

К оценке некоторых факторов, предрасполагающих к «позднему» ацидозу недоношенных новорожденных детей

ДАШИЧЕВ К.В., СИТНИКОВА Е.П., ОЛЕНДАРЬ Н.В., УСПЕНСКАЯ Т.Л., ШИТОВА А.С.

Ярославский государственный медицинский университет Минздрава России, Ярославль, Россия

Цель: выяснить значение открытого овального окна в формировании гомеостаза недоношенных новорожденных детей.

Материалы: в качестве основной группы были обследованы 58 недоношенных новорожденных с гестационным возрастом 28–36 недель и 20 здоровых доношенных — в качестве группы сравнения. **Результаты:** приводятся результаты определения ряда показателей гомеостаза и ультразвукового исследования фетальных коммуникаций у недоношенных новорожденных, не имевших сопутствующих тяжелых заболеваний. В позднем неонатальном периоде у недоношенных новорожденных нарастал дефицит оснований, предрасполагавший к «позднему» ацидозу. Одной из причин этого явления являлось низкое парциальное напряжение кислорода крови вследствие межпредсердного бидиректорального шунтирования через открытое овальное окно.

Ключевые слова: недоношенные новорожденные дети, гомеостаз

Assessment of certain factors predisposing to 'late' acidosis in premature newborns

Dashichev K.V., Olendar N.V., Sitnikova E.P., Uspenskaya T.L., Shitova A.S.

Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russia

Research objective — to determine the significance of the open oval window in the formation of homeostasis in premature newborns. **Materials:** 58 premature newborns with a gestational age of 28–36 weeks were examined as the main group, and 20 healthy full-term newborns were examined as the comparison group. **Results:** The results of determining a number of homeostasis indicators and ultrasound examination of foetal communications in premature newborns without concomitant severe diseases are presented. In the late neonatal period, profoundly premature newborns developed a growing base deficit, predisposing them to 'late' acidosis. One of the reasons for this phenomenon was low partial oxygen tension in the blood due to bidirectional atrial shunting through the patent foramen ovale. **Keywords:** premature infants, homeostasis

Для цитирования: Дашичев К.В., Ситникова Е.П., Олендарь Н.В., Успенская Т.Л., Шитова А.С. К оценке некоторых факторов, предрасполагающих к «позднему» ацидозу недоношенных новорожденных детей. *Детские инфекции*. 2026; 25(2):10-12. doi.org/10.22627/2072-8107-2026-25-2-10-12

For citation: Dashichev K.V., Olendar N.V., Sitnikova E.P., Uspenskaya T.L., Shitova A.S. Assessment of certain factors predisposing to 'late' acidosis in premature newborns. *Detskie Infektsii = Children Infections*. 2026; 25(2):10-12. doi.org/10.22627/2072-8107-2026-25-2-10-12

Информация об авторах:

Дашичев Кирилл Валерианович (Dashichev K.V.), к.м.н., доцент кафедры педиатрии №2, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, kirilld82@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0082-4005>

Ситникова Елена Павловна (Sitnikova E.P.), д.м.н., профессор, заведующая кафедрой педиатрии №2, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, ser.med@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9025-974X>

Олендарь Наталья Владимировна (Olendar N.V.), к.м.н., доцент кафедры педиатрии №2, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, nolendar@list.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6443-6549>

Успенская Татьяна Львовна (Uspenskaya T.L.), к.м.н., доцент кафедры педиатрии №2, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, utatiana.l@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3523-5830>

Шитова Анна Сергеевна (Shitova A.S.), ассистент кафедры педиатрии №2, Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, an.shitova77@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0009-3115-9333>

Одним из частых состояний гомеостаза, осложняющих постнатальную адаптацию преждевременно родившихся детей, является поздний метаболический ацидоз, обнаруживающийся во второй половине неонатального периода [1,2]. Поскольку данное состояние усугубляет гипоксию, способствует развитию внутрижелудочковых кровоизлияний и ретинопатии недоношенных, изучение его причин необходимо для совершенствования медицинского сопровождения [3]. С точки зрения выяснения причин этого явления представляет интерес изучение влияния на газовый гомеостаз внутрисердечной гемодинамики при функционирующих фетальных коммуникациях. Самой частой находкой при ультразвуковом исследовании сердца новорожденных детей является открытое овальное окно (ООО) [4,5]. Являясь малой аномалией развития сердца, ООО имеет разнообразную морфологию, что обуславливает возникновение различных клинических состояний, связанных, прежде всего, с особенностями гемодинамики [6,7].

