УДК 616-053.32+612.648+615.816.2+616.24-008.4-073.96
DOI: 10.56871/CmN-W.2024.75.32.017

НЕИНВАЗИВНАЯ NAVA В КАЧЕСТВЕ СТАРТОВОГО МЕТОДА ИСКУССТВЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ЛЕГКИХ У НЕДОНОШЕННОГО НОВОРОЖДЕННОГО С ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА ПРИ РОЖДЕНИИ. КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

© Алексей Михайлович Анурьев, Владимир Ильич Горбачев

Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования — филиал ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. 664049, г. Иркутск, микрорайон Юбилейный, д. 100

Контактная информация:
Алексей Михайлович Анурьев — к.м.н., ассистент кафедры анестезиологии и реаниматологии. E-mail: anurev.lesha@mail.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6724-5067 SPIN: 3450-0580

Для цитирования: Анурьев А.М., Горбачев В.И. Неинвазивная NAVA в качестве стартового метода искусственной вентиляции легких у недоношенного новорожденного с экстремально низкой массой тела при рождении. Клинический случай // Children's Medicine of the North-West. 2024. Т. 12. № 3. С. 146–151. DOI: https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.75.32.017

Поступила: 07.06.2024 **Одобрена: 17.07.2024** **Принята к печати: 10.09.2024**

Резюме. Оптимальная респираторная поддержка у новорожденных с критической массой тела — одна из приоритетных задач при оказании качественной медицинской помощи. В настоящее время критериями эффективной вентиляции являются не только устойчивый уровень сатурации и референсные значения газового состава крови, но и сохранение баланса между предложенной респираторной поддержкой и дыхательными потребностями ребенка. Кроме того, немаловажным условием протективной вентиляции у данных пациентов является минимизация механического воздействия, которое играет ключевую роль в развитии вентилятор-индуцированного повреждения легких и бронхолегочной дисплазии. В связи с этим подходы к стартовой респираторной поддержке должны быть не только обоснованными, но и безопасными. Представлен клинический случай успешного применения неинвазивной нервно-регулируемой вентиляции легких (NAVA-вентиляции) в качестве стартового метода респираторной поддержки у недоношенного ребенка с массой тела при рождении 660 г. Проанализированы параметры фокусной эхокардиографии, представлена динамика рентгенологических снимков и показателей газового состава крови. Оценено влияние данного режима на эффективность спонтанного дыхания и общее состояние ребенка.

Ключевые слова: *недоношенные новорожденные, NAVA-вентиляция, экстремально низкая масса тела при рождении, фокусная эхокардиография, неинвазивная вентиляция легких*

NON-INVASIVE NAVA AS AN INITIAL METHOD OF ARTIFICIAL VENTILATION IN A PREMATURE NEWBORN WITH EXTREMELY LOW BIRTH WEIGHT. CLINICAL CASE

© Aleksei M. Anurev, Vladimir I. Gorbachev

Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education — branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education RMANPO of the Ministry of Health of Russia. 100 Yubileyny microdistrict, Irkutsk 664049 Russian Federation

Contact information:
Aleksei M. Anurev — Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Anesthesiology and Resuscitation.
E-mail: anurev.lesha@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6724-5067 SPIN: 3450-0580

For citation: Anurev AM, Gorbachev VI. Non-invasive NAVA as an initial method of artificial ventilation in a premature newborn with extremely low birth weight. Clinical case. Children's Medicine of the North-West. 2024;12(3):146–151. DOI: https://doi.org/10.56871/CmN-W.2024.75.32.017

Received: 07.06.2024 **Revised: 17.07.2024** **Accepted: 10.09.2024**

Abstract. Optimal respiratory support in newborns with critical body weight is one of the priorities in providing quality medical care. Currently, the criteria for effective ventilation are not only a stable level of saturation and reference values of blood gas composition, but also maintaining a balance between the proposed respiratory

support and the respiratory needs of the child. In addition, a very important condition for protective ventilation in these patients is minimizing mechanical impact, which plays a key role in the development of ventilator-induced lung damage and bronchopulmonary dysplasia. In this regard, approaches to initial respiratory support must be not only justified, but also safe. A clinical case of the successful use of non-invasive NAVA ventilation as a starting method of respiratory support in premature newborns with a birth weight of 660 g is presented. The parameters of focal echocardiography are analyzed; the dynamics of X-ray images and blood gas parameters are presented. The influence of this regimen on the efficiency of spontaneous breathing and the general condition of the child was assessed.

