

## ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ СКОРОСТНЫХ ПОТОКОВ ПО ПЕРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ У НЕДОНОШЕННЫХ С ЭКСТРЕМАЛЬНО НИЗКОЙ МАССОЙ ТЕЛА С ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

*Т. В. Мелашенко, А. В. Поздняков, А. Г. Ли*

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

© Коллектив авторов, 2018 г.

Выполнена оценка мозгового кровотока методом ультразвуковой доплерографии у недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела (ЭНМТ) при рождении в раннем неонатальном периоде. Показано, что нарушения церебрального кровотока по ветвям бассейна внутренней сонной артерии у недоношенных новорожденных с ЭНМТ, выявляемые в первые дни жизни, могут быть ранним предиктором церебральной патологии (ВЖК, повреждение перивентрикулярного белого вещества мозга), определяемые в поздний неонатальный период методом МРТ.

**Ключевые слова:** недоношенные новорожденные с экстремально низкой массой тела при рождении, доплерография, основные показатели скоростных потоков, внутрижелудочковые кровоизлияния, повреждение перивентрикулярного белого вещества головного мозга.

## THE ASSESSMENT OF CEREBRAL BLOOD FLOW VELOCITIES IN PRETERM NEONATES VERY LOW BIRTH WEIGHT WITH BRAIN IMPAIRMENTS

*T. V. Melashenko, A. V. Pozdnykov, A. G. Le*

St. Petersburg Pediatric Medical University, NICU, department of radiology, St. Petersburg, Russia

This article investigates the value of early diagnosis and prognostic evaluation of Doppler ultrasound for preterm neonates very low birth weight in early neonatal life. The results showed that cerebral hemodynamic disturbance of intracranial carotid arterials would be associated with later brain impairments (intraventricular hemorrhage, lesions of periventricular white matter) detected by MRI.

**Key words:** preterm neonates very low birth weight, color Doppler ultrasonography, cerebral blood flow velocities, intraventricular hemorrhage, lesions of periventricular white matter.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.22328/2079-5343-2018-9-4-44-47>

**Введение.** Ключевым фактором в патогенезе повреждения головного мозга у недоношенных новорожденных с экстремально низкой массой тела при рождении (ЭНМТ) является нарушение церебрального кровотока в раннем неонатальном периоде. Церебральная ишемия, обусловленная снижением церебрального кровотока в первые дни жизни недоношенного новорожденного с ЭНМТ, часто приводит к повреждению белого вещества головного мозга [7]. Кроме этого, снижение церебрального кровотока с последующей реперфузией, наблюдаемое у недоношенных новорожденных с ЭНМТ в первые дни жизни, может стать причиной внутрижелудочковых кровоизлияний (ВЖК) у этих детей [4].

Использование неинвазивного метода исследования, такого как транскраниальная доплерография, позволяет оценить церебральный кровоток у недоношенного

новорожденного в режиме реального времени в условиях реанимационного отделения. Доплеровская кривая, получаемая при выполнении транскраниальной доплерографии, определяется градиентом давления, резистентностью церебральных сосудов в систолическую и диастолическую фазы сердечного сокращения. Изменение формы доплеровской кривой происходит при изменении сосудистой резистентности, эластичности, объема сердечного выброса [3]. Методом доплерографии определяют основные параметры доплеровской кривой: пик систолической скорости, конец диастолической скорости и среднее значение скорости кровотока через сосуд. Кроме того, мозговой кровоток характеризует индекс резистентности, который отражает сосудистое сопротивление.

В существующей неонатальной клинической практике скоростные потоки и сосудистые индексы оце-

ниваются по передней мозговой артерии у новорожденных различного гестационного возраста в условиях ОАРИТН [5]. Выбор ветвей передней мозговой артерии (преимущественно перекаллозальной артерии) или участка передней мозговой артерии для определения мозгового кровотока объясняется тем, что передняя мозговая артерия и, соответственно, ее ветви, кровоснабжают только головной мозг, в отличие от средней мозговой артерии. И, следовательно, определение скоростных потоков по передней мозговой артерии может достоверно отражать состояние церебральной гемодинамики. Количественная оценка кривой частотного спектра включает определение пика систолической ( $V_{ps}$ ) и конец — диастолической ( $V_{ed}$ ) скоростных потоков, регистрируемых в течение 10–20 сердечных циклов [2]. Расчет углозависимого индекса резистентности определяется соответственно формуле Pourcelot [8].