Цель исследования — выяснить значение открытого овального окна в формировании гомеостаза недоношенных новорожденных детей.

Материалы и методы исследования

В ходе клинического исследования были обследованы 58 новорожденных с гестационным возрастом 28–36 недель и массой тела при рождении 1050–2500 г., состояние которых оценивалось как среднетяжелое. В исследование не

включались недоношенные дети с сопутствующей тяжелой патологией нервной системы и внутренних органов инфекционного и другого генеза. Состояние детей за весь период новорожденности по шкале NTISS (National Institutes of Health Stroke Scale) оценивалось как среднетяжелое и соответствовало 4–10 баллам. Выхаживание недоношенных новорожденных детей осуществлялось в условиях специализированного стационара в соответствии с общепринятыми в РФ протоколами стандартов. В качестве группы сравнения были использованы данные обследования 20 здоровых доношенных новорожденных детей в возрасте 3–5 дней, находившихся в учреждении родовспоможения.

Оценка показателей физического развития недоношенных детей при рождении осуществлялась по номограммам ВОЗ. Помимо рутинного клинического обследования в неонатальном периоде дважды (в 8–15 дней и повторно — через 8–14 дней) определялись показатели гематокрита, pH, парциального напряжения кислорода и углекислоты в капиллярной крови при помощи анализатора газов крови и электролитов Roche Cobas b121. Кроме того, использовались эхокардиография и доплерография крупных сосудов.

Полученные данные обрабатывались с помощью программы Statistica V.10, достоверность различия показателей между группами оценивалась по t-test критерию и верифицировалась методом Манн-Уитни. Корреляционный анализ проводился с использованием критерия Спирмена. Достоверными различие и корреляция считались при $p \leq 0,05$.

Таблица 1. Клинические состояния недоношенных детей в раннем неонатальном периоде
Table 1. Clinical conditions of premature infants in the early neonatal period

Клинические показатели Clinical indicators	Недоношенные дети, ГВ Premature infants, gestational age	
	28–33 недели/weeks	34–36 недель/weeks
Внутриутробная гипотрофия/ <i>Intrauterine growth restriction</i>	41,1%	30,6%
Асфиксия новорожденного/ <i>Neonatal asphyxia</i>	20,8%	12,2%
Респираторный дистресс-синдром/ <i>Respiratory distress syndrome</i>	12,0%	4,0%
Отёки/ <i>Edema</i>	29,1%	26,5%
Желтуха/ <i>Jaundice</i>	66,6%	81,6%
Убыль массы тела/ <i>Neonatal weight loss</i>	7,1%	6,9%

Таблица 2. Показатели гомеостаза новорожденных детей, М ± m
Table 2. Homeostasis indicators in newborns

Показатели Indicators	Доношенные дети Full-term babies	Недоношенные дети, ГВ/ <i>Premature infants, gestational age</i>			
		28–33 недели/weeks		34–36 недель/weeks	
		I	II	I	II
Ht, %	58,3 ± 1,0	53,0 ± 1,6*	43,0 ± 2,1**	54,3 ± 2,0	49,5 ± 1,7
pO ₂ mm Hg	79 ± 2,4	57,8 ± 1,5*	58,0 ± 1,2	62,9 ± 1,4*	62,5 ± 1,1
pCO ₂ mm Hg	32,9 ± 0,7	40,7 ± 0,8*	37,3 ± 1,0**	40,9 ± 1,4*	35,9 ± 0,9**

I и II — первое и повторное исследования, * — достоверное различие с доношенными, ** — достоверное различие внутри группы детей
 I and II — initial and repeat examinations, * — significant difference compared to full-term infants, ** — significant difference within the group of children

Результаты и их обсуждение

Все недоношенные новорожденные дети находились на искусственном вскармливании специализированными молочными смесями. Возраст матерей составлял 26 ± 5 лет. Акушерский анамнез был отягощен у 56% женщин. Настоящие роды были первыми у 26% матерей. Обследованные недоношенные новорожденные составили две группы. В первую группу были включены дети с гестационным возрастом (ГВ) 28–33 недели, во вторую — дети с ГВ 34–36 недель. В раннем неонатальном периоде большинство патологических состояний несколько чаще были отмечены у детей 1 группы (табл. 1).

