероидная профилактика неполным курсом, абс. число (%) | 9 (29,0) |
| Кесарево сечение, абс. число (%) | 25 (80,6) |
| <i>Исходные характеристики пациентов</i> | |
| Гестационный возраст (недели), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 26 [25,5; 28] (23-29) |
| Мужской пол, абс. число (%) | 15 (48,4) |
| Масса тела при рождении (г), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 900 [765; 1015] (430-1590) |
| Оценка по шкале Апгар на 1-й мин (баллы), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 5 [4; 6] (2-7) |
| Оценка по шкале Апгар на 5-й мин (баллы), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 7 [6; 7,5] (4-8) |
| <i>Ранняя респираторная терапия</i> | |
| ИВЛ в родильном зале, абс. число (%) | 12 (38,7) |
| CPAP в родильном зале, абс. число (%) | 19 (61,3) |
| FiO ₂ в родильном зале (%), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 30 [30; 40] (21-60) |
| Первый сурфактант введён методом LISA, абс. число (%) | 17 (54,8) |
| Первый сурфактант введён методом INSURE, абс. число (%) | 2 (6,4) |
| Первый сурфактант введён в ЭТТ, абс. число (%) | 12 (38,7) |
| Повторно введён сурфактант, абс. число (%) | 16 (51,6) |
| <i>Вид вскармливания при выписке</i> | |
| Естественное, абс. число (%) | 22 (71,0) |
| Смешанное, абс. число (%) | 5 (16,1) |
| Искусственное, абс. число (%) | 4 (12,9) |
| <i>Диагнозы новорождённых</i> | |
| Ранний неонатальный сепсис, абс. число (%) | 3 (9,7) |
| Врождённая пневмония, абс. число (%) | 24 (77,4) |
| Уреаплазменная пневмония, абс. число (%) | 2 (6,4) |
| ИСПП, абс. число (%) | 4 (12,9) |
| Лёгкая БЛД, абс. число (%) | 8 (25,8) |
| Среднетяжёлая БЛД, абс. число (%) | 12 (38,7) |
| Тяжёлая БЛД, абс. число (%) | 6 (19,3) |
| ВЖК 1 степени, абс. число (%) | 9 (29,0) |
| ВЖК 2 степени, абс. число (%) | 4 (12,9) |
| ВЖК 3 степени, абс. число (%) | 4 (12,9) |
| Ишемия головного мозга легкой и средней степени тяжести, абс. число (%) | 24 (77,4) |
| Ишемия головного мозга тяжёлой степени, абс. число (%) | 6 (19,3) |
| <i>Сроки</i> | |
| Время включения в исследование (суток жизни), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 9 [8; 11] (8-14) |
| Общая продолжительность госпитализации (суток), Ме [Q1; Q3] (min-max) | 91 [72; 99,5] (51-120) |

Примечание: ЭТТ – эндотрахеальная трубка; ИСПП – инфекция специфичная для перинатального периода; ВЖК – внутрижелудочковое кровоизлияние.

При выписке большинство детей находились на естественном вскармливании. Важно отметить, что на момент включения в исследование пациенты были в стадии реконвалесценции ранних неонатальных инфекций – сепсиса, врождённой пневмонии и инфекции специфичной для перинатального периода (ИСПП). Пневмоторакс у детей основной выборки зарегистрирован не был, а лёгочное кровотечение до 7 суток жизни было только у одного пациента. БЛД различной степени тяжести формировалась у большинства пациентов: лёгкая – у 25,8%, среднетяжёлая – у 38,7%, тяжёлая – у 19,3%. Внутрижелудочковые кровоизлияния (ВЖК) 1 степени отмечались у 29,0% детей, 2 степени – у 12,9%, 3 степени – у 12,9%. Ишемия головного мозга лёгкой и средней степени тяжести наблюдалась у 77,4% новорождённых, тяжёлой степени – у 19,3%. Медиана возраста включения в исследование составила 9 суток жизни, общей продолжительности госпитализации – 91 день.

В таблице 2 представлено сравнение параметров респираторной поддержки и ультразвуковой оценки лёгких у новорождённых до начала курса ингаляций «Сурфактанта-БЛ» (перед 1-й дозой) и после его завершения (после 5-й дозы). Число пациентов, находившихся на ИВЛ, составило 14 (45,1%) до начала курса и 13 (41,9%) после 5-й ингаляции. Доля пациентов на СРАР снизилась с 17 (54,8%) до 9 (29,0%). Число детей,

получавших респираторную поддержку через низкопоточные назальные канюли (НПК), увеличилось с 0 до 5 ($p = 0,026$). Частота терапии O_2 свободным потоком (O_2 -терапия) составила 0 случаев до начала исследования и 4 (12,9%) после завершения курса. Пиковое давление вдоха анализировалось только у 12 пациентов, оставшихся на инвазивной вентиляции на протяжении всего курса, в связи с экстубацией двух детей. Напротив, один из пациентов, изначально находившихся на СРАР, был интубирован и переведён на ИВЛ. Медиана PiP увеличилась с 18,5 до 20 см H_2O . Медиана FiO_2 не изменилась в динамике и составила 30%. При этом, срединное значение баллов по данным УЗИ лёгких снизилась с 23 до 19 со статистически значимой разницей ($p < 0,001$).

В целом, за период наблюдения между 1-м и 5-м днём курса у 10 пациентов отмечалась смена вида респираторной поддержки. В одном случае ребёнку, исходно находившемуся на СРАР, потребовалась интубация; в остальных 9 случаях было зарегистрировано снижение интенсивности респираторной терапии. В группе ИВЛ двое пациентов были экстубированы и к завершению курса переведены на свободную подачу O_2 . В группе СРАР пятеро детей переведены на назальные канюли (НПК), ещё двое – на свободную подачу O_2 .

