

ВЗАИМОСВЯЗЬ ДОПЛЕРОМЕТРИИ В СРЕДНЕЙ МОЗГОВОЙ АРТЕРИИ ПЛОДА И РИСКА ДИСТРЕССА В РОДАХ НА СРОКАХ БЕРЕМЕННОСТИ БОЛЕЕ 40 НЕДЕЛЬ

© Н.Н. Рухляда¹, В.М. Болотских^{1,2}, Э.Р. Семенова², О.А. Клиценко³

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург;

² Санкт-Петербургское государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Родильный дом № 9», Санкт-Петербург;

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

Для цитирования: Рухляда Н.Н., Болотских В.М., Семенова Э.Р. Взаимосвязь доплерометрии в средней мозговой артерии плода и риска дистресса в родах на сроках беременности более 40 недель // Журнал акушерства и женских болезней. – 2020. – Т. 69. – № 1. – С. 63–72. <https://doi.org/10.17816/JOWD69163-72>

Поступила: 23.12.2019

Одобрена: 22.01.2020

Принята: 10.02.2020

■ Цель данного исследования — выявить взаимосвязь показателей доплерометрии средней мозговой артерии плода и декомпенсации состояния плода в родах на сроках более 40 нед. неосложненной беременности. За 48 ч до родов 260 женщинам с нормально протекающей беременностью на сроке от 40 до 42 нед. проводили доплерометрическое исследование. Состояние плода анализировали в родах и сразу после родоразрешения. У рожениц, которым было выполнено экстренное родоразрешение по поводу дистресса плода, значения пульсационного индекса, измеренного накануне родов, были ниже по сравнению с женщинами, у которых состояние плода было компенсировано в течение родов. Такая же тенденция наблюдалась и в отношении церебро-плацентарного индекса. Кроме того, в группе женщин, роды у которых закончились рождением ребенка с оценкой по шкале Апгар 7 баллов и ниже, также отмечено снижение пульсационного индекса в средней мозговой артерии, определенного менее чем за 48 ч до родов. В результате исследования было также вычислено пороговое значение пульсационного индекса — 0,835, ниже которого прогноз в отношении декомпенсации состояния плода в родах хуже. Таким образом, доплерометрия средней мозговой артерии плода на сроке беременности более 40 нед. может предоставить данные, которые позволят провести декомпенсацию плода в родах и предупредить гипоксическое повреждение нервной системы новорожденного.

■ **Ключевые слова:** доплерометрия; средняя мозговая артерия; пульсационный индекс; церебро-плацентарный индекс; централизация кровотока.

ROLE OF DOPPLER IN THE MIDDLE CEREBRAL ARTERY IN PREDICTION OF FETAL DISTRESS DURING LABOR IN UNCOMPLICATED PREGNANCIES AT 40 WEEKS AND BEYOND

© N.N. Rukhlyada¹, V.M. Bolotskikh^{1,2}, E.R. Semyonova², O.A. Klitsenko³

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saint Petersburg, Russia;

² Maternity Hospital No. 9, Saint Petersburg, Russia;

³ North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

For citation: Rukhlyada NN, Bolotskikh VM, Semyonova ER. Role of Doppler in the middle cerebral artery in prediction of fetal distress during labor in uncomplicated pregnancies at 40 weeks and beyond. *Journal of Obstetrics and Women's Diseases*. 2020;69(1):63-72. <https://doi.org/10.17816/JOWD69163-72>

