

## Эхографические особенности структур головного мозга у детей, родившихся с очень низкой и экстремально низкой массой тела, в сопоставлении с клинической картиной

А.К. Миронова<sup>1</sup>, И.М. Османов<sup>1</sup>, К.В. Ватолин<sup>2</sup>, О.А. Милованова<sup>2</sup>, М.Г. Самигулина<sup>1</sup>,  
О.А. Комиссарова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. З.А. Башляевой ДЗМ», Москва, Россия;

<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

## Echographic features of brain structures in children born with very low and extremely low body weight, in comparison with the clinical picture

A.K. Mironova<sup>1</sup>, I.M. Osmanov<sup>1</sup>, K.V. Vatolin<sup>2</sup>, O.A. Milovanova<sup>2</sup>, M.G. Samigulina<sup>1</sup>,  
O.A. Komissarova

<sup>1</sup>Bashlyaeva Children's Municipal Clinical Hospital, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia;

<sup>3</sup>Russian Peoples' Friendship University, Moscow, Russia

Незрелость структур головного мозга глубоконедоношенных детей обуславливает особенности эхографической картины при рождении, а также в нео- и постнеонатальном периоде. В статье представлен анализ результатов ультразвуковых исследований головного мозга (от рождения до 18 мес скорректированного возраста) в сопоставлении с клинко-лабораторными данными 489 глубоконедоношенных детей, родившихся с очень низкой и экстремально низкой массой тела. Сопоставление данных нейросонографии и результатов клинического обследования свидетельствуют, что эхографическая картина структур головного мозга глубоконедоношенных детей может отличаться от таковой у доношенных детей и в отсутствие неврологических проявлений не требует медикаментозной коррекции. Среди основных эхографических особенностей наиболее характерны умеренная дилатация подбололочечных пространств, боковых желудочков и цистерн мозга на протяжении первых лет жизни. Внутрижелудочковые кровоизлияния у глубоконедоношенных детей встречаются с высокой частотой, при этом внутрижелудочковые кровоизлияния III степени, а также перивентрикулярная и диффузная лейкомаляция служат прогностически неблагоприятными факторами, приводящими к развитию выраженного неврологического дефицита.

**Ключевые слова:** глубоконедоношенные дети, очень низкая масса тела, экстремально низкая масса тела, головной мозг, ультразвуковая диагностика.

**Для цитирования:** Миронова А.К., Османов И.М., Ватолин К.В., Милованова О.А., Самигулина М.Г., Комиссарова О.А. Эхографические особенности структур головного мозга у детей, родившихся с очень низкой и экстремально низкой массой тела, в сопоставлении с клинической картиной. Рос вестн перинатол и педиатр 2021; 66:(5): 66:(5): 118–126. DOI: 10.21508/1027–4065–2021–66–5–118–126

Immature brain structures of very premature infants determine the features of the echographic picture at birth, as well as in the neo- and postneonatal period. The article presents an analysis of the results of ultrasound studies of the brain (from birth to 18 months of corrected age) in comparison with the clinical and laboratory data of 489 very premature infants born with very low and extremely low body weight. The comparison of neurosonographic data and the results of clinical examination indicate that the echographic picture of the brain structures of very premature infants may differ from that of the mature infants and it does not require medical correction in the absence of neurological manifestations. The most characteristic echographic features in the first years of life are moderate dilatation of the intrathecal spaces, lateral ventricles and cisterns of the brain. Intraventricular hemorrhages in deeply premature infants occur with a high frequency, while degree III intraventricular hemorrhages, as well as periventricular and diffuse leukomalacia, are prognostically unfavorable factors leading to the development of severe neurological defects.

**Key words:** deeply premature babies, very low body weight, extremely low body weight, brain, ultrasound diagnostics.

**For citation:** Mironova A.K., Osmanov I.M., Vatolin K.V., Milovanova O.A., Samigulina M.G., Komissarova O.A. Echographic features of brain structures in children born with very low and extremely low body weight, in comparison with the clinical picture. Ros Vestn Perinatol i Peditr 2021; 118–126 (in Russ). DOI: 10.21508/1027–4065–2021–66–5–118–126

© Коллектив авторов, 2021

**Адрес для корреспонденции:** Миронова Алена Константиновна – к.м.н., зав. Центром восстановительного лечения детей до 3 лет Детской городской клинической больницы им. З.А. Башляевой, ORCID: 0000-0002-7864-5090  
e-mail: dr\_mironova1985@mail.ru

Османов Исмаил Магомедович – д.м.н., проф., гл. врач Детской городской клинической больницы им. З.А. Башляевой

Самигулина Маргарита Геннадьевна – врач-невролог Центра восстановительного лечения детей до 3 лет Детской городской клинической больницы им. З.А. Башляевой

125373, Москва, ул. Героев Панфиловцев, д. 28

Ватолин Константин Владимирович – д.м.н., проф. кафедры лучевой диагностики детского возраста Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования

Милованова Ольга Андреевна – д.м.н., проф. кафедры неврологии детского возраста Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования

125993, г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1

Комиссарова Ольга Андреевна – клинический психолог, магистр кафедры «Социальной и дифференциальной психологии» Российского университета дружбы народов

117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

Глубоко- и экстремально недоношенные дети, родившиеся с очень низкой (менее 1500 г) и экстремально низкой (менее 1000 г) массой тела составляют группу риска развития различных неврологических осложнений. Эхографическая картина головного мозга глубоконедоношенного ребенка имеет ряд особенностей, обусловленных выраженной незрелостью структур головного мозга [1–3]. Наиболее клинически значимые структурные изменения отмечаются у экстремально недоношенных детей (сроком гестации менее 28 нед), а их выраженность прямо пропорциональна сроку гестации при рождении. Несмотря на то что в среднем число детей, родившихся раньше срока, по данным международной статистики в разных странах варьирует от 7 до 15% (в Российской Федерации в 2019 г. – 89,7 тыс. (6,1%) детей родились недоношенными по данным Роскомстата, 2020 г.), процент экстремально (ранее 28 нед гестации) и глубоконедоношенных (ранее 32 нед гестации) детей невелик и составляет менее 2% от всех новорожденных (табл. 1) [4].