Таблица 2

Изменение респираторных показателей и показателей УЗИ: 1-я и 5-я ингаляция (n = 31)

| Респираторная терапия, УЗИ | до ингаляции 1-й дозы | после ингаляции 5-й дозы | p |
|--|------------------------------|----------------------------|--------|
| ИВЛ, абс. число (%) | 14 (45,1) | 13 (41,9) | 0,798 |
| СРАР, абс. число (%) | 17 (54,8) | 9 (29,0) | 0,072 |
| НПК, абс. число (%) | 0 (0) | 5 (16,1) | 0,026 |
| O_2 -терапия, абс. число (%) | 0 (0) | 4 (12,9) | 0,112 |
| PiP на ИВЛ (см H_2O), Me [Q1; Q3] / (min-max) | 18,5 [15,5; 20,75] / (13-24) | 20 [17,5; 21,25] / (13-25) | 0,069 |
| FiO_2 (%), Me [Q1; Q3] / (min-max) | 30 [25; 30] / (21-70) | 30 [25; 35] / (21-65) | 0,065 |
| УЗИ (баллы), Me [Q1; Q3] / (min-max) | 23 [20; 24] / (13-36) | 21 [13,5; 24] / (1-36) | <0,001 |

Примечание: НПК – низкопоточные канюли; см H_2O – сантиметров водного столба, мера измерения давления.

Далее нами был проведён сравнительный анализ FiO_2 и суммарного балла УЗИ лёгких до начала курса ингаляций «Сурфактанта-БЛ» (перед 1-й дозой) и после его завершения (после 5-й дозы) в двух группах пациентов, сформированных в зависимости от вида респираторной поддержки на момент включения в исследование. В группе ИВЛ медиана FiO_2 увеличилась с 30 [25; 33,75]% до 35 [27,5; 40]%, однако различия были статистически незначимы ($p = 0,058$). Медиана суммарного балла УЗИ лёгких составила 24 [22; 26,75] до начала терапии и 24,5 [22,25; 29,25] после её завершения ($p = 0,693$). В группе СРАР показатели FiO_2 также статистически не изменились – до и после курса

составили 30 [25; 30]% ($p = 0,656$). Медиана суммарного балла УЗИ лёгких снизилась с 22 [20; 24] до 16 [12; 18] ($p < 0,001$).

При статистическом анализе значимые различия выявлялись только по двум параметрам: увеличение частоты применения НПК в динамике ($p = 0,026$) и снижение суммарного балла УЗИ лёгких при сравнении до 1-й и после 5-й ингаляции ($p < 0,001$). По количеству пациентов, находящихся на респираторной терапии ИВЛ, СРАР и O_2 , а также по значениям PiP и FiO_2 статистически значимых различий не было получено ($p > 0,05$).

Лёгочный сурфактант – это система поверхностно-

активных фосфолипидов и белков, обеспечивающая низкое поверхностное натяжение и стабильность альвеол в конце выдоха. У недоношенных дефицит и функциональная незрелость сурфактантной системы лежат в основе РДС, определяя выраженность ателектазирования, потребность в кислороде и положительном давлении в дыхательных путях. Воспалительно-повреждающий каскад на фоне незрелости лёгких: ранняя нестабильность аэрации, потребность в агрессивной вентиляции и кислороде создают условия для формирования хронического повреждения, которое клинически реализуется как БЛД [21, 22].

Всем пациентам нашего исследования сурфактант «Порактант альфа» был введён в первый час жизни, а 51,6% детей потребовалось повторное его назначение. Стратегия применения сурфактанта была направлена на малоинвазивное введение, как один из способов уменьшения инвазивности респираторной терапии, снижения вероятности лёгочного повреждения и ранней профилактики БЛД.

Ингаляционная (небулайзерная) доставка сурфактанта логически продолжает тренд минимальной инвазии в организм ребёнка и профилактики БЛД [23, 24]. Важно отметить, что клинический эффект ингаляций определяется не только назначенной дозой препарата, но и реальной лёгочной депозицией действующего вещества. При проведении неинвазивной респираторной поддержки у новорождённых доставка аэрозольных препаратов сопровождается рядом физиологических и технических ограничений. У недоношенных преобладает носовое дыхание, дыхательные пути имеют малый просвет, частота дыхания высокая, в итоге значимая доля частиц оседает в верхних отделах дыхательных путей, а время их задержки в лёгких уменьшается, что снижает эффективную лёгочную дозу сурфактанта [25]. Отдельно показано, что существенную роль играет положение небулайзера в контуре. По мере увеличения расстояния между небулайзером и интерфейсом генератора СРАР доля сурфактанта, достигающая лёгких, уменьшается. Наиболее рациональным считается размещение небулайзера непосредственно перед интерфейсом. При этом тип используемого интерфейса, согласно данным моделирования, не оказывает значимого влияния на объём доставленного сурфактанта [26]. Для ингаляционного введения сурфактанта применяют компрессорные, ультразвуковые и мембранные (mesh) небулайзеры [27]. Наиболее предпочтительными считаются mesh-устройства: они формируют аэрозоль с мелким размером частиц (обычно менее 3 мкм), не увеличивают поток газа в дыхательном контуре и не нагревают препарат, что потенциально улучшает доставку и снижает риск деградации лекарственного средства [28]. Именно mesh-небулайзер был использован в нашем исследовании, который также применяется в рутинной работе ОРИТН для ингаляционного введения любых препаратов.

Имеется ряд исследований по ингаляционным введениям именно экзогенных сурфактантов. Одна из работ показала снижение частоты интубации у новорождённых 29–33⁶ недели гестации на СРАР при использовании ингаляционного введения «Порактант альфа» [23]. Другое рандомизированное контролируемое исследование, напротив не показало уменьшения тяжести дыхательной недостаточности в первые 72 часа у пациентов на СРАР с ингаляцией «Порактант альфа» и без ингаляций [29]. Систематический обзор и мета-анализ 2021 года исследований по небулайзерной терапии РДС показал снижение частоты интубации в отдельных подгруппах, при этом убедительных различий по ключевым неонатальным исходам не выявлено, а качество доказательности оценивалось как низкое [30]. Мета-анализ 2024 года показал значимость сравнительной оценки различных стратегий сурфактантной терапии (эндотрахеально, LISA, ингаляционно и др.) с необходимостью учитывать многообразие клинических факторов и гетерогенность протоколов [31]. Указанные исследования поддерживают ключевой для профилактики БЛД тезис: ингаляционное введение сурфактанта – это потенциальный способ снизить частоту интубации и ИВЛ у части недоношенных, однако результат крайне зависим от технологии доставки, интерфейса и реальной лёгочной дозы, что требует дальнейшего изучения и тщательной стандартизации протоколов.