Received: December 23, 2019

Revised: January 22, 2020

Accepted: February 10, 2020

■ The aim of this study was to reveal correlation between Doppler in the fetal middle cerebral artery and fetal decompensation during labor in uncomplicated pregnancies at 40 weeks and beyond. We by means of ultrasound Doppler examined 260 women at 40 to 42 weeks of uncomplicated pregnancy 48 hours before delivery, with fetal condition as

essed subsequently during labor and immediately after delivery. We found out that in the group of women with caesarean section caused by fetal distress during labor, pulsatility indices in the middle cerebral artery evaluated just before labor were significantly lower than in the group of women whose fetus had better condition during labor. The same trend was observed when comparing Doppler velocimetry using the fetal cerebroplacental ratio. Moreover, we identified that in the group of women with newborns having Apgar 7 and less, middle cerebral artery measured less than 48 hours before delivery were lower than in the group of women having babies in better conditions. Furthermore, as result of this study, the trigger threshold for PI was found to be 0.835, below which fetuses have adverse perinatal outcome during labor. Thus, it was shown that Doppler in the fetal middle cerebral artery in uncomplicated pregnancies at 40 weeks and beyond could predict fetal distress and avoid hypoxic brain damage to the fetus during labor.

▪ **Keywords:** Doppler study; middle cerebral artery; pulsatility index; cerebroplacental ratio; brain-sparing effect.

Введение

На страницах как российских, так и зарубежных периодических изданий активно обсуждается тактика своевременного родоразрешения при выявлении признаков плацентарной недостаточности, синдроме замедления развития плода, включая данные мультицентровых исследований, проведенных в крупнейших центрах Европы, Канады и США [1, 2]. Сроки и методы своевременного родоразрешения нормально протекающей беременности в 40 нед. и более, все еще мало изучены, в то время как практикующему врачу — акушеру-гинекологу приходится решать данный вопрос несколько раз в день.

Частота переносимой беременности, по данным различных источников, колеблется от 0,8–4,0 до 8–10 % [3]. Разница зависит от частоты индукции родов и методик определения гестационного срока. Причины перенашивания не выяснены, но существует связь между частотой переносимой беременности и следующими факторами: генетическими [4], мужским полом плода [5], высоким индексом массы тела пациентки до беременности [6].

Общеизвестно, что при беременности, продолжающейся более 40 нед. (более 280 дней), возникают инволютивные изменения в плаценте и наблюдается умеренная гипоксигенация плода. По мнению некоторых авторов, снижение экскреции плацентарных и плодовых стероидов в суточной моче беременной свидетельствует об антенатальном нарушении функционального состояния плода [7]. Проявляется это в изменениях, которые обнаруживают в плаценте при ультразвуковом исследовании: петрификаты, маловодие, отсутствие прироста биометрических параметров плода при динамическом исследовании, более четкие контуры головки, крупные размеры плода, снижение двигательной активности [8].

Большой практической ценностью для обнаружения хронического дистресса обладает до-

плерометрия. Проведение этого исследования способствует дородовому выявлению групп новорожденных, подлежащих тщательному наблюдению и лечению. Доплеровское исследование по сравнению с кардиотокографией плодового кровотока позволяет несколько раньше диагностировать внутриутробную гипоксию. Оценка кривых скоростей кровотока в средней мозговой артерии (СМА) дает лучшие результаты для диагностики внутриутробной гипоксии, чем аналогичная оценка в артериях пуповины [9].

В состоянии хронической гипоксии возникает так называемая централизация кровотока у плода, когда сердечный выброс с максимально оксигенированной кровью направляется в головной мозг плода [10]. Фетальное кровообращение имеет свои особенности: большее количество крови, выбрасываемое правым желудочком сердца плода, уходит через шунт артериального протока в нисходящую аорту, в то время как левый желудочек в основном снабжает головной мозг и тело. При плацентарной недостаточности, которая развивается при синдроме задержке развития плода и на сроках более 40 нед. гестации, повышенная сопротивляемость сосудов плаценты повышает общее системное сопротивление кровотока у плода [11]. В то же время в результате вазодилатации артерий головного мозга плода снижается нагрузка на левый желудочек, вследствие чего кровь перераспределяется в сторону левого желудочка, что улучшает мозговое кровообращение [12].

Существует множество исследований по выявлению снижения индексов резистентности в СМА при синдроме замедления развития плода [13–22].

