

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

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

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

INTRODUCTION

Использование современных стратегий проведения искусственной вентиляции легких (ALV) в недоношенных новорожденных привело к увеличению их выживаемости. Однако, высокая распространенность бронхолегочной дисплазии и вентилятор-индуцированного повреждения легких делает проблему выбора оптимального метода и параметров ALV чрезвычайно актуальной [1].

Одним из «экономичных» методов является Volume Guarantee Ventilation, который все чаще используется в неонатологии. Это адаптивная вентиляция, которая использует сложные компьютерные алгоритмы для обеспечения пациентов заданным респираторным объемом [2]. Она может уменьшить повреждение легких за счет точной доставки заданного респираторного объема [3]. Volume Guarantee вентиляция отличается от традиционной объем-контролируемой вентиляции. Во время VG вентиляции используется воздушный поток для обеспечения заданного респираторного объема, в то время как контроль вентиляции осуществляется по давлению. В современных вентиляторах измерение респираторного объема возможно с помощью датчика проксимального потока. Это позволяет контролировать респираторный объем и корректировать параметры вентиляции в реальном времени, тем самым минимизируя риски повреждения легких [4].

Другой современной стратегией респираторной поддержки недоношенных новорожденных является использование нейрально регулируемой вентиляции, которая использует электрический сигнал диафрагмы в качестве триггера для инициации аппаратного дыхания [5]. J. Beck показал, что Нейрально Адаптированная Вентиляторная Помощь (NAVA-вентиляция) является своего рода респираторным протезом, где диафрагма и вентилятор одинаково поддерживают дыхание и обеспечивают респираторную поддержку не только синхронно, но и пропорционально потребностям пациента [6]. Исследования, проведенные группой авторов во главе с М. Ву, также продемонстрировали качественное взаимодействие между пациентом и вентилятором в NAVA режиме, как у взрослых, так и у детей [7].

Недоношенные новорожденные, особенно те, у которых очень низкая и экстремально низкая масса тела при рождении, очень чувствительны к изменениям интраторактической давления и

респираторных колебаний объема, поэтому выбор режима работы вентилятора должен быть разумным и эффективным [8]. Методические рекомендации по ведению новорожденных с синдромом респираторного дистресса не предоставляют конкретного метода респираторной поддержки, что делает возможным для реаниматолога или неонатолога выбрать нестандартный подход к выбору респираторной поддержки. Именно поэтому мы хотим представить клинический случай использования неинвазивной NAVA вентиляции у ребенка с массой тела 660 г в качестве стартового метода вентиляции.

AIM

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

MATERIALS AND METHODS

В течение курса исследования были проанализированы: карточка реанимации, листы наблюдения, в которых были указаны частота сердечных сокращений, артериальное давление и показатели насыщения, диурез. Кроме того, были проанализированы рентгенограммы, нейросонограммы и эхокардиограммы. Динамика изменений в составе крови, электрокардиограммы и электрической активности диафрагмы, оцененной с помощью графического мониторинга в NAVA режиме, также представлены.

В рамках фокусной эхокардиографии, преднагрузка миокарда была оценена для исключения гиповолемии и перегрузки объемом, сократительная способность миокарда и нагрузка на сердце [9]. Сократительная способность была определена по фракции выброса и фракции укорочения, нагрузка — по измерению напряжения стенок левого желудочка (ESWS — end systolic wall stress) во время систолы по формуле:

$$ESWS \left(\frac{r}{cm^2} \right) = 1,35 \cdot A \cdot D \cdot \frac{KCP}{4 \cdot T3CJ \cdot c \cdot (1 + T3CJ \cdot c / KCP)}.$$

Кроме того, был диагностирован открытый артериальный проток, его диаметр и значение для системного и церебрального кровотока были определены.

CLINICAL CASE

Child P., date of birth 19.12.2023. Birth weight 660 g, height 30 cm, Apgar score 6–7 points, boy. Obstetric diagnosis of the mother: premature delivery by cesarean section at 28 weeks. Intrauterine fetal hypoxia before delivery. Insufficient fetal growth. Scar on the uterus. Chronic nicotine addiction. Candida vaginitis. Laparotomy. Caesarean section according to Gusakov. From the history of the mother, it is known that the present pregnancy is the 6th, delivery is the 2nd. Has one healthy child of eleven years old. Natural miscarriages in 2014, 2016, 2019 and 2020. Registered at the antenatal clinic for the last pregnancy in the last 8 weeks. At 15 weeks there was a suspicion of fetal genetic abnormality, but the diagnosis was not confirmed by chorionbiopsy. From the 21st week onward, there was delayed fetal growth, amniotic masses in the uterine cavity, and uteroplacental blood flow abnormalities. Uterine and fetoplacental blood flow disorders at 26 weeks. At 27 weeks, the mother had an acute viral infection.