**Цель работы:** оценить основные показатели скорости мозгового кровотока у недоношенных новорожденных с ЭНМТ в первые дни жизни с перинатальной церебральной патологией и без патологических изменений головного мозга.

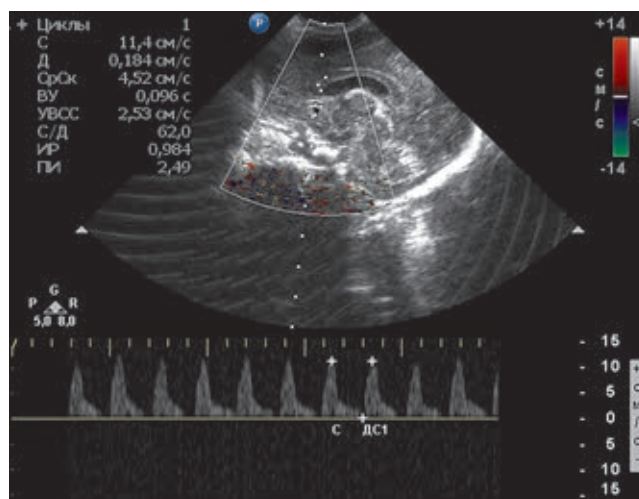
**Материалы и методы.** В исследование включены 17 недоношенных новорожденных с ЭНМТ (средняя масса тела при рождении  $712,35 \pm 229$  г), возраст гестации 24–28 нед (средний гестационный возраст рождения  $25,56 \pm 2,43$  нед). Все пациенты были разделены на две группы по результатам выполненной нейровизуализации. В 1-ю группу вошли недоношенные новорожденные без патологических изменений головного мозга, диагностируемых методами нейровизуализации ( $n=7$ ); 2-ю группу составляли недоношенные новорожденные с выявленной методами нейровизуализации патологией головного мозга — ВЖК, повреждение перивентрикулярного белого вещества ( $n=10$ ).

**Критерии исключения** из группы исследования: нейровизуализационные признаки кровоизлияния в герминальный матрикс, аномалии развития головного мозга, хромосомные заболевания, нейроинфекции.

Краниальная сонография выполнена всем новорожденным двух групп сравнения по общепринятой методике через большой родничок с использованием микроконвексного и линейного датчиков (2–7 Гц), аппарат Philips HD 11XE на 2–3-и сутки жизни, на 5–7-е сутки и на 21–28-е сутки жизни. Ультразвуковые исследования проведены в отделении реанимации (ОАРИТН ПЦ СПб ГПМУ), дети находились в условиях реанимационного кувеза в состоянии полного покоя, стабильных показателей гемодинамики и температурного режима. Исследования выполнены в В-режиме для выявления структурной патологии головного мозга.

Цветовая доплерография передней мозговой артерии выполнена всем детям на 2–3-и сутки жизни. Для инсонации выбирался наиболее прямолинейный участок сосуда с целью сохранения ламинарных потоков

крови. Локация передней мозговой артерии выполнена у переднего края колена мозолистого тела в сагиттальных сканах ультразвуковым линейным датчиком импульсного режима частотой 2 МГц (рис. 1).