По данным гистоморфологических исследований, нервная ткань наиболее чувствительна к гипоксии [23, 24]. Зарубежные исследователи в экспериментах на животных (приматах, ягнятах, свиньях) установили, что снижение перфу-

зионной способности плаценты и хроническая гипоксия практически сразу же приводят к централизации кровообращения с перераспределением кровотока к жизненно важным органам, таким как головной мозг, сердце и надпочечники (brain sparing effect). Данная закономерность была подтверждена и у человека [23, 25–29]. В связи с этим доплерометрическое исследование мозгового кровообращения при осложненном течении беременности приобретает особое клиническое значение с целью оценки функционального состояния плода [29].

Гипоксия новорожденных изучается уже в течение многих десятилетий и до сих пор остается актуальной проблемой акушерства, перинатологии и педиатрии. Существенный вред развивающему организму наносит гипоксия головного мозга, как кратковременная, так и продолжительная, потому как клетки головного мозга становятся особенно уязвимы в условиях гипоксии [30].

Состояние новорожденного оценивают по методике, предложенной В. Апгар в 1952 г., и до сих пор эта методика не утратила свою значимость. Она позволяет получить первичную информацию о состоянии ребенка. За основу взяты симптомы, которые отражают функцию всех органов и систем. Количество 8–10 баллов указывает на хорошее состояние новорожденного, 7 и 6 баллов означает легкую степень асфиксии, ниже 5 баллов — среднюю, ниже 4 — тяжелую степень асфиксии новорожденного. Состояние новорожденного оценивают на 1-й и 5-й минутах после родов. В течение 1-й минуты новорожденный адаптируется к внешней среде, в течение последующих 4 мин показатели плода либо прогрессивно улучшаются, либо ухудшаются, соответственно уменьшается количество баллов по шкале Апгар.

Целями нашего исследования были анализ результатов доплерометрического исследования артерий пуповины и СМА у беременных на сроках 40 нед. и более, у которых отсутствовали признаки нарушения маточно-плацентарного кровотока; сопоставление полученных данных с исходами родов и состоянием новорожденных после родов; выявление группы риска среди вышеуказанных женщин по развитию гипоксического поражения плода в процессе родов.

Материалы и методы

В нашем исследовании мы использовали те же критерии диагностики хронической гипоксии плода по данным доплерометрии в сосудах

головного мозга, что и при синдроме замедления развития плода, — выявляли группы беременных высокого риска для выбора способа родоразрешения и наблюдения в родах по данным доплерометрии СМА.

Наиболее убедительными признаками гипоксии плода являются снижение variability сердечного ритма и появление длительных глубоких децелераций при кардиотокографии, однако это в большей степени соответствует случаям критического нарушения кровотока в артерии пуповины и аорте плода.

В настоящее время нет достаточных оснований и убедительных данных для использования доплерографии в качестве скринингового метода в акушерстве, однако без сомнения доплеровское исследование маточно-плацентарного и плодового кровотока имеет большое диагностическое и прогностическое значение в группе беременных высокого перинатального риска. Именно поэтому в постановке диагноза гипоксии мы опирались на данные кардиотокографии, а доплерометрию и эхографию использовали для выявления группы беременных высокого риска по перинатальной патологии (беременные этой группы подлежат динамическому комплексному наблюдению и лечению).

В нашем ретроспективном исследовании анализировали индексы резистентности в СМА, артериях пуповины, а также церебро-плацентарное отношение (ЦПО) у пациенток, проходивших лечение в период с 2014 по 2017 г. в родильном доме № 9. Оценивали связь данных показателей с частотой кесарева сечения, выполненного по причине дистресса плода, и низкими оценками по шкале Апгар новорожденного на 1-й и 5-й минутах после рождения.