On 19.12.2023 at the term of 28 weeks and 3 days a boy was born by cesarean section. At birth, the condition was severe, due to respiratory failure, deep immaturity. From the first minutes respiratory support was carried out in the form of non-invasive ventilation with positive pressure at the end of exhalation, followed by transition to nasal ventilation with intermittent positive pressure. Taking into account the persisting oxygen demand of 60% at the 10th minute, noninvasive administration of surfactant preparation 200 mg/kg was performed. A peripheral venous catheter was placed, infusion therapy was started, and colostrum was given. By the 30th minute, the neonate was stabilized in a heat-saving film in a transport cuvette on noninvasive ventilation in the mode of nasal ventilation with intermittent positive pressure, he was transported to the intensive care unit N 7 of the Irkutsk Regional Perinatal Center.

Upon admission to the intensive care unit, the child was examined: review chest radiography,

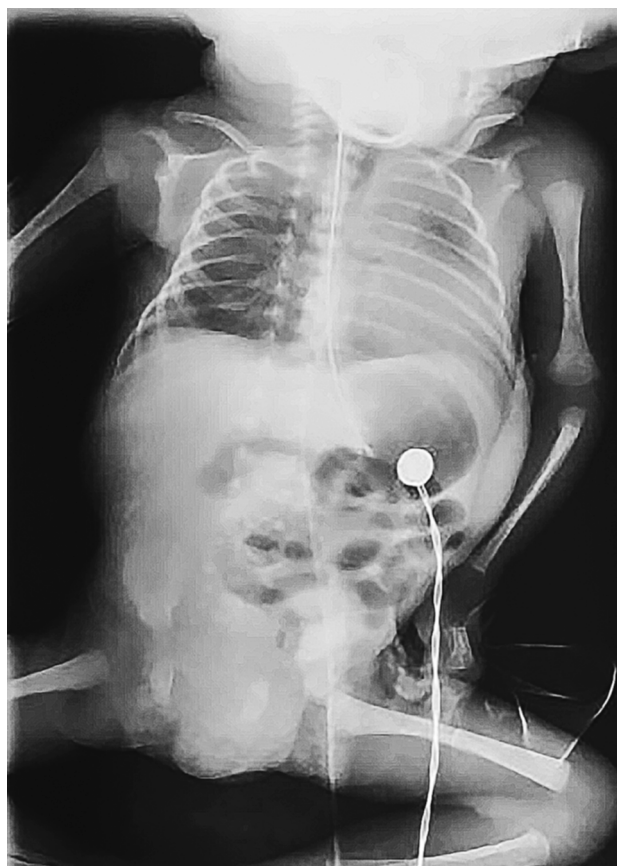


Fig. 1. X-ray of the chest organs in the first hour of life

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



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

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

Table 1. Hemodynamic profile according to focal echocardiographic

Таблица 1. Гемодинамический профиль по данным фокусной эхокардиографии

Сутки / Day	Объемный кровоток в легоч- ной 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

Note: DA — ductus arteriosus; ACA — anterior cerebral artery; EF LV — ejection fraction left ventricular; FS LV — fractional shortening left ventricular.

Примечание: ОАП — открытый артериальный проток; ПМА — передняя мозговая артерия, ФВ ЛЖ — фракция выброса левого желудочка, ФУ ЛЖ — фракция укорочения левого желудочка.

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

Таблица 2. Показатели газового состава крови в первые трое суток

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]