Возраст восстановления массы тела после её убыли у детей 1 и 2 групп составил в среднем 16 и 14 дней соответственно. В течение этого периода исчезали отеки и желтуха. На этом основании первые две недели жизни были выделены условно как период ранней постнатальной адаптации преждевременно родившихся детей. В течение этого периода у обследованных недоношенных детей имел место периоральный цианоз. У менее зрелых новорожденных цианоз отмечался в покое, а у детей с ГВ 34–36 недель он возникал при физическом напряжении. Появление периорального цианоза при нагрузке у детей с гестационным возрастом 28–33 недели сохранялось до окончания неонатального периода. Неврологический статус недоношенных детей характеризовался мышечной гипотонией, гипорефлексией и сниженной спонтанной двигательной активностью. Состояние обследованных недоношенных новорожденных детей оценивалось как среднетяжелое.

Динамика показателей pH капиллярной крови недоношенных новорожденных также имела определенные особенности (рис. 1).

При первом исследовании у недоношенных детей имел место субкомпенсированный ацидоз смешанного генеза, обусловленный повышенным pCO₂ и значительным дефицитом оснований. При повторном исследовании pH крови у недоношенных детей увеличивался, но изменения дефицита оснований имели неоднозначные тенденции. У детей с ГВ 34–36 недель динамика этого показателя укладывалась на снижение в кро-

ви избытка «кислых» метаболитов, тогда как у детей с ГВ 28–33 недели наблюдалась противоположная тенденция. В связи с этим были подвергнуты анализу показатели гематокрита и газового состава крови, которые также имели различия в зависимости от зрелости детей к моменту рождения (табл. 2).

В раннем неонатальном периоде значения гематокрита недоношенных детей обеих групп были сопоставимы с доношенными новорожденными. Однако в динамике у детей с ГВ 28–33 недели показатель имел отчетливую тенденцию к снижению. Это свидетельствовало об уменьшении кислородной ем-

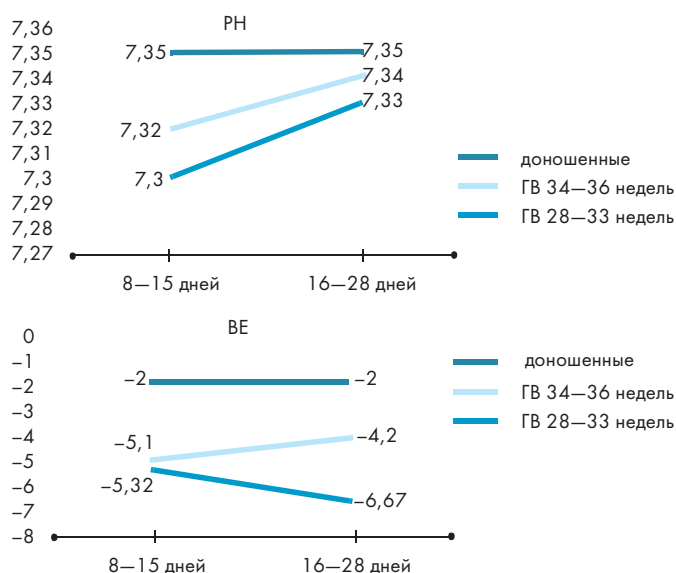


Рисунок 1. Динамика кислотно-основного состояния у новорожденных
Figure 1. Dynamics of acid-base status in newborns

кости крови и определяло снижение её буферных свойств. Показатель pO_2 у недоношенных детей обеих групп имел низкие значения без существенной динамики. Но важно отметить, что у детей с ГВ 28–33 недели среднестатистические значения показателя были ниже референсных значений, что свидетельствует о стабильной гипоксемической тенденции. Показатель pCO_2 в раннем неонатальном периоде у недоношенных новорожденных обеих групп по сравнению с доношенными был повышен. При повторном исследовании pCO_2 у обследованных недоношенных детей существенно снижалось как следствие «созревания» легких и, в целом, аппарата внешнего дыхания. Это способствовало уменьшению газового компонента кислотно-основного гомеостаза и относительному повышению pH крови. Но на этом фоне существенного повышения парциального напряжения кислорода не происходило.