На протяжении первого года жизни эхографическая картина головного мозга глубоконедоношенных детей претерпевает значительные изменения и может отличаться от таковой у доношенного ребенка. В ряде случаев незнание структурных особенностей у глубоконедоношенных детей приводит к несвоевременной диагностике или, наоборот, к гипердиагностике заболеваний нервной системы и, как результат, – к необоснованному назначению медикаментозной терапии.

Для выявления эхографических структурных особенностей головного мозга глубоко- и экстремально недоношенных детей, родившихся с очень низкой и экстремально низкой массой тела, на базе неонатального комплекса ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. З.А. Башляевой ДЗМ» (отделение реанимации и интенсивной терапии новорожденных, отделение для недоношенных детей, Центр восстановительного лечения детей до 3 лет) нами проведен анализ клинической симптоматики и эхографической картины головного мозга пациентов данной группы. Период наблюдения составил 2015–2020 гг.

Таблица 1. Частота рождения недоношенных детей в зависимости от срока гестации

Table 1. The frequency of occurrence of premature babies, depending on the gestational age at birth

Гестационный возраст при рождении, нед	Число детей в год	
	абс.	%
37 и более	120 млн	89,3
32–36,99	5 млн	9
28–31,99	1,6 млн	1,2
Менее 28	780 тыс.	0,5

## Характеристика детей и методы исследования

В ходе динамического наблюдения нами проведена ультразвуковая диагностика головного мозга 489 глубоко- и экстремально недоношенных детей, родившихся с очень низкой и экстремально низкой массой тела. Полученные данные сопоставлены с результатами оценки соматического и психомоторного развития данной группы детей до 36 мес жизни, а также с результатами других лучевых методов исследования.

По гендерному признаку отмечено незначительное преобладание мальчиков – 258 (53%) по сравнению с девочками – 231 (47%). Пациенты были разделены на 2 группы: в 1-ю группу вошли 214 (44%) экстремально недоношенных детей с гестационным возрастом менее 28 нед, во 2-ю группу – 275 (56%) детей с гестационным возрастом от 28 до 32 нед.

Всем детям проводили нейросонографию с доплерографией сосудов головного мозга с момента рождения и затем в динамике до достижения 12 мес скорректированного возраста, а при наличии структурных изменений головного мозга – до достижения 18 мес скорректированного возраста. Регулярность повторных ультразвуковых исследований головного мозга определялась клинической симптоматикой, но была не реже 1 раза в месяц.

Исследование проводили на ультразвуковых аппаратах GE Logiq e, микроконвексным датчиком 8C-RS 4,2–11,0 МГц, линейным датчиком 9L-RS с частотой сканирования 3,0–9,0 МГц, Philips EPIQ7 линейным датчиком 5–18 МГц, секторным датчиком с частотой сканирования 1–5 МГц.

В качестве акустических окон у всех детей использовали большой, переднебоковой и заднебоковой роднички. Через большой родничок оценивали по 4 парасагиттальных сечения с каждой стороны, сагиттальное и 6 коронарных сечений. При транскраниальном сканировании, устанавливая датчик несколько выше переднебокового родничка, оценивали 3 аксиальных сечения: на уровне среднего мозга, через III желудочек и зрительные бугры и на уровне тел боковых желудочков. Через заднебоковой родничок оценивали IV желудочек и мозжечок. При необходимости использовали и другие акустические окна.

Клинико-неврологическое обследование проводили с помощью шкалы глобальных моторных функций GMFCS (Cross Motor Function Classification System, Palisano et al, 1997); оценку моторного и психоречевого развития ребенка осуществляли с использованием календарного метода (2012 г.).

## Результаты

При нейросонографии у всех 489 (100%) детей в возрасте 3–10 сут жизни были выявлены признаки незрелости структур головного мозга, выраженность которых была прямо пропорциональна степени незрелости: слабое развитие рисунка борозд и извилин,



**Рис. 1.** Данные фронтального сканирования, визуализируются признаки глубокой незрелости структур головного мозга экстремально недоношенного младенца.

**а** – ребенок сроком 27 нед гестации: гладкая поверхность теменной, затылочной и височных долей, широко открытая Сильвиева щель, недоразвитие островковой области; **б, в** – ребенок сроком гестации 28 нед: широкая полость прозрачной перегородки, слабое развитие рисунка борозд и извилин.

**Fig. 1.** Frontal scanning data, signs of deep immaturity of the brain structures of an extremely premature baby are visualized.

**а** – baby 27 weeks of gestation: smooth surface of the parietal, occipital and temporal lobes, wide-open Sylvian fissure, underdevelopment of the insular region; **б, в** – child with a gestation period of 28 weeks: a wide cavity of pellucid septum, weak development of the pattern of furrows and convolutions.