В исследование были включены пациентки на сроке беременности 40 нед. и больше (срок был определен либо по дате последней менструации, либо по копчико-теменному размеру, установленному в сроках 11,0–13,6 нед. согласно клиническому протоколу МЗ РФ «Оказание медицинской помощи при одноплодных родах в затылочном предлежании (без осложнений) и в послеродовом периоде»). В исследование не вошли беременные с тяжелой соматической патологией (хронические заболевания, анемия II–III степеней, бронхиальная астма, деструктивные заболевания позвоночника и др.), а также с осложнением беременности (преэклампсия, эклампсия, хроническая маточно-плацентарная недостаточность с задержкой развития плода, HELLP-синдром), имеющие

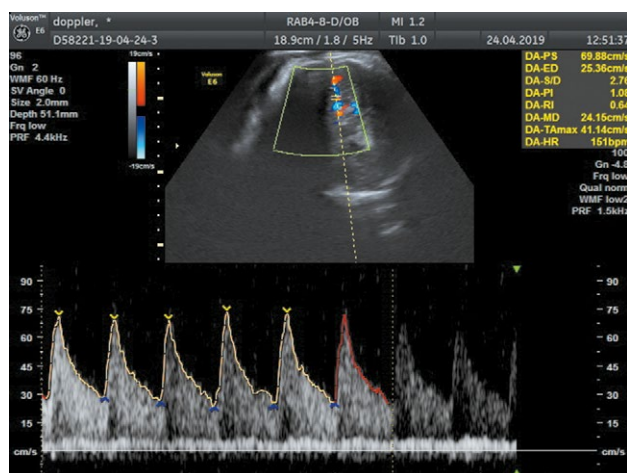


Рис. 1. Пример измерения скоростей кровотока в средней мозговой артерии

Fig. 1. Example of measuring Doppler indices in the middle cerebral artery

показания для планового кесарева сечения. Из анализа также были исключены многоплодные беременности, беременные с рубцами на матке после миомэктомии, кесарева сечения, беременные с тазовым предлежанием и поперечным положением плода. При оценке исхода родов учитывали оперативное кесарево сечение только по причине дистресса плода.

Ультразвуковое и доплерометрическое исследование всем беременным проводили с помощью аппаратов Voluson E6, Voluson S6, Medison Accuvix V20 и трансабдоминальных конвексных датчиков 3,5–5 МГц.

Доплерометрию в сосудах пуповины выполняли в свободной петле, то есть на удалении от места прикрепления пуповины к плаценте и впадения в тело плода. Кровоток в СМА исследовали при увеличении изображения головки плода, с помощью цветной доплерометрии выводили СМА, калиперы спектрального доплера располагали чуть выше отхождения

сосуда от виллизиева круга. Индекс резистентности в вышеуказанных сосудах измеряли несколько раз (3–5 раз), при этом учитывали наименьшие индексы для артерии пуповины и наибольшие для СМА.

Частотный фильтр устанавливали на уровне 60 Гц, угол инсоляции не превышал 30°, контрольный объем подбирали таким образом, чтобы он перекрывал диаметр сосуда (рис. 1). Регистрацию и оценку профиля кровотока выполняли в условиях двигательного покоя и апноэ у плода, при ритмичной и нормальной частоте его сердечных сокращений, соответствующей гестационному сроку. Предпочтение отдавали автоматической оценке скоростей кровотока. Использовали стандартные индексы резистентности, за ЦПО взято отношение пульсационного индекса (ПИ) в СМА к ПИ в артерии пуповины.

В исследование были включены результаты обследований, проводившихся не более чем за 48 ч до начала родовой деятельности.

За вышеуказанный период изучены 260 историй родов пациенток со сроком беременности более 40 нед. на момент ультразвукового и доплерометрического исследования. Данные обрабатывали с помощью системы Statistica for Windows (версия 10, лицензия BXXR310F964808FA-V).

Результаты

Анализируемые показатели у 260 беременных представлены в табл. 1.

Показатели кровотока у женщин, роды у которых закончились естественным путем, то есть состояние плода не потребовало оперативного родоразрешения, представлены в табл. 2.

Показатели кровотока у женщин, роды которых закончились операцией кесарева сечения по причине декомпенсации состояния плода, представлены в табл. 3.