Keywords: *premature newborns, NAVA ventilation, extremely low birth weight, focal echocardiography, non-invasive ventilation*

ВВЕДЕНИЕ

Использование современных стратегий проведения искусственной вентиляции легких (ИВЛ) у недоношенных новорожденных привело к увеличению их выживаемости, однако из-за высокой частоты развития бронхолегочной дисплазии и вентилятор-индуцированного повреждения проблема выбора оптимального режима и параметров ИВЛ остается крайне актуальной [1].

Одной из «щадящих» стратегий является применение объемно-гарантированной вентиляции, которая все чаще используется в неонатологии. Это адаптивная вентиляция, в которой используются сложные компьютерные алгоритмы для обеспечения пациента заданным дыхательным объемом [2]. Она не только может уменьшить повреждение легких, но и предполагает точное выполнение установленного дыхательного объема [3]. Объемно-гарантированная вентиляция отличается от традиционной вентиляции с контролем по объему. Во время вентиляции с гарантированным объемом поток воздуха используется для обеспечения заданного дыхательного объема, в то время как контроль вентиляции осуществляется по давлению. В современных вентиляторах измерение дыхательного объема стало возможным благодаря использованию проксимального датчика потока. Он позволяет контролировать дыхательный объем и вовремя осуществлять коррекцию параметров вентиляции, тем самым минимизируя риски волюмотравмы легких [4].

Еще одна современная стратегия респираторной поддержки у недоношенных новорожденных — это применение нейрорегулируемой вентиляции, которая в качестве триггера для инициации аппаратного вдоха использует электрический сигнал диафрагмы [5]. J. Beck показал, что нервно-регулируемая вентиляция легких (NAVA-вентиляция) является своеобразным респираторным протезом, где диафрагма и вентилятор в равной степени поддерживают дыхание и осуществляют респираторную поддержку не только синхронно, но и пропорционально потребностям пациента [6]. Исследования, выполненные группой авторов под руководством M. Wu, также продемонстрировали качественное взаимодействие между пациентом и вентилятором в режиме NAVA, причем как у взрослых, так и у детей [7].

Недоношенные новорожденные, особенно с очень низкой и экстремально низкой массой тела, крайне чувствительны к изменениям внутригрудного давления и колебаниям дыхательного объема, поэтому выбор режима ИВЛ должен быть обоснованным и эффективным [8]. Методические рекомендации по ведению новорожденных с респираторным дистресс-синдромом не предусматривают использование конкретного режима ИВЛ, что дает возможность врачу-реаниматологу или неонатологу нестандартно подходить к выбору дыхательной поддержки. Именно поэтому мы бы хотели представить клинический случай применения неинвазивной NAVA-вентиляции у ребенка с массой тела 660 г в качестве стартового режима ИВЛ.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить эффективность применения неинвазивной NAVA-вентиляции в качестве стартового метода респираторной терапии у недоношенного новорожденного с массой тела 660 г при рождении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ходе проведения исследования были проанализированы: карта реанимационной помощи, листы наблюдения, в которых были отражены частота сердечных сокращений, показатели артериального давления и сатурации, темп диуреза. Кроме того, выполнен анализ рентгеновских снимков, результатов нейросонографии и эхокардиографии. Представлена также динамика изменений газового состава крови и электрической активности диафрагмы, оцененной с помощью графического мониторинга в режиме NAVA.

В рамках фокусной эхокардиографии оценивали преднагрузку миокарда с целью исключения гиповолемии и перегрузки жидкостью, сократительную способность миокарда и постнагрузку сердца [9].

 ISSN 2221-2582

Сократительную способность миокарда определяли по фракции выброса и фракции укорочения, постнагрузку — путем измерения напряжения стенки левого желудочка (ESWS — end systolic wall stress) во время систолы по формуле:

$$ESWS\ (\frac{r}{см^2}) = 1{,}35 \cdot АД\ ср \cdot \frac{КСР}{4 \cdot ТЗСЛЖ\ с \cdot (1 + ТЗСЛЖ\ с/КСР)}.$$