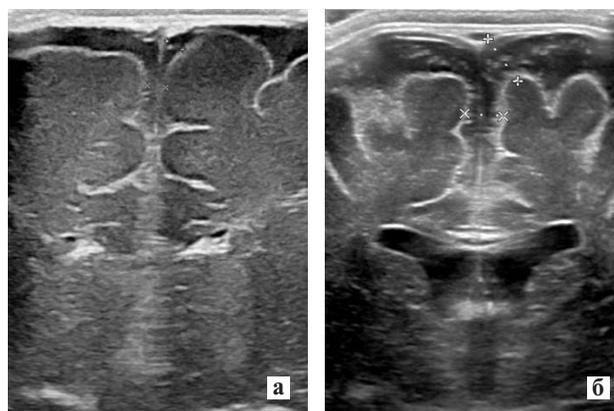
наличие эмбриональных полостей (полость прозрачной перегородки, полость Верге), широкие ликворные пространства, повышение эхогенности в перивентрикулярных отделах, широкие субарахноидальное пространство и Сильвиева борозда за счет недостаточно сформированных структур мозга (рис. 1). Размер большой цистерны мозга (с. magna) в возрасте 3–10 сут жизни у глубоконедоношенных детей составлял 4–10 мм и был прямо пропорционален степени недоношенности. В возрасте 3–4 мес жизни признаки незрелости структур головного мозга отсутствовали у 469 (96%) детей обеих групп. К 3–4 мес жизни эхогенность перивентрикулярных отделов у всех 489 (100%) детей была не изменена. У 8 (4%) пациентов 1-й группы и 5 (2%) 2-й группы к 12 мес скорректированного возраста сохранялась открытая полость прозрачной перегородки.

В возрасте 3–10 сут жизни подбололочные пространства у глубоко- и экстремально недоношенных детей не превышали 2–4 мм (синокортикальный размер) по конвексимальной поверхности и по ходу межполушарной щели (рис. 2, а). В возрасте 4–7 мес у 42% детей 1-й группы и у 36% 2-й группы отмечалась дилатация подбололочных пространств: по конвексимальным поверхностям больших полушарий и синокортикальный размер составлял 6–11 мм, размер межполушарной щели – 6–10 мм (рис. 2, б). В возрасте 12 мес скорректированного возраста дилатация подбололочных пространств сохранялась у 17 (8%) детей 1-й группы и у 13 (5%) детей 2-й группы.

Ширина лобных рогов и высота тел боковых желудочков существенно не отличались у новорожденных с различным гестационным возрастом (25–42 нед), составляя 0–4 мм. Сагиттальный размер затылочных рогов у детей обеих групп в возрасте 3–10 сут жизни варьировал от 9 до 19 мм. Размеры III и IV желудочков составляли 0–2 мм для ширины III желу-

дочка, 4–7 мм для ширины IV желудочка и 1–4 мм для переднезаднего его размера.

К возрасту 3–4 мес жизни (0–1 мес скорректированного возраста) у 81 (38%) ребенка 1-й группы и у 80 (29%) детей 2-й группы отмечалась изолированная умеренная дилатация боковых желудочков: в области передних рогов до 5–10 мм, в области тела 4–7 мм, в области затылочных рогов до 16–24 мм (рис. 3). В возрасте 12 мес скорректированного возраста дилатация боковых желудочков сохранялась, превышая нормальные показатели на 4–6 мм у 48 (22%) детей 1-й группы и у 32 (11%) детей 2-й группы.



**Рис. 2.** Данные фронтального сканирования у ребенка со сроком гестации 29 нед.

**а** – в возрасте 1 мес подбололочные пространства не расширены; **б** – в возрасте 4 мес жизни умеренная дилатация подбололочных пространств по конвексимальной поверхности и по ходу межполушарной щели.

**Fig. 2.** Frontal scanning data in a child with a gestation period of 29 weeks.

**а** – at the age of 1 month the subshell spaces are not expanded; **б** – at the age of 4 months of life there is a moderate dilation of the subshell spaces along the convexitational surface and along the interhemispheric fissure.

Изолированная не прогрессирующая дилатация подболоочечных пространств не сопровождалась изменениями в неврологическом статусе у 81 (38%) ребенка 1-й группы и у 80 (29%) детей 2-й группы. Изолированное расширение боковых желудочков не более 4–5 мм от нормы не приводило к формированию тонусных и двигательных нарушений. Сочетание дилатации боковых желудочков (менее 4–5 мм

от нормы) и подболоочечных пространств без тенденции к нарастанию не сопровождалась двигательными нарушениями и не требовали назначения медикаментозной терапии.

Внутрижелудочковые кровоизлияния. Геморрагическое поражение головного мозга в обеих группах было примерно одинаковым: в 1-й группе встречалось у 87 (41%) детей, во 2-й группе – у 101 (37%) ребенка (рис. 4, а). При этом в 1-й группе число внутрижелудочковых кровоизлияний III степени было практически в 2 раза больше: в 1-й группе – 10 (11%), во 2-й группе – 6 (6%; рис. 4, а–в). В табл. 2 представлена частота внутрижелудочковых кровоизлияний обеих групп в зависимости от тяжести поражения.

Тромботические массы в просвете боковых желудочков после перенесенных внутрижелудочковых кровоизлияний II–III степени не визуализируются к возрасту 4±2,5 мес жизни.

Признаки перивентрикулярной или диффузной лейкомаляции были отмечены у 42 (20%) детей 1-й группы и у 49 (18%) 2-й группы и чаще всего сочетались с тяжелыми формами внутрижелудочковых кровоизлияний (кровоизлияния III степени; рис. 5).