**Рис. 1.** Краниальная сонограмма головного мозга (сагиттальный срез) недоношенного новорожденного (25 нед гестации, 2-е сутки жизни, 1-я группа пациентов), с доплерографией кровотока по передней мозговой артерии (указана двойная метка). Представлены основные показатели скоростных потоков: С — систолическая скорость, Д — диастолическая скорость, Ср СК — средняя скорость, ПИ — индекс пульсации, ИР — индекс резистентности

МРТ головного мозга (томограф фирмы Philips Ingenia 1,5 T) выполнена однократно всем недоношенным детям двух групп изучения с применением стандартных протоколов исследования головного мозга у новорожденных (программы 3D T1-ВИ, T2-ВИ, Flair ВИ) и дополнительно DWI — диффузионно-взвешенные изображения в стандартных проекциях — коронарный, аксиальный и сагиттальный срезы, применялась головная радиочастотная катушка. Исследования выполнены без седации пациента в постконцептуальном возрасте (ПКВ) до 38 нед, с мониторингом витальных функций.

**Результаты и их обсуждение.** Антропометрические данные недоношенных новорожденных, включенных в исследование, представлены в таблице 1.

Полученные данные свидетельствуют, что антропометрические параметры детей двух групп были сходными.

Согласно результатам нейровизуализации у новорожденных 1-й группы патология головного мозга выявлена не была. У всех новорожденных 2-й группы выявлена церебральная патология, включавшая ВЖК (2–3 степени), повреждение перивентрикулярного белого вещества. Характер церебральной патологии, выявленной методами нейровизуализации у детей 2-й группы, представлен в таблице 2. У всех недоношенных новорожденных 2-й группы ВЖК диагностированы методом краниальной сонографии, диагноз подтвержден МРТ в поздний неонатальный период. Патология перивентрикулярного

Таблица 1

## Характеристика недоношенных новорожденных, включенных в исследование

Группа детей	Масса рождения (диапазон), г	Масса рождения ( $M \pm 2\delta$ ), г	Возраст гестации (диапазон), нед	Возраст гестации ( $M \pm 2\delta$ ), нед	Респираторная терапия
1-я группа (n1=7)	580–960	735 $\pm$ 201,8	24–28	25 $\pm$ 1,73	У всех
2-я группа (n2=10)	590–800	765 $\pm$ 189	24–27	25,5 $\pm$ 2,7	У всех

белого вещества диагностирована по результатам МРТ (двустороннее диффузное изменение МР-сигнала), выполненной в позднем неонатальном периоде (ПКВ до 38 нед).

ношенных новорожденных с церебральной патологией. У этих детей были выявлены изменения количественных характеристик мозгового кровотока в виде патологического повышения индекса рези-

Таблица 2

## Церебральная патология, выявленная методами нейровизуализации у недоношенных новорожденных второй группы

Характер патологического процесса	Краниальная сонография	МРТ головного мозга
ВЖК 2–3 степени (у 6 новорожденных)	У всех 6 новорожденных	У всех 6 новорожденных
Изменение перивентрикулярного белого вещества (у 3 новорожденных)	Диффузное двустороннее изменение перивентрикулярного эхосигнала у 3 новорожденных	Двустороннее диффузное изменение МР-сигнала от перивентрикулярных зон у 3 новорожденных
Изменение перивентрикулярного белого вещества + смешанная гидроцефалия по атрофическому типу (у одного новорожденного)	Расширение ликворных пространств (увеличение боковых желудочков, САП) у одного новорожденного	Смешанная гидроцефалия по атрофическому типу + диффузное изменение МР-сигналов от перивентрикулярных зон у одного новорожденного

Примечание. САП — субарахноидальные пространства, ВЖК — внутрижелудочковое кровоизлияние.

Результаты краниальной доплерографии, выполненной всем детям двух групп изучения на 2–3-и сутки жизни, представлены в таблице 3.

стентности (0,94) и снижения скорости кровотока в диастолу (средние показатели Ved составляли 0,52 $\pm$ 1 см/с). Наблюдаемые нарушения церебраль-