В неонатологии результаты применения «Сурфактанта-БЛ» оцениваются неоднозначно. В литературе представлен ретроспективный анализ, где сопоставляли «Порактант альфа» и «Сурфактант-БЛ» у недоношенных с РДС: в группе, получавших первый препарат, доля детей с потребностью в кислороде <40% увеличилась через 3 и 24 часа после введения (до 44,4% и 66,7% соответственно), тогда как при использовании «Сурфактанта-БЛ» этот показатель в указанные сроки оставался существенно ниже (около 8%) и практически не отличался от контроля. Аналогично, динамика параметров ИВЛ у новорождённых, получавших «Сурфактант-БЛ», не демонстрировала достоверных отличий от контрольной группы, тогда как «Порактант альфа» ассоциировался с сокращением длительности ИВЛ, периода кислородозависимости и сроков пребывания в отделении интенсивной терапии [32]. При этом данные по ингаляционному применению «Сурфактанта-БЛ» выглядят более обнадеживающими. Описан опыт отсроченной ингаляционной терапии у четырёх новорождённых с экстремально низкой массой тела: двое получали препарат на фоне ИВЛ, ещё двое на фоне назальной СРАР-терапии. Несмотря на наличие к концу первого месяца жизни признаков, соответствующих БЛД, после курса ингаляций у всех детей исчезла кислородная зависимость, и в дальнейшем признаки БЛД не регистрировались [33]. Хотя представленный опыт был ограничен небольшим числом наблюдений, акцент именно на исчезновении кислоро-

дозависимости и отсутствии дальнейших признаков БЛД в описанной работе делает её предшественником нашей концепции [33]. В одном исследовании отмечается, что введение экзогенных сурфактантов – «Сурфактант-БЛ» и «Куросурф» способствует нормализации газового состава крови, увеличению альвеолярной вентиляции и улучшению вентиляционно-перфузионных отношений в лёгких, без статистически значимой разницы между группами сурфактантов [34]. Также имеются наиболее новые опубликованные данные клинического наблюдения при ингаляционной профилактике таурактантом БЛД с включением 22 детей, где также выявлено снижение инвазивности респираторной терапии и FiO_2 у пациентов [35].

УЗИ лёгких в ОРИТН является прикроватным методом, позволяющим с низкой лучевой нагрузкой проводить динамическую оценку респираторного статуса с рождения [36, 37]. Показана его высокая диагностическая ценность при дифференциации причин дыхательных расстройств [38, 39] и определении показаний к сурфактантной терапии РДС [40, 41]. Кроме того, ультразвуковая оценка аэрации в ранние сроки рассматривается как предиктор формирования БЛД и инструмент мониторинга течения заболевания [42–44]. В контексте полученных нами результатов статистически значимое снижение медианы суммарного балла УЗИ лёгких с 23 до 21 может отражать уменьшение интерстициально-альвеолярных изменений и повышение аэрации лёгочной ткани, характеризуя положительную клиническую динамику течения БЛД.

В 2025 г. нами были опубликованы результаты пилотного исследования [18], целью которого была первичная оценка выполнимости протокола ингаляционного введения таурактанта у глубоко недоношенных новорождённых и возможности использования балльной оценки УЗИ лёгких для динамического мониторинга состояния лёгких на фоне курса терапии. Пилотный этап был ограничен малой выборкой и носил гипотезообразующий характер, что не позволяло надёжно оценить устойчивость наблюдаемых эффектов и воспроизводимость результатов. В отличие от пилотной публикации, в текущей рукописи увеличено число пациентов включённых в исследование с 14 до 31, что повышает статистическую значимость полученных результатов.

В нашем исследовании на фоне пятидневного курса ингаляций «Сурфактанта-БЛ» мы зарегистрировали 10 эпизодов изменения вида респираторной поддержки в период с 1-го по 5-й день терапии. Лишь в одном случае ребёнок из группы назального СРАР потребовал интубации, тогда как в остальных девяти наблюдениях отмечалось снижение интенсивности респираторной терапии.

Следуя основной цели нашего исследования определено, что в основной выборке и группе СРАР сумма ультразвуковой оценки статистически значимо снизи-

лась от 1-го до 5-го дня, что свидетельствует об улучшении аэрации лёгких. В то же время у пациентов, исходно находившихся на ИВЛ, значимых изменений изучаемых показателей выявлено не было ($p > 0,05$). Эти наблюдения указывают на возможную зависимость эффекта от исходной тяжести респираторной недостаточности, так как на ИВЛ находились пациенты изначально с более тяжёлым лёгочным повреждением в отличие от пациентов на СРАР-терапии.

Таким образом, несмотря на отсутствие статистически значимых сдвигов по ряду клинических параметров в общей выборке, сочетание двух наблюдений – ранней клинической тенденции к «деэскалации» поддержки у большинства пациентов и выраженного снижения УЗ-баллов, позволяет предположить, что ингаляционное введение таурактанта может быть наиболее результативным как профилактическая стратегия у новорождённых с риском БЛД, находящихся на назальном СРАР, тогда как у детей, требующих ИВЛ, его эффект в рамках данного дизайна и объёма выборки проявляется существенно слабее.

Настоящая работа имеет ряд ограничений, которые следует учитывать при интерпретации результатов. Исследование выполнено в одноцентровом проспективном дизайне без рандомизации и контрольной группы, поэтому наблюдаемая динамика показателей не позволяет однозначно интерпретировать её как эффект ингаляций таурактанта, а улучшение клинической и ультразвуковой картины могло быть связано с эффективностью респираторной и сопутствующей терапии и реконвалесценции пациентов. Небольшой объём выборки и анализ подгрупп ограничивают статистическую мощность, а различия по исходной тяжести состояния между группами могут выступать фактором смешения. Многократные измерения и анализ нескольких показателей увеличивают риск случайных статистически значимых находок при отсутствии заранее заданной единственной первичной конечной точки. Суммарный балл УЗИ лёгких является полуколичественной оценкой и потенциально зависит от оператора; в работе не проводилась формальная оценка воспроизводимости и ослепление к временной точке. С учётом указанных ограничений результаты исследования следует интерпретировать как подтверждение выполнимости протокола и как основание для дальнейших работ, предпочтительно в контролируемом дизайне.