**Таблица 2. Тяжесть геморрагического поражения ЦНС по данным нейросонографии у обследованных детей**  
**Table 2. Severity of CNS damage according to neurosonography data in the examined children**

Данные нейросонографии	1-я группа (ЭН <28 нед гестации) n=214	2-я группа (ГН 28–31 нед гестации) n=275
ВЖК I степени	57 (27%)	61 (22%)
ВЖК II степени	20 (9%)	18 (18%)
ВЖК III степени	10 (5%)	6 (6%)
Всего ВЖК	87 (41%)	101 (37%)

Примечание. ЭН – экстремально недоношенные; ГН – глубоко-недоношенные; ВЖК – внутрижелудочковые кровоизлияния.



Рис. 3. Эхограммы ребенка со сроком гестации 27 нед. а – в возрасте 1 мес боковые желудочки не расширены; б – в возрасте 4 мес жизни умеренная дилатация боковых желудочков.

Fig. 3. Echograms of a child with a gestation period of 27 weeks. а – at the age of 1 month, the lateral ventricles are not dilated; б – at the age of 4 months of life there is moderate dilation of the lateral ventricles.

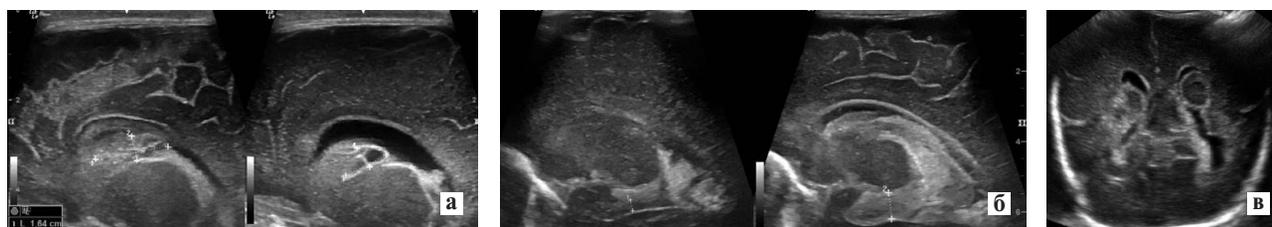


Рис. 4. Данные сканирования детей со сроком гестации менее 28 нед. а – парасагитальное сканирование, признаки субэпендимального кровоизлияния I степени в стадии лизирования; б – парасагитальное сканирование, в просвете боковых желудочков определяются тромботические массы (кровоизлияние II степени); в – фронтальное сканирование; в просвете боковых желудочков определяются тромботические массы с распространением в ткани мозга (кровоизлияние III степени, геморрагическое пропитывание).

Fig. 4. Scanning data of children with a gestation period less than 28 weeks. а – parasagittal scanning, subependymal hemorrhage in the lysis stage (intraventricular hemorrhage I); б – parasagittal scanning, thrombotic masses are determined in the lumen of the lateral ventricles (intraventricular hemorrhage II); в – frontal scanning, thrombotic masses with spread in the brain tissue are determined in the lumen of the lateral ventricles (intraventricular hemorrhage III, hemorrhagic impregnation).

В возрасте 3–4 мес жизни лейкомаляционные кисты начинают спадаться и перестают визуализироваться при нейросонографии. Так, в возрасте 3–5 мес жизни при ультразвуковом исследовании головного мозга у всех обследованных детей, перенесших перивентрикулярную или диффузную лейкомаляцию, кистозные изменения не визуализировались.

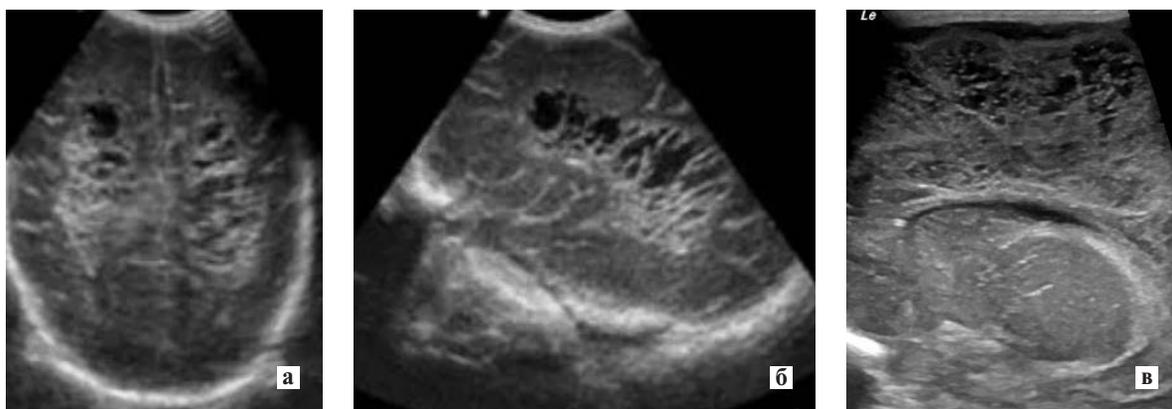
Таким образом, по нашим данным, в процессе динамического наблюдения за детьми обеих групп получены следующие результаты:

– внутрижелудочковые кровоизлияния I имеют благоприятный исход в 100% случаев: в 1-й группе у 57 (27%) детей, во 2-й группе у 61 (22%);

– внутрижелудочковые кровоизлияния II примерно у 1/3 детей обеих групп (36% детей 1-й группы и 29% детей 2-й группы) сопровождаются в дальнейшем выраженными двигательными нарушениями (поставлен диагноз детский церебральный паралич/GMFCS I–II уровень);