Таблица 3

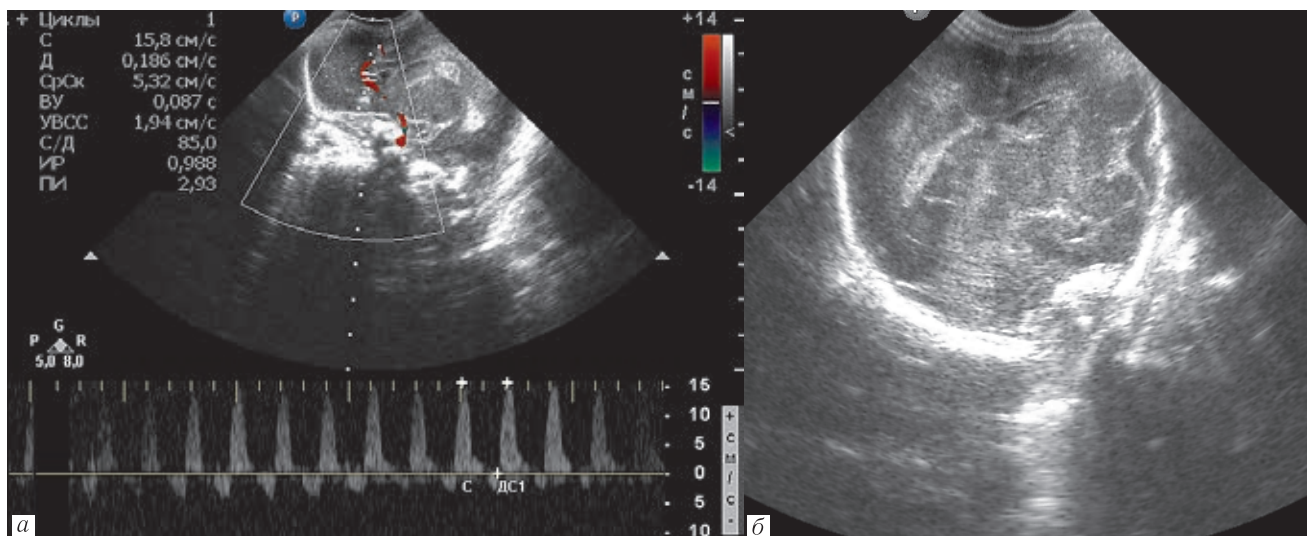
## Количественная оценка скоростных потоков передней мозговой артерии у недоношенных новорожденных двух групп изучения

Группа новорожденных	Пик систолической скорости (см/с) — Vps ( $M \pm 2\delta$ )	Конец диастолической скорости (см/с) — Ved ( $M \pm 2\delta$ )	Индекс резистентности (IR)
1-я группа (n=10)	17,23 ( $\pm$ 11,5)	5,16 ( $\pm$ 4,5)	0,75 ( $\pm$ 0,2)
2-я группа (n=10)	15,41 ( $\pm$ 5,62)	0,52 ( $\pm$ 1,01)	0,94 ( $\pm$ 0,09)

Как видно из таблицы 3, показатели пика систолической скорости на передней мозговой артерии существенно не отличались у детей двух групп изучения. Отмечалось значительное снижение показателей скорости в конце диастолы (Ved) по передней мозговой артерии у всех недоношенных новорожденных с церебральной патологией (2-я группа), средние значения которой не превышали 1 см/с (рис. 2). Кроме этого, индекс резистентности по передней мозговой артерии у всех недоношенных новорожденных с церебральной патологией (2-я группа) превышал физиологическую норму (более 0,84), тогда как у недоношенных новорожденных без выявленной церебральной патологии (1-я группа) соответствовал физиологической норме (0,75).

Анализ сопоставляемых данных количественных показателей мозгового кровотока и результатов нейровизуализации (краниальной сонографии в В-режиме и МРТ головного мозга) у новорожденных обеих групп выявил значительные изменения мозгового кровотока в первые дни после рождения у недо-

ной перфузии у недоношенных новорожденных ЭНМТ зависели от нарушения центральной гемодинамики и проявлялись в основном снижением диастолического давления, о чем свидетельствуют низкие показатели скорости кровотока в диастолу. У всех недоношенных новорожденных (100%) с нарушением церебрального кровотока диагностированы структурные повреждения головного мозга: у 6 новорожденных выявлены ВЖК и у 4 — повреждения белого вещества головного мозга. Аналогичные церебральные повреждения при флюктуации церебрального кровотока были отмечены М. А. Bassani и соавт. (2016) [1]. Количественные характеристики мозгового кровотока, выявленные у недоношенных новорожденных без церебральной патологии (1-я группа) соответствовали установленным физиологическим показателям здоровых новорожденных [6]. Следует отметить, что раннее выявление (в первые дни жизни) изменений количественных характеристик мозгового кровотока у недоношенных новорожденных с ЭНМТ позволяет пред-