Кроме того, проводили диагностику открытого артериального протока, определяли его диаметр и значимость для системного и церебрального кровотоков.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Ребенок П., дата рождения 19.12.2023 г. Вес при рождении 660 г, рост 30 см, оценка по Апгар 6–7 баллов, мальчик. Акушерский диагноз матери: преждевременное родоразрешение путем операции кесарева сечения в сроке 28 недель. Внутриутробная гипоксия плода до родов. Недостаточный рост плода. Рубец на матке. Хроническая никотиновая зависимость. Кандидозный вагинит. Лапаротомия. Кесарево сечение по Гусакову. Из анамнеза матери известно, что настоящая беременность 6-я, роды 2-е. Имеет одного здорового ребенка одиннадцати лет. Естественные выкидыши в 2014, 2016, 2019 и 2020 годах. На учете в женской консультации по поводу последней беременности с 8 недель. В 15 недель было подозрение на генетическую патологию плода, однако по результатам хорионбиопсии диагноз не подтвердился. С 21-й недели отмечался замедленный рост плода, амниотические тяжи в полости матки, нарушения маточно-плацентарного кровотока. В 26 недель нарушения маточно- и фетоплацентарного кровотоков. В 27 недель перенесла острую вирусную инфекцию.

19.12.2023 г. в сроке 28 недель и 3 дня путем операции кесарева сечения был рожден мальчик. При рождении состояние тяжелое, за счет дыхательной недостаточности, глубокой незрелости. С первых минут респираторная поддержка проводилась в виде неинвазивной вентиляции с положительным давлением в конце выдоха, с последующим переходом в режим назальной вентиляции с перемежающимся положительным давлением. Учитывая сохраняющуюся на 10-й минуте потребность

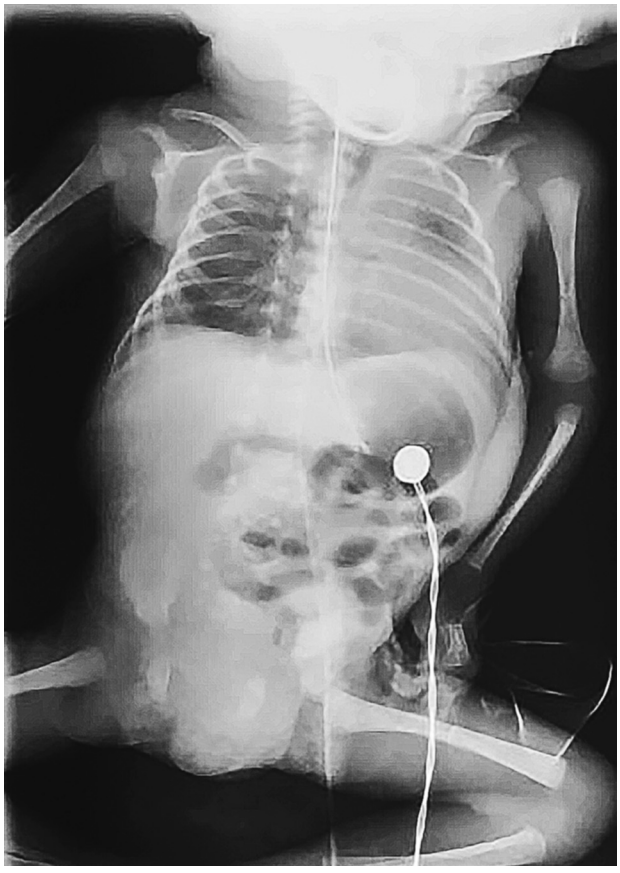


Рис. 1. Рентгенография окружности грудной клетки, выполненная в первый час жизни

Fig. 1. X-ray of the chest organs in the first hour of life



Рис. 2. Рентгенография окружности грудной клетки. Динамика через 6 часов с момента рождения

Fig. 2. X-ray of the chest organs. Dynamics after 6 hours from the moment of birth

Таблица 1. Гемодинамический профиль по данным фокусной эхокардиографии

Table 1. Hemodynamic profile according to focal echocardiographic

Сутки / Day	Объемный кровоток в легочной артерии (мл/кг в минуту) / Volumetric blood flow in the pulmonary artery (ml/kg per minute)	d ОАП (мм) / d DA (mm)	LA/Ao	Ri ПМА / Ri ACA	ФВ ЛЖ (%) / EF LV (%)	ФУ ЛЖ (%) / FS LV (%)	ESWS гр/см^2 / g/cm^2
1	435	0,2	1,33	1,0	77,8	40,9	28
2	372	0,18	1,2	0,79	72,5	38,9	38
3	305	0,1	1,1	0,76	76,5	41,3	35
4	288	–	1,1	0,75	77,4	41,9	37

Примечание: ОАП — открытый артериальный проток; ПМА — передняя мозговая артерия, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ФУ ЛЖ – фракция укорочения левого желудочка.
Note: DA — ductus arteriosus; ACA — anterior cerebral artery; EF LF — ejection fraction left ventricular; FS LV — fractional shortening left ventricular.