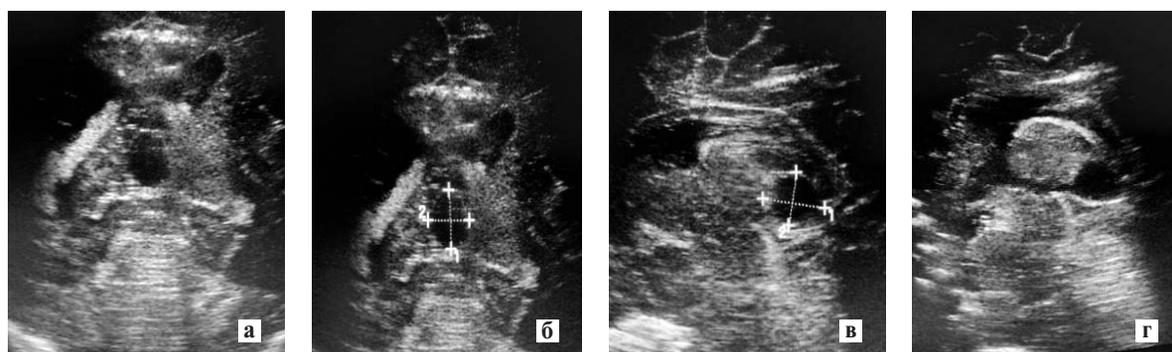
– внутрижелудочковые кровоизлияния III, перивентрикулярная или диффузная лейкомаляция – прогностически самые неблагоприятные факторы, приводящие к развитию грубого неврологического дефицита (детский церебральный паралич, GMFCS III–V уровень, выраженной задержки психоречевого развития, эпилепсии, поражению зрительных путей).

В возрасте 5–6 мес жизни (2–3 мес скорректированного возраста) у 34 (16%) детей 1-й группы и 66 (24%) детей 2-й группы было отмечено появление анэхогенного округлого образования позади III желудочка в области цистерны четверохолмия (рис. 6). Данное образование во всех случаях было аваскулярным при цветовом доплеровском картировании и сохранялось в процессе последующего динамического наблюдения вплоть до 24–30 мес скорректированного возраста при ультразвуковом исследовании головного мозга через транскраниальный доступ.



**Рис. 5.** Данные фронтального (а) и парасагитального (б) сканирования у ребенка в возрасте 32 сут жизни (родился на сроке 29 нед): признаки перивентрикулярной лейкомаляции, стадия кистозной дегенерации, в перивентрикулярных зонах полушарий видны множественные сливные лейкомаляционные кисты. Данные парасагитального сканирования (в) ребенка в возрасте 46 сут жизни (родился на сроке 26 нед гестации) – диффузная лейкомаляция, стадия кистозной дегенерации, крупные множественные сливные кисты в белом веществе полушарий.

**Fig. 5.** Frontal (a) and parasagittal (б) brain scan of a child aged 32 days of life (born at 29 weeks) – periventricular leukomalacia, stage of cystic degeneration, in the periventricular zones of the hemispheres, multiple draining leukomalacial cysts are visible. Parasagittal (в) brain scan of a child at the age of 46 days of life (born at 26 weeks of gestation) – diffuse leukomalacia, stage of cystic degeneration, large multiple drain cysts are located in the white matter of the hemispheres.



**Рис. 6.** Данные фронтального (а, б) и парасагитального (в, г) сканирования детей со сроком гестации менее 28 недель в возрасте 6 месяцев жизни: определяется кистозная структура позади третьего желудочка, в области цистерны четверохолмия.

**Fig. 6.** Frontal (а, б) and parasagittal (в, г) brain scan of children with a gestation period of less than 28 weeks at the age of 6 months of life: the cystic structure is determined behind the third ventricle, in the area of the cistern of the quadrilateral.

## Обсуждение

Одно из важных условий качественного проведения ультразвукового исследования головного мозга, особенно у глубоко- и экстремально недоношенных детей, — использование различных акустических окон, что позволяет сделать осмотр максимально информативным [1–3, 5–8]. Традиционная чрезродничковая нейросонография позволяет визуализировать лишь ограниченную часть внутричерепного пространства, причем чем меньше размеры большого родничка, тем меньше зона визуализации. У глубоко- и экстремально недоношенных детей большой родничок составляет менее 1 см. Сочетание чрезродничковой и транскраниальной нейросонографии позволяет визуализировать все внутричерепное пространство.

Среди ведущих признаков незрелости структур головного мозга у глубоко- и экстремально недоношенных детей можно выделить значительное обеднение рисунка борозд и извилин (вплоть до практического полного отсутствия при рождении ранее 25–26 нед гестации), недостаточно дифференцированный рейлев островок. При сопоставлении ультразвуковой картины головного мозга экстремально недоношенного новорожденного с последовательностью развития основных борозд головного мозга у плода на сроке 25 нед визуализируются поясная и теменно-затылочная борозды, на 25–26-й неделе — шпорная, на 26–27-й — околomosозлистая, на 27–28-й — обонятельные, на 28-й — круговая борозда островка, в 28–29 нед — верхняя височная, в 29–30 нед — короткие и длинные борозды островка, в 34–35 нед — нижняя височная и верхнелобная борозды, в 36–37 нед — орбитальные [1, 2, 8, 9].

Наличие широкой полости прозрачной перегородки и полость Верге также свидетельствуют о незрелости, так как их облитерация начинается после 24-й недели гестации в направлении сзади наперед. Таким образом, у детей, родившихся ранее 25 нед, обе полости хороши визуализируются [1, 2, 4, 8, 9]. При этом у глубоконедоношенных детей отмечается тенденция к более позднему закрытию полости прозрачной перегородки, так, к скорректированному возрасту 1 мес, по результатам нашего исследования, у 317 (65%) детей полость прозрачной перегородки была более 3 мм. При этом следует отметить, что отсутствие облитерации полости Верге к доношенному сроку не является патологическим признаком; размер мозжечка соответствует при рождении гестационному возрасту и впоследствии размеры его увеличиваются пропорционально размерам пренатального развития [8, 10].