Заключение

По итогам исследования пятидневный курс ингаляций таурактанта сопровождался тенденцией к деэскалации респираторной поддержки и статистически значимым снижением суммарного балла УЗИ лёгких у пациентов, находящихся на назальной СРАР-терапии, при отсутствии значимых изменений у детей, исходно находившихся на ИВЛ. Полученные данные позволяют рассматривать ингаляционное введение «Сурфактанта-

БЛ» как потенциально более результативную профилактическую стратегию у недоношенных с риском БЛД на СРАР, однако для подтверждения эффекта требуется контролируемое исследование.

Конфликт интересов

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

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Источники финансирования

Исследование проводилось без участия спонсоров

Funding Sources

This study was not sponsored

ЛИТЕРАТУРА

1. Principi N., Di Pietro G.M., Esposito S. Bronchopulmonary dysplasia: clinical aspects and preventive and therapeutic strategies // J. Transl. Med. 2018. Vol.16, №1. Article number:36. <https://doi.org/10.1186/s12967-018-1417-7>
2. Shukla V.V., Ambalavanan N. Recent advances in bronchopulmonary dysplasia // Indian J. Pediatr. 2021. Vol.88, №7. P.690–695. <https://doi.org/10.1007/s12098-021-03766-w>
3. Siffel C., Kistler K.D., Lewis J.F.M., Sarda S.P. Global incidence of bronchopulmonary dysplasia among extremely preterm infants: a systematic literature review // J. Matern. Fetal Neonatal Med. 2021. Vol.34, №11. P.1721–1731. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1646240>
4. Клинические рекомендации. Бронхолегочная дисплазия. Российское общество неонатологов, Российская ассоциация специалистов перинатальной медицины. 2024. URL: <https://diseases.medelement.com/disease/%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%8F-%D0%BA%D0%BF-%D1%80%D1%84-2024/18020>
5. Бронхолегочная дисплазия: монография / под ред. Д.Ю. Овсянников, Н.А. Геппе, А.Б. Малахов, Д.Н. Дегтярев. М.: 2020. 175 с. ISBN: 978-5-91556-726-8.
6. Soll R.F., Morley C.J. Prophylactic versus selective use of surfactant for preventing morbidity and mortality in preterm infants // Cochrane Database Syst. Rev. 2001. №2. Article number:CD000510. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000510>
7. Polin R.A., Carlo W.A.; Committee on Fetus and Newborn; American Academy of Pediatrics. Surfactant replacement therapy for preterm and term neonates with respiratory distress // Pediatrics. 2014. Vol.133, №1. P.156–163. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3443>
8. Isayama T., Iwami H., McDonald S., Beyene J. Association of noninvasive ventilation strategies with mortality and bronchopulmonary dysplasia among preterm infants: a systematic review and meta-analysis // JAMA. 2016. Vol.316, №6. P.611–624. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.10708>
9. Robillard E., Alarie Y., Dagenais-Perusse P., Baril E., Guilbeault A. Microaerosol administration of synthetic beta-gamma-dipalmitoyl-L-alpha-lecithin in the respiratory distress syndrome: a preliminary report // Can. Med. Assoc. J. 1964. Vol.90, №2. P.55–57.
10. Adams F.H., Towers B., Osher A.B., Ikegami M., Fujiwara T., Nozaki M. Effects of tracheal instillation of natural surfactant in premature lambs. Clinical and autopsy findings // Pediatr. Res. 1978. Vol.12, №8. P.841–848. <https://doi.org/10.1203/00006450-197808000-00008>
11. Verder H., Robertson B., Greisen G., Ebbesen F., Albertsen P., Lundstrøm K., Jacobsen T. Surfactant therapy and nasal continuous positive airway pressure for newborns with respiratory distress syndrome // N. Engl. J. Med. 1994. Vol.331, №16. P.1051–1055. <https://doi.org/10.1056/NEJM199410203311603>
12. Herting E., Härtel C., Göpel W. Less invasive surfactant administration (LISA): chances and limitations // Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed. 2019. Vol.104, №6. P.F655–F659. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-316557>
13. Bautin A., Chubulava G., Kozlov I., Poptzov V., Osovskikh V., Seiliev A., Volchkov V., Rosenberg O. Surfactant therapy for patients with ARDS after cardiac surgery // J. Liposome Res. 2006. Vol.16, №3. P.265–272. <https://doi.org/10.1080/08982100600848777>
14. Rosenberg O.A., Bautin A.E., Osovskikh V.V., Tsubulkin E.K., Gavrilin S.V., Kozlov I.A. When to start surfactant therapy (ST-therapy) of acute lung injury? // Eur. Respir. J. 2001. Vol.18, Suppl.38. Article number:153. <https://doi.org/10.1183/09031936.01.00215301>
15. Vlasenko A., Osovskikh V., Tarasenko M., Rosenberg O. Efficiency of surfactant therapy for ALI/ARDS in homogenous nosologic groups of patients // Eur. Respir. J. 2005. Vol.26, suppl.49. P.90.
16. Баутин А.Е., Авдеев С.Н., Сейлиев А.А., Швечкова М.В., Мержоева З.М., Трушенко Н.В., Семенов А.П., Лапшин К.Б., Розенберг О.А. Ингаляционная терапия сурфактантом в комплексном лечении тяжелой формы COVID-19-пневмонии // Туберкулез и болезни легких. 2020. Т.98, №9. С.6–12. <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2020-98-9-6-12>