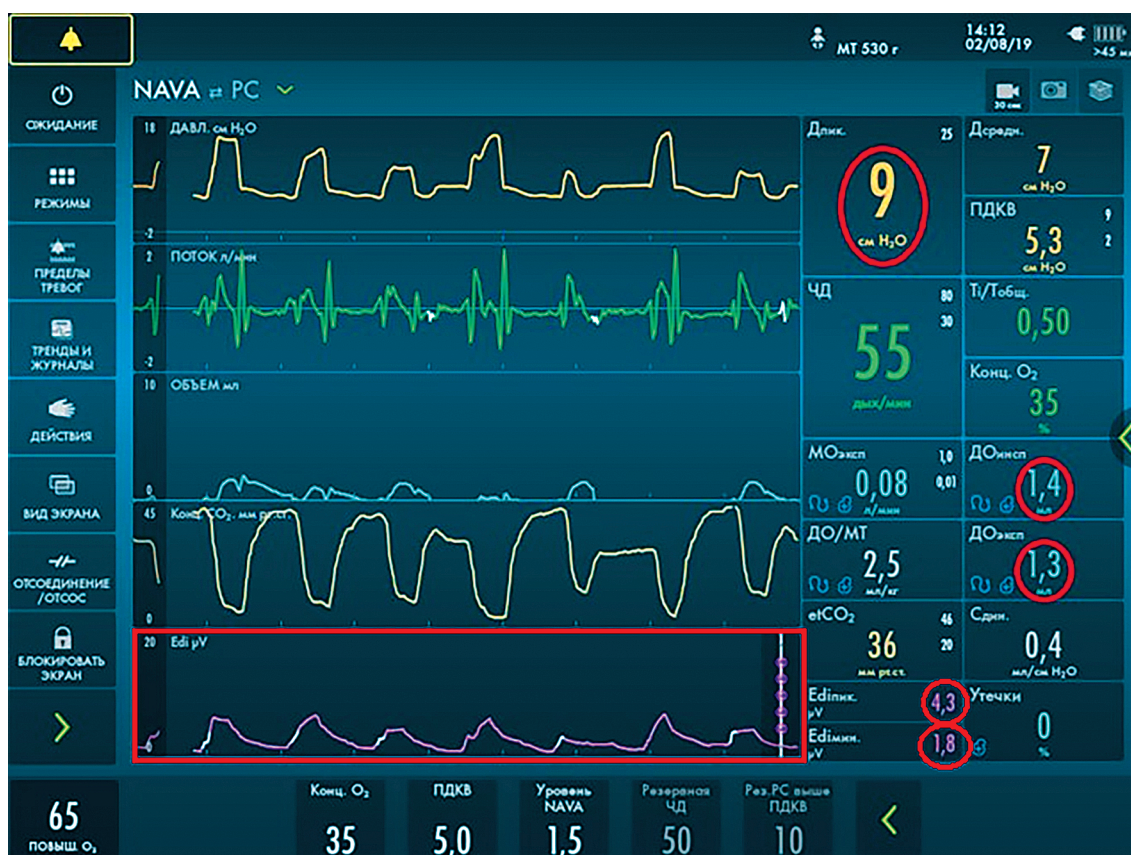


Fig. 3. Graphical monitoring of electrical activity of the diaphragm

Рис. 3. Графический мониторинг электрической активности диафрагмы

focal echocardiography, neurosonography, laboratory and bacteriologic screening were performed.

RESULTS

According to the chest radiography performed on admission, there was a radiographic picture of severe respiratory distress syndrome, pronounced decrease in left lung airiness (Fig. 1).

However, taking into account effective spontaneous breathing and stable saturation level of more than 95%, the child was transferred to non-invasive NAVA. After 6 hours, a review radiography of the chest was repeatedly performed. There was a distinct positive dynamics in the form of restoration of airiness of both lungs (Fig. 2).

According to the results of focal echocardiography performed on the first day of life, there was an increase in the volume blood flow in the pulmonary artery and the presence of an open ductus arteriosus with cerebral blood flow disturbance of hypoperfusion type.

On the second day of life, a moderate increase in the volume blood flow in the pulmonary artery remained, the arterial duct remained open, but there was restoration of blood flow in the cerebral vessels. On the third day of life, the volume blood flow in the pulmonary artery normalized, the arterial duct decreased more than 2 times, cerebral and mesenteric blood flows were not disturbed. On the fourth day the arterial duct spontaneously closed. Myocardial contractility was not disturbed, afterload corresponded to the age norm (Table 1).

No pathologic changes were observed in the blood gas composition during the first three days, and pH, pCO₂, pO₂, BE and lactate indices corresponded to the reference values (Table 2).

Graphical analysis of diaphragm electrical activity reflected good neuromuscular interaction and efficient operation of the respiratory musculature. The median values of maximum diaphragm electrical activity were [5.6;18.8]cmHg/ μ V, indicating adequate respiratory support proportional to the child's needs (Fig. 3).

DISCUSSION

The clinical case is fully justified using non-invasive NAVA as a starting regimen of respiratory therapy. If spontaneous breathing is preserved, it does not only synchronize the machine breaths with the child's respiratory attempt, but also performs them in proportion to the child's needs by analyzing the strength of muscle contraction. This allows to avoid excessive ventilation, maintaining the constancy of

the blood gas composition. According to the data of chest radiography, the recovery of lung airiness was noted in 6 hours, and the child did not require "toughening" of ventilation parameters. It is shown that this method of ventilation has no negative effect on systemic and cerebral hemodynamics. NAVA created the pressure that does not affect the contractility of myocardium and left ventricular afterload, thus does not interfere with restructuring of blood circulation in the first day of life.

Thus, the use of noninvasive NAVA as a starting method of respiratory support in profoundly premature neonates is not only possible, but also promising. Rapid recovery of pulmonary function, stabilization of systemic and cerebral hemodynamics are the result of effective ventilation as close as possible to physiological breathing.

CONCLUSION

Not so long ago, the possibility of preserving spontaneous breathing in a profoundly premature infant was out of the question. As a rule, resuscitation in the delivery room ended with tracheal intubation and transfer to forced ventilation. Now the use of intelligent modes of non-invasive ventilation allows to completely revise this tactic. Nowadays, the use of intelligent modes of non-invasive ventilation allows to completely revise this tactic and use those ventilation methods that preserve and maintain effective independent breathing of the child from the first minutes of life.

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.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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

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).

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 новорожденных. 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>.