Размер подболоочечных пространств на момент рождения у глубоконедоношенных детей может быть шире за счет морфологической незрелости, особенно в затылочных отделах, что обусловлено физиологическими особенностями созревания структур голов-

ного мозга, при этом, по нашим результатам, размеры подболоочечных пространств у детей, родившихся начиная с 25-й недели гестации, не превышали 4 мм [1, 2, 4, 8]. В возрасте 4–7 мес у многих пациентов отмечалась дилатация подболоочечных пространств (в 29% случаев изолированное), по конвексимальным поверхностям больших полушарий синокортикальный размер составлял 6–11 мм, размер межполушарной щели — 6–10 мм при норме менее 4 мм. Данная дилатация не сопровождалась клиническими проявлениями и не требовала лечения. По мнению ряда авторов, у глубоконедоношенных детей это связано с неравномерным ростом костей черепа и структур головного мозга [11–13]. В 12 мес скорректированного возраста изолированная дилатация подболоочечных пространств отмечалась в 6% случаев и не сопровождалась неврологической симптоматикой.

По данным литературы, недоношенность принципиально не влияет на размер желудочковой системы [8, 9]. При этом важно, что для глубоконедоношенных детей типичен большой сагиттальный размер затылочных рогов боковых желудочков, что также связано с морфологической незрелостью. Это объясняет целесообразность измерения затылочных рогов во фронтальном сечении, как при пренатальном ультразвуковом исследовании головного мозга, при котором данный размер не должен превышать 1 см. По нашим данным и результатам, представленным другими авторами, ширина лобных рогов и высота тел боковых желудочков существенно не различались у новорожденных с различным гестационным возрастом (25–42 нед), составляя 0–4 мм [8]. Асимметрия лобных рогов, не превышающая 2 мм, рассматривалась нами как вариант нормы. Сагиттальный размер затылочных рогов у экстремально- и глубоконедоношенных детей (со сроком гестации менее 32 нед) составлял 11–23 мм.

Отмечено, что размеры III и IV желудочков у глубоконедоношенных детей в среднем 0–2 мм для ширины III желудочка, 4–7 мм для ширины IV желудочка и 1–4 мм для его переднезаднего размера, что сопоставимо с результатами исследований других авторов [4, 8]. К возрасту 3–4 мес (0–1 мес скорректированного возраста) у 29–38% детей, родившихся глубоконедоношенными, размеры боковых желудочков увеличивались (более 4 мм — норма для доношенных детей). При дальнейшем динамическом обследовании с помощью нейросонографии, которая проводилась детям Центра восстановительного лечения в среднем до 1 года 6 мес — 1 года 8 мес, у 11–22% детей умеренная дилатация боковых желудочков сохранялась, превышая норму на 4–6 мм. При этом у 17% изолированная умеренная дилатация боковых желудочков была единственным отклонением, при котором клинические изменения не отмечены. Размер большой цистерны мозга вариабелен как у плодов III триместра беременности, так и у доношенных новорожденных

детей, у которых средние размеры составляют 4–5 мм; у недоношенных детей размеры большой цистерны мозга варьируют в зависимости от срока гестации и могут достигать 10 мм и более.

Герминативный матрикс, располагающийся в области стенок боковых и III желудочков, служит структурой, продуцирующей нейробласты и глиобласты. К постконцепциональному возрасту 36 нед герминативный матрикс у большинства детей инволюционирует, хотя в некоторых случаях может сохраняться в остаточном виде. Возможность визуализации герминативного матрикса при нейросонографии спорная, однако существует мнение, что у глубоко-недоношенных новорожденных герминативный матрикс может быть оценен при нейросонографии в виде вытянутой овальной структуры, лежащей над головкой хвостатого ядра кпереди от таламокаудальной вырезки [14, 15].

Высокий риск возникновения внутрижелудочковых кровоизлияний (60–67% по данным нашего исследования) у глубоконедоношенных детей связывают в том числе с переполнением кровью незрелых сосудов герминального матрикса, особенно в субэпендимальных зонах затылочных рогов боковых желудочков мозга, за счет гиперперфузии в бассейнах передней мозговой и средней мозговой артерий, чему способствует снижение скорости оттока крови по вене Галена [16–18].

Кроме того, для эхографической картины головного мозга глубоконедоношенных новорожденных характерно билатеральное диффузное повышение эхогенности базальных ганглиев, и по мнению ряда авторов, оно отражает естественный процесс созревания серого вещества подкорковых структур и анатомически коррелирует с миграцией нейронов [8, 15]. В 1991 г. в своем исследовании С.М. Воеводин и О.Е. Озерова [14] сравнили эхогенность хвостатого ядра и таламуса у недоношенных новорожденных. В 25–26 нед гестации эхогенность хвостатого ядра была выше, чем таламуса, а в 27–32 нед эхогенность обеих структур становилась одинаковой. В большинстве случаев после 33 нед и вплоть до доношенного срока хвостатое ядро имело более низкую эхогенность, чем таламус. Таким образом, указанные параметры могут служить своеобразным маркером для определения соответствия развития головного мозга недоношенного ребенка гестационному возрасту. Интенсивность эхогенности этих областей ниже, чем эхогенность сосудистых сплетений головного мозга. Уменьшение интенсивности эхогенности перивентрикулярных областей по мере роста недоношенного ребенка отражает процесс созревания белого вещества головного мозга [9].