17. Raimondi F., Yousef N., Migliaro F., Capasso L., De Luca D. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications // *Pediatr. Res.* 2021. Vol.90, №3. P.524–531. <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0114-9>
18. Шестак Е.В., Старков В.Ю., Макаров В.С., Додров Д.С., Светлакова Д.В., Адылов Т.С., Евдокимова М.В. Анализ динамики ультразвуковой картины легких новорожденных в ходе ингаляционной профилактики бронхолегочной дисплазии препаратом сурфактанта: пилотное проспективное клиническое исследование // *Медицинский совет.* 2025. Т.19, №4. С.124–134. <https://doi.org/10.21518/ms2025-090>
19. Шестак Е.В., Ксенофонтова О.Л., Ковтун О.П., Старков В.Ю. Протокол наблюдения, обследования и антибактериальной терапии новорожденных с подозреваемой и/или подтвержденной неонатальной инфекцией // *Российский педиатрический журнал.* 2024. Т.5, №2. С.95–107. <https://doi.org/10.15690/rpj.v5i2.2756>
20. Brat R., Yousef N., Klifa R., Reynaud S., Shankar Aguilera S., De Luca D. Lung ultrasonography score to evaluate oxygenation and surfactant need in neonates treated with continuous positive airway pressure // *JAMA Pediatr.* 2015. Vol.169, №8. Article number:e151797. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.1797>
21. Perez-Gil J., Weaver T.E. Pulmonary surfactant pathophysiology: current models and open questions // *Physiology (Bethesda).* 2010. Vol.25, №3. P.132–141. <https://doi.org/10.1152/physiol.00006.2010>
22. Jeon G.W. Surfactant preparations for preterm infants with respiratory distress syndrome: past, present, and future // *Korean J. Pediatr.* 2019. Vol.62, №5. P.155–161. <https://doi.org/10.3345/kjp.2018.07185>
23. Minocchieri S., Berry C.A., Pillow J.J.; CureNeb Study Team. Nebulised surfactant to reduce severity of respiratory distress: a blinded, parallel, randomised controlled trial // *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2019. Vol.104, №3. P.F313–F319. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-315051>
24. Pillow J.J., Minocchieri S. Innovation in surfactant therapy II: surfactant administration by aerosolization // *Neonatology.* 2012. Vol.101, №4. P.337–344. <https://doi.org/10.1159/000337354>
25. Mazela J., Merritt T.A., Finer N.N. Aerosolized surfactants // *Curr. Opin. Pediatr.* 2007. Vol.19, №2. P.155–162. <https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e32807fb013>
26. Bianco F., Pasini E., Nutini M., Murgia X., Stoeckl C., Schlun M., Hetzer U., Bonelli S., Lombardini M., Milesi I., Pertile M., Minocchieri S., Salomone F., Bucholski A. In vitro performance of an investigational vibrating-membrane nebulizer with surfactant under simulated, non-invasive neonatal ventilation conditions: influence of continuous positive airway pressure interface and nebulizer positioning on the lung dose // *Pharmaceutics.* 2020. Vol.12, №3. Article number:257. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12030257>
27. Köhler E., Jilg G., Avenarius S., Jorch G. Lung deposition after inhalation with various nebulisers in preterm infants // *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2008. Vol.93, №4. P.F275–F279. <https://doi.org/10.1136/adc.2007.121285>
28. Linner R., Perez-de-Sa V., Cunha-Goncalves D. Lung deposition of nebulized surfactant in newborn piglets // *Neonatology.* 2015. Vol.107, №4. P.277–282. <https://doi.org/10.1159/000369955>
29. Dani C., Talosi G., Piccinno A., Ginocchio V.M., Balla G., Lavizzari A., Stranak Z., Gitto E., Martinelli S., Plavka R., Krolak-Olejnik B., Lista G., Spedicato F., Ciurlia G., Santoro D., Sweet D. A randomized, controlled trial to investigate the efficacy of nebulized poractant alfa in premature babies with respiratory distress syndrome // *J. Pediatr.* 2022. Vol.246. P.40–47.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2022.02.054>
30. Liu S., Wang Y., Zhu X., Chen F., Shi Y. Comparative efficacy and safety of pulmonary surfactant delivery strategies in neonatal RDS: a network meta-analysis // *BMC Pulm. Med.* 2024. Vol.24, №1. Article number:637. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-03429-4>
31. Gaertner V.D., Thomann J., Bassler D., Rügger C.M. Surfactant nebulization to prevent intubation in preterm infants: a systematic review and meta-analysis // *Pediatrics.* 2021. Vol.148, №5. Article number:e2021052504. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-052504>
32. Карпова А.Л., Царева Т.В., Жерлицына Л.Г., Седова Г.А., Лященко А.Ю., Олендарь Н.В. Ретроспективный анализ лечения недоношенных новорожденных Куросурфом и сурфактантом BL // *Интенсивная терапия.* 2006. №4. С.40–45.
33. Антонов А.Г., Рындин А.Ю. Сурфактант-БЛ в комплексной терапии респираторных нарушений у новорожденных детей // *Вопросы практической педиатрии.* 2007. Т.2, №4. С.61–64. EDN: IBADPH.
34. Перепелица С.А., Голубев А.М., Мороз В.В. Влияние экзогенных сурфактантов на показатели газового состава крови у новорождённых с респираторным дистресс-синдромом // *Общая реаниматология.* 2007. Т.3, №3. С.59. <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2007-3-59>
35. Гузиков Э.В., Гузиков О.В. Ингаляционное применение сурфактанта с целью профилактики бронхолегочной дисплазии у недоношенных детей // *Медицинский совет.* 2025. №11. С.38–43. <https://doi.org/10.21518/ms2025-264>
36. Escourrou G., De Luca D. Lung ultrasound decreased radiation exposure in preterm infants in a neonatal intensive care unit // *Acta Paediatr.* 2016. Vol.105, №5. P.e237–e239. <https://doi.org/10.1111/apa.13369>
37. Blank D.A., Kamlin C.O.F., Rogerson S.R., Fox L.M., Lorenz L., Kane S.C., Polglase G.R., Hooper S.B., Davis P.G. Lung ultrasound immediately after birth to describe normal neonatal transition: an observational study // *Arch. Dis.*

Child. Fetal Neonatal Ed. 2018. Vol.103, №2. P.F157–F162. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312818>

38. Sawires H.K., Abdel Ghany E.A., Hussein N.F., Seif H.M. Use of lung ultrasound in detection of complications of respiratory distress syndrome // *Ultrasound Med. Biol.* 2015. Vol.41, №9. P.2319–2325. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.04.024>