**Рис. 2.** Краниальная сонограмма (сагиттальный срез слева — доплерограмма передней мозговой артерии) и фронтальный срез (справа) недоношенного ребенка 2-й группы, 25 нед гестации, выполненная на 3-и сутки жизни. Показаны результаты доплерографии передней мозговой артерии: низкая диастолическая скорость ( $D=0,186$  см/с), патологический индекс резистентности ( $IP=0,98$ ). Визуализируются двусторонние диффузные неоднородные изменения эхосигнала от перивентрикулярных участков (б) и изменения количественных показателей мозгового кровотока (а)

положить возможность развития повреждения белого вещества перивентрикулярных зон у этих детей, которое диагностируется МР-методом в позднем неонатальном периоде.

**Выводы.** Таким образом, выполнение краниальной доплерографии у недоношенных новорожденных с ЭНМТ в первые дни жизни с определением количественных показателей мозгового кровотока по передней мозговой артерии (определение скорости в конце диастолы и индекса резистентности) расширяет воз-

можности ультразвуковой диагностики патологии головного мозга и позволяет с большой вероятностью прогнозировать развитие ВЖК и патологию белого вещества перивентрикулярных зон головного мозга у этих детей. Именно поэтому в алгоритм краниальной сонографии, выполняемой у недоношенных новорожденных ЭНМТ в раннем неонатальном периоде, рекомендуется включать доплерографию передней мозговой артерии с определением индекса резистентности и скорости кровотока в конце диастолы.

## ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Bassani M.A., Caldas J.P.S., Netto A.A. et al. Cerebral blood flow assessment of preterm infants during respiratory therapy with the expiratory flow increase technique // *Rev. Paul. Pediatr.* 2016. Vol. 34 (2). P. 178–183.
2. Bode H., Wais U. Age dependence of flow velocities in basal cerebral arteries // *Archives of Disease in Child.* 1988. Vol. 63. P. 606–611.
3. Caicedo A., Naulaers G., Wlf M. et al. Cerebral Autoregulation Assessment in Premature Infants: Clinical Relevance // *Proceeding of Biosignal.* 2010. July 14016, 2010, Berlin, Germany.
4. Coen R.W. Preventing germinal matrix layer rupture and intraventricular hemorrhage // *Frontiers in Pediatrics.* 2013. Vol. 1. Article 22. Doi: 10.3389/fped.2013.00022.
5. Ecury-Goossen G.M., Raets M.M.A., Camiferman F.A. et al. Resistive indices of cerebral arteries in very preterm infants // *Ped. Radiol.* 2016. Vol. 46. P. 1291–1300.
6. Erdem C.Z., Acun C., Erdem L.O. et al. Cerebral Blood — Flow Velocity During the First Five days of Life of Asphyxiated and Healthy Infants // *Artemis.* 2003. Vol. 4 (1). P. 37–40.
7. Kehrer M., Blumenstock G., Enehalt S. et al. Development of Cerebral Blood Flow Volume in Preterm Neonates during the First Two Weeks of Life // *Ped. Res.* 2005. Vol. 58. P. 927–930.
8. Pourcelot L., Applications cliniques de l'examen Doppler transcutané // P. Peronneau (ed.). *Velocimetrie ultrasonaire.* Doppler Seminaire INSERM, Paris, 1974. Vol. 34. P. 213–230.

Поступила в редакцию: 14.11.2018 г.

Контакт: Мелашенко Татьяна Владимировна, melashenkotat@mail.ru

### Сведения об авторах:

Мелашенко Татьяна Владимировна — ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2;

Поздняков Александр Владимирович — доктор медицинских наук, профессор ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2;

Ли Александр Георгиевич — ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; 194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2.