Отмеченное расхождение динамики газового гомеостаза у недоношенных новорожденных могло быть следствием влияния внелегочного фактора, имея в виду функционирующие фетальные коммуникации. По данным ультразвукового исследования сердца у недоношенных детей с ГВ 28–33 и 34–36 недель определялось функционирование открытого артериального протока (ФАП) с частотой в динамике 88–60% и 60–31% в раннем и позднем неонатальном периодах соответственно. Овальное окно определялось открытым у детей с ГВ 28–33 и 34–36 недель с частотой в динамике 100–75 и 90–69% соответственно. Сопоставление частоты функционирующих фетальных коммуникаций свидетельствует о том, что в позднем неонатальном периоде овальное окно оставалось открытым у недоношенных новорожденных детей существенно чаще, чем ФАП. Таким образом, у недоношенных новорожденных детей инволюция овального окна по сравнению ФАП происходила медленнее. Поэтому овальное окно

сохранялось открытым значительно дольше, чем ФАП. Диаметр овального окна составлял 2–5 мм. Корреляционный анализ выявил у недоношенных детей достоверную отрицательную связь диаметра овального окна с показателями зрелости при рождении. Соответствующий коэффициент корреляции показателя с ГВ составил величину $-0,362$ ($p = 0,05$), следовательно, чем глубже недоношенность, тем больше был диаметр ОО. У обследованных детей через ФАП сброс крови имеет левостороннее направление, что согласуется с данными более ранних исследований [8]. Через открытое овальное окно осуществляется межпредсердное бидиректоральное шунтирование: во время систолы предсердий — слева направо, во время диастолы — справа налево. Это положение подтверждено доплерографическими исследованиями ряда авторов [9]. Таким образом, в левое предсердие поступает венозная кровь и, следовательно, в аорте она имеет смешанный характер, обуславливая снижение транспорта кислорода в системе большого круга кровообращения и негативно влияя на метаболические процессы и гомеостаз [10].

Заключение

В неонатальном периоде у недоношенных детей имел место субкомпенсированный ацидоз смешанного генеза. В позднем неонатальном периоде у недоношенных детей снижаются буферные свойства крови и несмотря на снижение парциального напряжения CO_2 увеличивался дефицит оснований, предрасполагавший наряду с другими факторами к позднему ацидозу. Одной из причин накопления «недоокисленных» метаболитов у этих детей являлся дефицит кислорода, обусловленный относительно низким pO_2 крови в большом круге кровообращения вследствие межпредсердного диастолического шунтирования справа налево через открытое овальное окно.

Список литературы:

- Morgan JL, Nelson DB, Casey BM, Bloom SL, McIntire DD, Leveno KJ. Impact of metabolic acidemia at birth on neonatal outcomes in infants born before 34 weeks' gestation. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2017 Aug;30(16):1902–1905. doi:10.1080/14767058.2016.1229767.
- Shin TW, Lee EJ, Choi HW, Yoo YM. Metabolic acidosis as a risk factor for bronchopulmonary dysplasia in preterm infants born between 23+0 and 31+6 weeks of gestation: a retrospective case-control study. *Front Pediatr.* 2025 Jun 19;13:1595348. doi:10.3389/fped.2025.1595348.
- Перепелица С.А., Молчанов И.В. Влияние лактат-ацидоза на исходы заболевания недоношенных новорожденных в неонатальном периоде. *Общая реаниматология.* 2024;20(5):4–14. doi:10.15360/1813-9779-2024-5-4-14
- Рудой А.С., Бова А.А., Нехайчик Т.А. Открытое овальное окно и ассоциированные клинические состояния. *Клиническая медицина.* 2017;95(7):607–612. doi:10.18821/0023-2149-2017-95-7-607-612.
- Wang C, Ma L, Jin J, Shi Z. Patent Foramen Ovale in Children: A Review of Epidemiological Characteristics, Natural Course, and Intervention Strategies. *Children (Basel).* 2025;12(11):1491. doi:10.3390/children12111491.
- Смольнова Т.Ю., Нечаева Г.И., Мартынов А.И., Бокерия Е.Л. Структурные anomalies сердца: популяционная «норма» или группа риска в период беременности, в родах, послеродовом периоде и у новорожденных. *Акушерство и гинекология.* 2018;2:5–12. doi:10.18565/aig.2018.2.5-12
- Барабанова Е.А., Аракелянц А.А., Заугольникова Т.В., Морозова Т.Е. Алгоритмы ведения пациентов с структурными anomalies сердца в терапевтической практике. *Лечащий врач.* 2020;2:10–14. doi:10.26295/OS.2020.21.50.002
- Дашичев В.В., Олендарь Н.В., Дашичев К.В. Гемодинамически значимый функционирующий артериальный проток у недоношенных детей: клиническая значимость и методы лечения. *Вопросы практической педиатрии.* 2010;5(6):32–36.
- Hines MH. Neonatal cardiovascular physiology. *Semin Pediatr Surg.* 2013;22(4):174–178. doi:10.1053/j.sempedsurg.2013.10.004
- Wright CJ, Posencheg MA, Seri I. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. In: Gleason CA, Sawyer T, editors. *Avery's diseases of the newborn.* 11th ed. 2024. p. 231–252. ISBN: 978-0-323-82823-9.