39. Шестак Е.В., Ковтун О.П., Старков В.Ю. Динамика ультразвукового паттерна «двойная точка легкого» у новорожденных с транзиторным тахипноэ при изменении положения тела: проспективное исследование // *Уральский медицинский журнал.* 2025. Т.24, №5. С.7–18. <https://doi.org/10.52420/umj.24.5.7>

40. Singh P., Patnaik S., Verma A., Garegrat R., Maheshwari R., Suryawanshi P. Diagnostic utility of lung ultrasound in predicting the need for surfactant therapy in preterm neonates with respiratory distress // *Front. Pediatr.* 2023. Vol.11. Article number:1307761. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1307761>

41. Старков В.Ю., Шестак Е.В. Ультразвуковое исследование легких как инструмент диагностики и определения терапевтической стратегии при респираторном дистресс-синдроме у недоношенных новорожденных. Обзор литературы // *Неонатология: новости, мнения, обучение.* 2024. Т.12, №4. С.84–96. <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2024-12-4-84-96>

42. Alonso-Ojembarrena A., Aldecoa-Bilbao V., De Luca D. Imaging of bronchopulmonary dysplasia // *Semin. Perinatol.* 2023. Vol.47, №6. Article number:151812. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2023.151812>

43. Jensen E.A., Watterberg K.L. Postnatal corticosteroids to prevent bronchopulmonary dysplasia // *Neoreviews.* 2023. Vol.24, №11. P.e691–e703. <https://doi.org/10.1542/neo.24-11-e691>

44. Radulova P., Vakrilova L., Hitrova-Nikolova S., Dimitrova V. Lung ultrasound in premature infants as an early predictor of bronchopulmonary dysplasia // *J. Clin. Ultrasound.* 2022. Vol.50, №9. P.1322–1327. <https://doi.org/10.1002/jcu.23207>

REFERENCES

1. Principi N., Di Pietro G.M., Esposito S. Bronchopulmonary dysplasia: clinical aspects and preventive and therapeutic strategies. *J. Transl. Med.* 2018; 16(1):36. <https://doi.org/10.1186/s12967-018-1417-7>

2. Shukla V.V., Ambalavanan N. Recent advances in bronchopulmonary dysplasia. *Indian J. Pediatr.* 2021; 88(7):690–695. <https://doi.org/10.1007/s12098-021-03766-w>

3. Siffel C., Kistler K.D., Lewis J.F.M., Sarda S.P. Global incidence of bronchopulmonary dysplasia among extremely preterm infants: a systematic literature review. *J. Matern. Fetal Neonatal Med.* 2021; 34(11):1721–1731. <https://doi.org/10.1080/14767058.2019.1646240>

4. [Bronchopulmonary dysplasia. Clinical guidelines]. Russian Society of Neonatologists, Russian Association of Perinatal Medicine Specialists. 2024 (in Russian). Available at: <https://diseases.medelement.com/disease/%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%85%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B0%D1%8F-%D0%B4%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B8%D1%8F-%D0%BA%D0%BF-%D1%80%D1%84-2024/18020>.

5. Ovsyannikov D.Yu., Geppe N.A., Malakhov A.B., Degtyarev D.N., editors. [Bronchopulmonary dysplasia]. Moscow; 2020 (in Russian). ISBN: 978-5-91556-726-8.

6. Soll R.F., Morley C.J. Prophylactic versus selective use of surfactant for preventing morbidity and mortality in preterm infants. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2001; (2):CD000510. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD000510>

7. Polin R.A., Carlo W.A.; Committee on Fetus and Newborn; American Academy of Pediatrics. Surfactant replacement therapy for preterm and term neonates with respiratory distress. *Pediatrics* 2014; 133(1):156–163. <https://doi.org/10.1542/peds.2013-3443>

8. Isayama T., Iwami H., McDonald S., Beyene J. Association of noninvasive ventilation strategies with mortality and bronchopulmonary dysplasia among preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2016; 316(6):611–624. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.10708>

9. Robillard E., Alarie Y., Dagenais-Perusse P., Baril E., Guilbeault A. Microaerosol administration of synthetic beta-gamma-dipalmitoyl-L-alpha-lecithin in the respiratory distress syndrome: a preliminary report. *Can. Med. Assoc. J.* 1964; 90(2):55–57.

10. Adams F.H., Towers B., Osher A.B., Ikegami M., Fujiwara T., Nozaki M. Effects of tracheal instillation of natural surfactant in premature lambs. Clinical and autopsy findings. *Pediatr. Res.* 1978; 12(8):841–848. <https://doi.org/10.1203/00006450-197808000-00008>

11. Verder H., Robertson B., Greisen G., Ebbesen F., Albertsen P., Lundstrøm K., Jacobsen T. Surfactant therapy and nasal continuous positive airway pressure for newborns with respiratory distress syndrome. *N. Engl. J. Med.* 1994; 331(16):1051–1055. <https://doi.org/10.1056/NEJM199410203311603>

12. Herting E., Härtel C., Göpel W. Less invasive surfactant administration (LISA): chances and limitations. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2019; 104(6):F655–F659. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-316557>