Таблица 2. Показатели газового состава крови в первые трое суток

Table 2. The blood gas parameters in the first 3 days

Сутки / Day	pH	pCO_2	pO_2,	BE	HCO_3	Лактат / Lactate
1	7,29 [7,14; 7,35]	46,1 [37,6; 53,3]	40,5 [30,3; 53,9]	–4,2 [–9,4; +1,5]	20,3 [16,1; 24,2]	2,2 [1,7; 2,6]
2	7,33 [7,22; 7,37]	43,2 [33,6; 48,9]	38,6 [33,2; 51,1]	–3,1 [-5,4; +0,3]	21,1 [17,5; 23,0]	1,9 [1,2; 2,0]
3	7,31 [7,21; 7,39]	41,0 [32,5; 46,0]	39,4 [32,9; 48,8]	–4,0 [–7,8; –1,1]	20,7 [16,8; 21,9]	2,1 [1,0; 2,3]

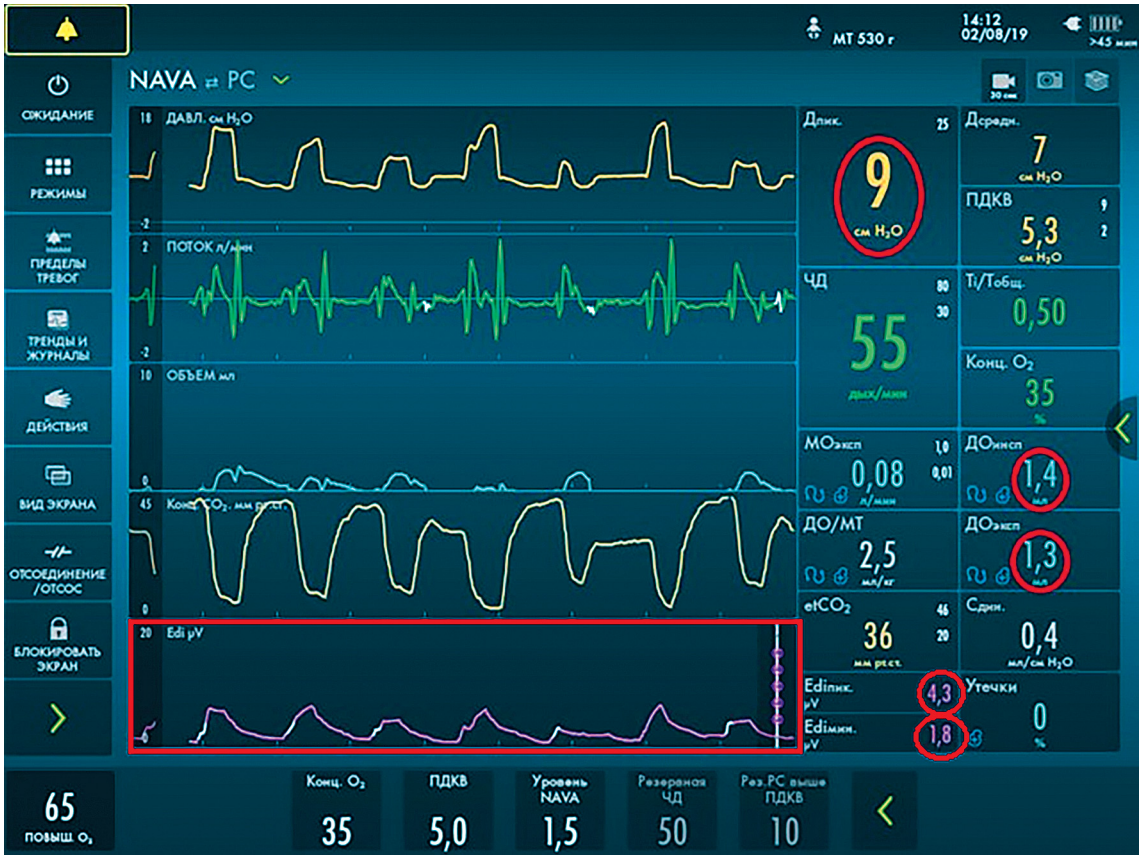


Рис. 3. Графический мониторинг электрической активности диафрагмы

Fig. 3. Graphical monitoring of electrical activity of the diaphragm

в кислороде 60%, была выполнена процедура неинвазивного введения препарата сурфактанта 200 мг/кг. Установлен периферический венозный катетер, начата инфузионная терапия, дано молозиво. На 30-й минуте после стабилизации состояния в теплосберегающей пленке в транспортном кувезе на неинвазивной вентиляции в режиме назальной вентиляции с перемежающимся положительным давлением ребенок был транспортирован в отделение реанимации и интенсивной терапии № 7 Иркутского областного перинатального центра.

При поступлении в отделение реанимации ребенку было выполнено обследование: обзорная рентгенография органов грудной клетки (ОГК), фокусная эхокардиография, нейросонография, лабораторный и бактериологический скрининг.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным обзорной рентгенографии ОГК при поступлении рентген-картина тяжелого респираторного дистресс-синдрома, выраженное снижение воздушности левого легкого (рис. 1).

Однако, учитывая эффективное спонтанное дыхание и устойчивый уровень сатурации более 95%, ребенок был переведен в режим неинвазивной NAVA. Через 6 часов повторно выполнена обзорная рентгенография ОГК, где была отмечена отчетливая положительная динамика в виде восстановления воздушности обоих легких (рис. 2).

По результатам фокусной эхокардиографии, выполненной в первые сутки жизни, отмечалось увеличение объемного кровотока в легочной артерии и наличие открытого артериального протока с нарушением церебрального кровотока по типу гипоперфузии.

На вторые сутки сохранялось умеренное повышение объемного кровотока в легочной артерии, оставался открытым артериальный проток, однако отмечалось восстановление кровотока в сосудах головного мозга. На третьи сутки жизни объемный кровоток в легочной артерии нормализовался, артериальный проток уменьшен более чем в 2 раза, церебральный и мезентериальный кровотоки не нарушены. На четвертые сутки артериальный проток самопроизвольно закрылся. Сократительная способность миокарда не нарушалась, постнагрузка соответствовала возрастной норме (табл. 1).