Сложно недооценивать влияние гипоксии на мозг глубоконедоношенных детей. Гипоксически-ишемические изменения вещества головного мозга у глубоконедоношенных новорожденных также про-

являются выраженным повышением эхогенности перивентрикулярных отделов, а также базальных ганглиев, однако изменения носят значительно более интенсивный характер и практически сопоставимы с эхогенностью сосудистых сплетений [5]. Гипоксически-ишемическое поражение способно вызвать выраженные изменения, особенно в сочетании с незрелостью структур как головного мозга, так и других органов и систем, в том числе дыхательной и сердечно-сосудистой. Впоследствии это способно приводить к тяжелым поражениям головного мозга в том числе перивентрикулярной и диффузной лейкомаляции, которая, по данным нашего исследования, встречалась в 18–20% случаев и часто сочеталась с внутрижелудочковым кровоизлиянием III степени. При нейросонографии процесс лейкомаляции возможно фиксировать до момента формирования глиозного рубца, который возникает в возрасте 3–4 мес жизни. Однако эти изменения в большинстве случаев имеют серьезные последствия, сопровождаются выраженной клинической симптоматикой и служат прогностически неблагоприятными факторами, приводящими к развитию неврологического дефицита (детский церебральный паралич, GMFCS III–V уровень, задержка психоречевого развития, эпилепсия, поражения зрительных путей) [3, 4, 9, 11, 13, 19].

Кроме того, нами отмечено у 16–22% детей исследуемых групп в возрасте 5–6 мес жизни (2–3 мес скорректированного возраста) появление анэхогенного округлого образования позади III желудочка в области цистерны черверохолмия. Данное образование было аваскулярным и сохранялось в процессе последующего динамического наблюдения вплоть до 24–30 мес скорректированного возраста (при ультразвуковом исследовании головного мозга через транскраниальный доступ). Полученные изменения расценены нами как дилатация цистерны четверохолмия. В 76% наблюдениях другие церебральные изменения отсутствовали, у 9% отмечалась сочетанная дилатация под оболочечных пространств и боковых желудочков, у 8% детей отмечалась умеренная дилатация боковых желудочков, у 7% детей – умеренная дилатация под оболочечных пространств (+4–6 мм выше нормы).

## **Выводы**

1. Глубоконедоношенные дети имеют высокий риск поражения головного мозга. Нейросонография – информативный метод диагностики для оценки выраженности повреждения структур головного мозга. При этом у глубоко- и экстремально недоношенных детей необходимо полипозиционное сканирование через различные акустические окна – большой, переднебоковой и заднебоковой роднички. Выраженная незрелость структур головного мозга обуславливает специфичность эхографической картины у глубоко- и экстремально недоношенных детей, которая меняется на протяжении первого года

жизни и в отсутствие неврологических проявлений не требует медикаментозной коррекции и дополнительного ультразвукового контроля. Среди таких эхографических особенностей к наиболее характерным относятся признаки незрелости структур головного мозга при рождении, умеренная дилатация подболоочечных пространств, боковых желудочков и цистерн мозга на протяжении первых лет жизни.

2. Признаки незрелости структур головного мозга у глубоко- и экстремально недоношенных детей к 1–3 мес жизни не визуализируются, показатели церебральной гемодинамики сопоставимы с показателями доношенных детей.

3. Изолированная дилатация подболоочечных пространств и изолированное расширение боковых желудочков не более 4–5 мм от нормы на первом году жизни не приводило к формированию двигательных нарушений.

4. Сочетание дилатации боковых желудочков (менее 4–5 мм от нормы) и подболоочечных пространств без тенденции к нарастанию не сопровождалось патологическими изменениями в неврологическом статусе.

5. Внутрижелудочковые кровоизлияния у глубоко- и экстремально недоношенных детей встречались с высокой частотой, при этом кровоизлияния I степени имели благоприятный исход, II степени у 36% пациентов сопровождалась в дальнейшем двигательными нарушениями, а внутрижелудочковые кровоизлияния III, перивентрикулярная и диффузная лейкомаляция служат прогностически неблагоприятными факторами, приводящими к развитию выраженного неврологического дефицита (детскому церебральному параличу/GMFCSS III–V уровень, задержке психоречевого развития, эпилепсии, поражению постгеникулярных зрительных путей).

## ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. Пыков М.И., Ватолин К.В., Быкова Ю.К., Милованова О.А. Детская ультразвуковая диагностика: Учебник. Том 3. Неврология. Сосуды головы и шеи. М.: Издательский дом Видар-М, 2015; 368. [Pykov M.I., Vatinin K.V., Bykova Yu.K., Milovanova O.A. Children's ultrasound diagnostics: Textbook. Volume 3. Nephrology. Vessels of the head and neck. Moscow: Izdatel'skiy dom Vidar-M, 2015; 368. (in Russ.)]
2. Ольхова Е.Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной неонатологии» Том I. Руководство для врачей. М.: Фирма СТРОМ, 2016; 360. [Ol'khova E.B. Ultrasound diagnostics in emergency neonatology. Volume I. A guide for doctors. Moscow: Firma STROM, 2016; 360. (in Russ.)]
3. Pediatric Newborn Medicine Clinical Practice Guideline: Head Ultrasound (HUS) Screening in Premature Infants. Department of Pediatric Newborn Medicine, Brigham and Women's Hospital. September 19, 2016 <https://www.brighamandwomens.org/assets/bwh/pediatric-newborn-medicine/pdfs/hus-cpg-09.08.16-final.pdf>. Ссылка активна на 11.07.2021
4. Cousens S., Blencowe H., Stanton C., Chou D., Ahmed S., Steinhardt L. et al. National, regional, and worldwide estimates of stillbirth rates in 2009 with trends since 1995: a systematic analysis. The Lancet 2011; 377(9774): 1319–1330. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)62310-0
5. Быкова Ю.К., Филиппова Е.А., Ватолин К.В., Ушакова Л.В., Амирханова Д.Ю. Структурные изменения головного мозга при гипоксически-ишемическом поражении центральной нервной системы у новорожденных разного гестационного возраста. Сопоставление эхографической картины с данными морфологических исследований. Неонатология: новости, мнения, обучение 2016; 3(13): 28–38. [Bykova Yu.K., Filippova E.A., Vatinin K.V., Ushakova L.V., Amirhanova D.Yu. Structural changes of the brain in hypoxic-ischemic lesions of the central nervous system in newborns of different gestational age. Comparison of the echographic picture with the data of morphological studies. Neonatologiya: novosti, mneniya, obuchenie 2016; 3(13): 28–38. (in Russ.)]
6. Brouwer M.J., de Vries L.S., Groenendaal F., Koopman C., Pistorius L.R., Mulder E.J. et al. New reference values for the neonatal cerebral ventricles. Radiology 2012; 262(1): 224–233. DOI: 10.1148/radiol.11110334
7. Brouwer M.J., de Vries L.S., Pistorius L., Rademaker K.J., Groenendaal F., Benders M.J. Ultrasound measurements of the lateral ventricles in neonates: why, how and when? A systematic review. Acta Paediatr 2010; 99(9): 1298–1306. DOI: 10.1109/ULTSYM.2016.7728560
8. Чугунова Л.А., Нароган М.В., Воеводин С.М. Эхографические особенности анатомии головного мозга глубоко недоношенных новорожденных. Акушерство и Гинекология. 2015; 7: 15–20. [Chugunova L.A., Narogan M.V., Voevodin S.M. Echographic features of the brain anatomy of deeply premature newborns. Akusherstvo i Ginekologiya 2015; 7: 15–20. (in Russ.)]
9. Власюк В.В. Патология головного мозга у новорожденных и детей раннего возраста. М.: Логосфера, 2014; 288. [Vlasyuk V.V. Brain pathology in newborns and young children. Moscow: Logosfera, 2014; 288. (in Russ.)]
10. Bodensteiner J.B., Schaefer G.B., Craft J.M. Cavum septi pellucidum and cavum vergae in normal and developmentally delayed populations. J Child Neurol 1998; 13(3): 120–121
11. Пальчик А.Б., Шабалов Н.П. Гипоксически-ишемическая энцефалопатия новорожденных. МедПресс-Информ, 2013; 288. [Pal'chik A.B., SHabalov N.P. Hypoxic-ischemic encephalopathy of newborns. Moscow: MedPress-Inform, 2013; 288. (in Russ.)]
12. Пальчик А.Б., Понятишин А.Е., Федорова Л.А. Неврология недоношенных детей. М.: МедПресс-Информ, 2014; 375. [Pal'chik A.B., Ponyatishin A.E., Fedorova L.A. Neurology of premature babies. Moscow: MedPress-Inform, 2014; 375. (in Russ.)]
13. Moore T., Hennessy E.M., Myles J., Johnson S.J., Draper E.S., Costeloe K.L. et al. Neurological and developmental outcome in extremely preterm children born in England in 1995 and 2006: the EPICure studies. BMJ 2012; 345: e7961. DOI: 10.1097/01.aoa.0000443380.54056.26
14. Воеводин С.М., Озерова О.Е. Нормальная эхографическая анатомия головного мозга у новорожденных разного гестационного возраста. Акушерство и гинекология 1991; 6: 33–42. [Voevodin S.M., Ozerova O.E. Normal echographic anatomy of the brain in newborns of different gestational age. Akusherstvo i ginekologiya 1991; 6: 33–42. (in Russ.)]
15. Volpe J.J. Neurology of the newborn. 5th ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 2008; 1120

16. Тупикова С.А., Захарова Л.И. Особенности мозгового кровотока у глубоко недоношенных детей в динамике раннего неонатального периода. Медицинский альманах 2014; 2(32): 111–114. [Tupikova S.A., Zaharova L.I. Features of cerebral blood flow in deeply premature infants in the dynamics of the early neonatal period. Medicinskij al'manah 2014; 2(32): 111–114. (in Russ.)]
17. Adams-Chapman I., Hansen N.I., Stoll B.J., Higgins R. Neurodevelopmental outcome of extremely low birth weight infants with posthemorrhagic hydrocephalus requiring shunt insertion. Pediatrics 2008;121(5):1167–1177
18. de Vries L.S., Brouwer A.J., Groenendaal F. Posthaemorrhagic ventricular dilatation: when should we intervene? Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed 2013; 98(4): F284–285. DOI: 10.1136/archdischild-2012-303158
19. Jonsdottir G.M., Georgsdottir I., Haraldsson A., Hardardottir H., Thorkelsson T., Dagbjartsson A. Survival and neurodevelopmental outcome of ELBW children at 5 years of age: comparison of two cohorts born 10 years apart. Acta Paediatr 2012; 101(7): 714–718. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2012.02645.x

Поступила: 02.07.21

Received on: 2021.07.02

*Конфликт интересов:*

*Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов и финансовой поддержки, о которых необходимо сообщить.*

*Conflict of interest:*

*The authors of this article confirmed the lack of conflict of interest and financial support, which should be reported.*