13. Bautin A., Chubulava G., Kozlov I., Poptzov V., Osovskikh V., Seiliev A., Volchkov V., Rosenberg O. Surfactant therapy for patients with ARDS after cardiac surgery. *J. Liposome Res.* 2006; 16(3):265–272. <https://doi.org/10.1080/08982100600848777>
14. Rosenberg O.A., Bautin A.E., Osovskikh V.V., Tsubulkin E.K., Gavrilin S.V., Kozlov I.A. When to start surfactant therapy (ST-therapy) of acute lung injury? *Eur. Respir. J.* 2001; 18(Suppl.38):153. <https://doi.org/10.1183/09031936.01.00215301>
15. Vlasenko A., Osovskikh V., Tarasenko M., Rosenberg O. Efficiency of surfactant therapy for ALI/ARDS in homogenous nosologic groups of patients. *Eur. Respir. J.* 2005; 26(Suppl.49):90.
16. Bautin A.E., Avdeev S.N., Seyliev A.A., Shvechkova M.V., Merzhoeva Z.M., Trushenko N.V., Semenov A.P., Lapshin K.B., Rozenberg O.A. [Inhalation surfactant therapy in the integrated treatment of severe COVID-19 pneumonia]. *Tuberkulez i bolezni legkich = Tuberculosis and Lung Diseases* 2020; 98(9):6–12 (in Russian). <https://doi.org/10.21292/2075-1230-2020-98-9-6-12>
17. Raimondi F., Yousef N., Migliaro F., Capasso L., De Luca D. Point-of-care lung ultrasound in neonatology: classification into descriptive and functional applications. *Pediatr. Res.* 2021; 90(3):524–531. <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0114-9>
18. Shestak E.V., Starkov V.Yu., Makarov V.S., Dodrov D.S., Svetlakova D.V., Adylov T.S., Evdokimova M.V. [Analysis of the dynamics of the ultrasound pattern of the lungs in newborns during inhalation prevention of bronchopulmonary dysplasia with surfactant: a pilot prospective clinical study]. *Meditsinskiy sovet = Medical Council* 2025; 19(4):124–134 (in Russian). <https://doi.org/10.21518/ms2025-090>
19. Shestak E.V., Ksenofontova O.L., Kovtun O.P., Starkov V.Yu. [Protocol of observation, examination and antibacterial therapy of newborns with suspected and/or confirmed neonatal infection]. *Rossiiskiy pediatricheskiy zhurnal = Russian Pediatric Journal* 2024; 5(2):95–107 (in Russian). <https://doi.org/10.15690/rpj.v5i2.2756>
20. Brat R., Yousef N., Klifa R., Reynaud S., Shankar Aguilera S., De Luca D. Lung ultrasonography score to evaluate oxygenation and surfactant need in neonates treated with continuous positive airway pressure. *JAMA Pediatr.* 2015; 169(8):e151797. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2015.1797>
21. Perez-Gil J., Weaver T.E. Pulmonary surfactant pathophysiology: current models and open questions. *Physiology (Bethesda)* 2010; 25(3):132–141. <https://doi.org/10.1152/physiol.00006.2010>
22. Jeon G.W. Surfactant preparations for preterm infants with respiratory distress syndrome: past, present, and future. *Korean J. Pediatr.* 2019; 62(5):155–161. <https://doi.org/10.3345/kjp.2018.07185>
23. Minocchieri S., Berry C.A., Pillow J.J.; CureNeb Study Team. Nebulised surfactant to reduce severity of respiratory distress: a blinded, parallel, randomised controlled trial. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2019; 104(3):F313–F319. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-315051>
24. Pillow J.J., Minocchieri S. Innovation in surfactant therapy II: surfactant administration by aerosolization. *Neonatology* 2012; 101(4):337–344. <https://doi.org/10.1159/000337354>
25. Mazela J., Merritt T.A., Finer N.N. Aerosolized surfactants. *Curr. Opin. Pediatr.* 2007; 19(2):155–162. <https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e32807fb013>
26. Bianco F., Pasini E., Nutini M., Murgia X., Stoeckl C., Schlun M., Hetzer U., Bonelli S., Lombardini M., Milesi I., Pertile M., Minocchieri S., Salomone F., Bucholski A. In vitro performance of an investigational vibrating-membrane nebulizer with surfactant under simulated, non-invasive neonatal ventilation conditions: influence of continuous positive airway pressure interface and nebulizer positioning on the lung dose. *Pharmaceutics* 2020; 12(3):257. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12030257>
27. Köhler E., Jilg G., Avenarius S., Jorch G. Lung deposition after inhalation with various nebulisers in preterm infants. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2008; 93(4):F275–F279. <https://doi.org/10.1136/adc.2007.121285>
28. Linner R., Perez-de-Sa V., Cunha-Goncalves D. Lung deposition of nebulized surfactant in newborn piglets. *Neonatology* 2015; 107(4):277–282. <https://doi.org/10.1159/000369955>
29. Dani C., Talosi G., Piccinno A., Ginocchio V.M., Balla G., Lavizzari A., Stranak Z., Gitto E., Martinelli S., Plavka R., Krolak-Olejnik B., Lista G., Spedicato F., Ciurlia G., Santoro D., Sweet D. A randomized, controlled trial to investigate the efficacy of nebulized poractant alfa in premature babies with respiratory distress syndrome. *J. Pediatr.* 2022; 246:40–47.e5. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2022.02.054>
30. Liu S., Wang Y., Zhu X., Chen F., Shi Y. Comparative efficacy and safety of pulmonary surfactant delivery strategies in neonatal RDS: a network meta-analysis. *BMC Pulm. Med.* 2024; 24(1):637. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-03429-4>
31. Gaertner V.D., Thomann J., Bassler D., Rüegger C.M. Surfactant nebulization to prevent intubation in preterm infants: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics* 2021; 148(5):e2021052504. <https://doi.org/10.1542/peds.2021-052504>
32. Karpova A.L., Tsareva T.V., Zherlitsyna L.G., Sedova G.A., Lyashchenko A.Yu., Olendar N.V. [A retrospective analysis of the treatment of premature newborns with Kurosurf and surfactant BL]. *Intensivnaya terapiya* 2006; 4:40–45

(in Russian).

33. Antonov A.G., Ryndin A.Yu. [Surfactant-BL in complex therapy of respiratory disorders in the neonate]. *Voprosy prakticheskoy pediatrii* = *Clinical practice in pediatrics* 2007; 2(4): 61-64 (in Russian).