В газовом составе крови на протяжении первых трех суток не наблюдалось патологических изменений, и показатели pH, pCO_2, pO_2, BE и лактата соответствовали референсным значениям (табл. 2).

Графический анализ электрической активности диафрагмы отражал хорошее нервно-мышечное взаимодействие и эффективную работу дыхательной мускулатуры. Медиана показателей максимальной электрической активности диафрагмы составила [5,6;18,8] см вод.ст./мкВ, что свидетельствует об адекватной респираторной поддержке, пропорциональной потребностям ребенка (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

В данном клиническом случае применение неинвазивной NAVA в качестве стартового режима респираторной терапии полностью оправданно. При сохраненном спонтанном дыхании она не только синхронизирует аппаратные вдохи с дыхательной попыткой ребенка, но и осуществляет их, пропорционально его потребностям, анализируя силу мышечного сокращения. Это позволяет избежать чрезмерной вентиляции, сохраняя постоянство газового состава крови. По данным обзорной рентгенографии ОГК, восстановление воздушности легких было отмечено уже через 6 часов, при этом ребенок не потребовал «ужесточения» параметров вентиляции. Показано, что данный способ вентиляции не имеет отрицательного влияния на системную и церебральную гемодинамику. В NAVA создаваемое давление в дыхательных путях не влияет на сократительную способность миокарда и постнагрузку левого желудочка, тем самым не препятствует перестройке кровообращения в первые сутки жизни новорожденного.

Таким образом, применение неинвазивной NAVA в качестве стартового метода респираторной поддержки у глубоко недоношенных новорожденных не только возможно, но и перспективно. Быстрое восстановление легочной функции, стабилизация системной и церебральной гемодинамики — результат эффективной вентиляции, максимально приближенной к физиологическому дыханию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Еще совсем недавно о возможности сохранения спонтанного дыхания у глубоко недоношенного ребенка не было и речи. Как правило, реанимационная помощь в родильном зале заканчивалась интубацией трахеи и переводом на принудительную ИВЛ. Сейчас же применение интеллектуальных режимов неинвазивной ИВЛ позволяет полностью пересмотреть эту тактику. Сейчас же применение интеллектуальных режимов неинвазивной ИВЛ позволяет полностью пересмотреть эту тактику и использовать те методы вентиляции, которые сохраняют и поддерживают эффективное самостоятельное дыхание ребенка с первых минут жизни.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение ис-