References:

- Morgan JL, Nelson DB, Casey BM, Bloom SL, McIntire DD, Leveno KJ. Impact of metabolic acidemia at birth on neonatal outcomes in infants born before 34 weeks' gestation. *J Matern Fetal Neonatal Med.* 2017 Aug;30(16):1902–1905. doi:10.1080/14767058.2016.1229767.
- Shin TW, Lee EJ, Choi HW, Yoo YM. Metabolic acidosis as a risk factor for bronchopulmonary dysplasia in preterm infants born between 23+0 and 31+6 weeks of gestation: a retrospective case-control study. *Front Pediatr.* 2025 Jun 19;13:1595348. doi:10.3389/fped.2025.1595348.
- Perepelitsa SA, Molchanov IV. Effect of lactic acidosis on disease outcomes in preterm infants in the neonatal period. *General Reanimatology.* 2024;20(5):4–14. doi:10.15360/1813-9779-2024-5-4-14 (In Russ).
- Rudoy AS, Bova AA, Nekhaychik TA. Patent foramen ovale and associated clinical conditions. *Clinical Medicine.* 2017;95(7):607–612. doi:10.18821/0023-2149-2017-95-7-607-612 (In Russ).
- Wang C, Ma L, Jin J, Shi Z. Patent Foramen Ovale in Children: A Review of Epidemiological Characteristics, Natural Course, and Intervention Strategies. *Children (Basel).* 2025;12(11):1491. doi:10.3390/children12111491.
- Smolnova TYu, Nechaeva GI, Martynov AI, Bokeria EL. Structural anomalies of the heart: population «norm» or risk group during pregnancy, childbirth, postpartum period and in newborns. *Obstetrics and Gynecology.* 2018;2:5–12. doi:10.18565/aig.2018.2.5-12 (In Russ).
- Barabanova EA, Arakelyants AA, Zaugolnikova TV, Morozova TE. Management algorithms for patients with structural cardiac anomalies in therapeutic practice. *Attending Doctor.* 2020;2:10–14. doi:10.26295/OS.2020.21.50.002 (In Russ).
- Dashichev VV, Orendar NV, Dashichev KV. Hemodynamically significant patent ductus arteriosus in preterm infants: clinical significance and treatment methods. *Practical Pediatrics.* 2010;5(6):32–36 (In Russ).
- Hines MH. Neonatal cardiovascular physiology. *Semin Pediatr Surg.* 2013;22(4):174–178. doi:10.1053/j.sempedsurg.2013.10.004
- Wright CJ, Posencheg MA, Seri I. Fluid, Electrolyte, and Acid-Base Balance. In: Gleason CA, Sawyer T, editors. *Avery's diseases of the newborn.* 11th ed. 2024. p. 231–252. ISBN: 978-0-323-82823-9.

Статья поступила 30.03.26

Конфликт интересов: Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.

Conflict of interest: The authors confirmed the absence conflict of interest, financial support, which should be reported.