34. Perepelitsa S.A., Golubev A.M., Moroz V.V. [Effects of exogenous surfactants on the parameters of blood gas composition in neonatal respiratory distress syndrome]. *Obshchaya reanimatologiya* = *General Reanimatology* 2007; 3(3):59 (in Russian). <https://doi.org/10.15360/1813-9779-2007-3-59>

35. Guzikov E.V., Guzikov O.V. [Inhalational administration of surfactant to prevent bronchopulmonary dysplasia in premature infants]. *Meditsinskiy sovet* = *Medical Council* 2025; (11):38–43 (in Russian). <https://doi.org/10.21518/ms2025-264>

36. Escourrou G., De Luca D. Lung ultrasound decreased radiation exposure in preterm infants in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr.* 2016; 105(5):e237–e239. <https://doi.org/10.1111/apa.13369>

37. Blank D.A., Kamlin C.O.F., Rogerson S.R., Fox L.M., Lorenz L., Kane S.C., Polglase G.R., Hooper S.B., Davis P.G. Lung ultrasound immediately after birth to describe normal neonatal transition: an observational study. *Arch. Dis. Child. Fetal Neonatal Ed.* 2018; 103(2):F157–F162. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312818>

38. Sawires H.K., Abdel Ghany E.A., Hussein N.F., Seif H.M. Use of lung ultrasound in detection of complications of respiratory distress syndrome. *Ultrasound Med. Biol.* 2015; 41(9):2319–2325. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.04.024>

39. Shestak E.V., Kovtun O.P., Starkov V.Yu. [Dynamics of the ultrasound pattern “double lung point” in newborns with transient tachypnea during body position change: a prospective study]. *Ural'skiy meditsinskiy zhurnal* = *Ural Medical Journal* 2025; 24(5):7–18 (in Russian). <https://doi.org/10.52420/umj.24.5.7>

40. Singh P., Patnaik S., Verma A., Garegrat R., Maheshwari R., Suryawanshi P. Diagnostic utility of lung ultrasound in predicting the need for surfactant therapy in preterm neonates with respiratory distress. *Front. Pediatr.* 2023; 11:1307761. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1307761>

41. Starkov V.Yu., Shestak E.V. [Lung ultrasound as a diagnostic tool for determining the therapeutic strategy for respiratory distress syndrome in preterm neonates. Review of the literature]. *Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie* = *Neonatology: News, Opinions, Training* 2024; 12(4):84–96 (in Russian). <https://doi.org/10.33029/2308-2402-2024-12-4-84-96>

42. Alonso-Ojembarrera A., Aldecoa-Bilbao V., De Luca D. Imaging of bronchopulmonary dysplasia. *Semin. Perinatol.* 2023; 47(6):151812. <https://doi.org/10.1016/j.semperi.2023.151812>

43. Jensen E.A., Watterberg K.L. Postnatal corticosteroids to prevent bronchopulmonary dysplasia. *Neoreviews* 2023; 24(11):e691–e703. <https://doi.org/10.1542/neo.24-11-e691>

44. Radulova P., Vakrilova L., Hitrova-Nikolova S., Dimitrova V. Lung ultrasound in premature infants as an early predictor of bronchopulmonary dysplasia. *J. Clin. Ultrasound.* 2022; 50(9):1322–1327. <https://doi.org/10.1002/jcu.23207>

Информация об авторах:

Евгений Вячеславович Шестаков, канд. мед. наук, зав. отделением реанимации и интенсивной терапии новорождённых, врач анестезиолог-реаниматолог, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; зав. научной лабораторией «Приборостроение для медицины критических состояний», доцент кафедры госпитальной педиатрии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3445-2956>; e-mail: shestakev@yandex.ru

Вадим Юрьевич Старков, врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорождённых, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; младший научный сотрудник научной лаборатории «Приборостроение для медицины критических состояний», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0113-0766>; e-mail: v.u.starkov@gmail.com

Author information:

Evgenii V. Shestak, MD, PhD (Med.), Head of Neonatal Intensive Care Unit, Anesthesiologist-Resuscitator, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; Head of Scientific Laboratory "Instrumentation for Critical Care Medicine", Associate Professor of Department of Hospital Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3445-2956>; e-mail: shestakev@yandex.ru

Vadim Yu. Starkov, MD, Anesthesiologist-Resuscitator of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; Junior Staff Scientist of Scientific Laboratory "Instrumentation for Critical Care Medicine", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0113-0766>; e-mail: v.u.starkov@gmail.com

Всеволод Сергеевич Макаров, врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; младший научный сотрудник научной лаборатории «Приборостроение для медицины критических состояний», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; <https://orcid.org/0009-0008-4211-8775>; e-mail: severuccio@ya.ru

Дмитрий Сергеевич Додров, зам. главного врача по педиатрии, врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8268-4172>; e-mail: dodrov78@mail.ru

Дарья Викторовна Светлакова, врач анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; младший научный сотрудник научной лаборатории «Приборостроение для медицины критических состояний», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0830-9929>; e-mail: bagundaria@yandex.ru

Теймур Садиевич Адылов, врач-анестезиолог-реаниматолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; младший научный сотрудник научной лаборатории «Приборостроение для медицины критических состояний», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0489-810X>; e-mail: teymur93@yandex.ru

Мария Вячеславовна Евдокимова, врач-неонатолог отделения реанимации и интенсивной терапии новорожденных, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Свердловской области «Екатеринбургский клинический перинатальный центр»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4399-2869>; e-mail: maria.evdokimova99@mail.ru

Vsevolod S. Makarov, MD, Anesthesiologist-Resuscitator of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; Junior Staff Scientist of Scientific Laboratory "Instrumentation for Critical Care Medicine", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; <https://orcid.org/0009-0008-4211-8775>; E-mail: severuccio@ya.ru

Dmitry S. Dodrov, MD, Deputy Chief Physician for Pediatrics, Anesthesiologist-Resuscitator of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8268-4172>; e-mail: dodrov78@mail.ru

Daria V. Svetlakova, MD, Anesthesiologist-Resuscitator of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; Junior Staff Scientist of Scientific Laboratory "Instrumentation for Critical Care Medicine", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0830-9929>; e-mail: bagundaria@yandex.ru

Teimur S. Adylov, MD, Anesthesiologist-Resuscitator of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; Junior Staff Scientist of Scientific Laboratory "Instrumentation for Critical Care Medicine", Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ural State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0489-810X>; e-mail: teymur93@yandex.ru

Maria V. Evdokimova, MD, Neonatologist of Neonatal Intensive Care Unit, Yekaterinburg Clinical Perinatal Center; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4399-2869>; e-mail: maria.evdokimova99@mail.ru

Поступила 25.02.2026
Принята к печати 27.04.2026

Received February 25, 2026
Accepted 27 April, 2026