следования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

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

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

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

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

Consent for publication. Written consent was obtained from legal representatives of the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Gilfillan M., Bhandari A., Bhandari V. Diagnosis and management of bronchopulmonary dysplasia. Clinical Review. BMJ. 2021;375:n1974. https://doi.org/10.1136/bmj.n.1974.
2. Belteki G. Volume-Targeted Ventilation. Clinics in perinatology. 2021;48(4):825–841. https://doi.org/10.1016/j.clp.2021.08.001.
3. Farrell O., Perkins E., Black D. Volume guaranteed? Accuracy of a volume-targeted ventilation mode in infants. ADC Fetal and Neonatal. 2018;103(2):120–125. https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312640.
4. Van Kaam V., Rimensberger R., Borensztajn D. Ventilation Practices in the Neonatal Intensive Care Unit: A Cross-Sectional Study. Journal of pediatrics. 2010;157(5):767–771. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.05.043.
5. Горбачев В.И., Анурьев А.М. Нейрорегулируемая вентиляция легких у недоношенных новорождённых. Анестезиология и реаниматология. 2020;(4):93–99. https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202004193.
6. Beck J., Emeriaud G., Liu Y. Neurally-adjusted ventilatory assist (NAVA) in children: a systematic review. Minerva Anestesiologica. 2016;82(8):874–883.
7. Wu M., Yuan X., Yang L. Neurally Adjusted Ventilatory Assist vs Conventional Mechanical Ventilation in Adults and Children With Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. Frontiers in medicine (Lausanne). 2022;(9):814245. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.814245.
8. Belteki G., Morley C. Volume-targeted ventilation. Clinics in perinatology. 2021;48(4):825–841. https://doi.org/10.1016/j.clp.2021.08.001.
9. Рудакова А.А., Ионов О.В., Филиппова Е.А. Возможности и ограничения применения эхокардиографии врачом интенсивной терапии в отделении реанимации и интенсивной терапии новорожденных. Неонатология. 2022;10(4):54–62. https://doi.org/10.33029/2308-2402-2022-10-4-54-62.

REFERENCES

1. Gilfillan M., Bhandari A., Bhandari V. Diagnosis and management of bronchopulmonary dysplasia. Clinical Review. BMJ. 2021;375:n1974. https://doi.org/10.1136/bmj.n.1974.
2. Belteki G. Volume-Targeted Ventilation. Clinics in perinatology. 2021;48(4):825–841. https://doi.org/10.1016/j.clp.2021.08.001.
3. Farrell O., Perkins E., Black D. Volume guaranteed? Accuracy of a volume-targeted ventilation mode in infants. ADC Fetal and Neonatal. 2018;103(2):120–125. https://doi.org/10.1136/archdischild-2017-312640.
4. Van Kaam V., Rimensberger R., Borensztajn D. Ventilation Practices in the Neonatal Intensive Care Unit: A Cross-Sectional Study. Journal of pediatrics. 2010;157(5):767–771. https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.05.043.
5. Gorbachev V.I., Anurev A.M. Neuroregulated ventilation of the lungs in premature infants. Anesteziologiya i reanimatologiya. 2020;(4):93–99. https://doi.org/10.17116/anaesthesiology202004193. (In Russian).
6. Beck J., Emeriaud G., Liu Y. Neurally-adjusted ventilatory assist (NAVA) in children: a systematic review. Minerva Anestesiologica. 2016;82(8):874–883.
7. Wu M., Yuan X., Yang L. Neurally Adjusted Ventilatory Assist vs Conventional Mechanical Ventilation in Adults and Children With Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. Frontiers in medicine (Lausanne). 2022;(9):814245. https://doi.org/10.3389/fmed.2022.814245.
8. Belteki G., Morley C. Volume-targeted ventilation. Clinics in perinatology. 2021;48(4):825–841. https://doi.org/10.1016/j.clp.2021.08.001.
9. Rudakova A.A., Ionov O.V., Filippova E.A. Possibilities and limitations of the use of echocardiography by intensive care physicians in the neonatal intensive care unit. Neonatologiya. 2022;10(4):54–62. https://doi.org/10.33029/2308-2402-2022-10-4-54-62. (In Russian).