Таблица 1 / Table 1

**Показатели исследуемой группы
Parameters in the study group**

| Показатель | Среднее значение | Мин÷макс |
|-------------------------------------|------------------|-----------|
| Возраст, годы | 29,69 ± 4,50 | 18÷41 |
| Вес плода при рождении, г | 3543,73 ± 420,46 | 2400÷4880 |
| Рост плода при рождении, см | 52,42 ± 1,97 | 47÷59 |
| Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте | 7,70 ± 0,73 | 1÷8 |
| Оценка по шкале Апгар на 5-й минуте | 8,69 ± 0,76 | 0÷9 |
| Амниотический индекс | 88,54 ± 49,88 | 0÷270 |

Таблица 2 / Table 2

Показатели кровотока в артериях пуповины и средней мозговой артерии в группе женщин, родивших через естественные родовые пути

Doppler parameters in the umbilical arteries and middle cerebral artery in the group of women with vaginal delivery

| Показатель | Среднее значение | Стандартное отклонение | Минимум | Максимум | Медиана | Нижний квартиль | Верхний квартиль |
|---|------------------|------------------------|---------|----------|---------|-----------------|------------------|
| Амниотический индекс | 87,70 | 45,34 | 9 | 240 | 74 | 55 | 120 |
| Систолю-диастолическое отношение в средней мозговой артерии | 3,03 | 0,64 | 1,73 | 5,45 | 3,01 | 2,55 | 3,31 |
| Индекс резистентности в средней мозговой артерии | 0,65 | 0,08 | 0,34 | 0,93 | 0,67 | 0,59 | 0,71 |
| Пульсационный индекс в средней мозговой артерии | 1,12 | 0,24 | 0,56 | 2,16 | 1,12 | 0,92 | 1,24 |
| Систолю-диастолическое отношение в артериях пуповины | 2,37 | 0,31 | 1,66 | 3,31 | 2,34 | 2,15 | 2,63 |
| Индекс резистентности в артериях пуповины | 0,52 | 0,09 | 0,34 | 0,85 | 0,53 | 0,45 | 0,59 |
| Пульсационный индекс в артериях пуповины | 0,81 | 0,17 | 0,46 | 1,34 | 0,8 | 0,69 | 0,9 |
| Церебро-плацентарное отношение | 1,44 | 0,46 | 0,5773 | 3,1666 | 1,3814 | 1,12 | 1,6935 |
| Вес при рождении, г | 3567,5 | 369,81 | 2670 | 4500 | 3550 | 3300 | 3850 |
| Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте | 7,80 | 0,62 | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Оценка по шкале Апгар на 5-й минуте | 8,81 | 0,52 | 5 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| Возраст женщин, годы | 30,17 | 4,75 | 18 | 41 | 30 | 27 | 33 |

Таблица 3 / Table 3

Показатели кровотока в артериях пуповины и средней мозговой артерии в группе женщин, родивших путем операции кесарева сечения в экстренном порядке

Doppler parameters in the umbilical arteries and middle cerebral artery in the group of women with cesarean section

| Показатель | Среднее значение | Стандартное отклонение | Минимум | Максимум | Медиана | Нижний квартиль | Верхний квартиль |
|---|------------------|------------------------|---------|----------|---------|-----------------|------------------|
| Амниотический индекс | 89,60 | 55,26 | 0 | 270 | 80 | 50 | 120 |
| Систолю-диастолическое отношение в средней мозговой артерии | 2,65 | 0,58 | 1,68 | 4,57 | 2,46 | 2,22 | 3,03 |
| Индекс резистентности в средней мозговой артерии | 0,61 | 0,09 | 0,37 | 0,8 | 0,59 | 0,54 | 0,68 |
| Пульсационный индекс в средней мозговой артерии | 0,98 | 0,24 | 0,57 | 2,15 | 0,93 | 0,82 | 1,12 |
| Систолю-диастолическое отношение в артериях пуповины | 2,39 | 0,30 | 1,75 | 3 | 2,38 | 2,17 | 2,64 |
| Индекс резистентности в артериях пуповины | 0,54 | 0,08 | 0,37 | 0,75 | 0,55 | 0,48 | 0,6 |
| Пульсационный индекс в артериях пуповины | 0,82 | 0,16 | 0,51 | 1,34 | 0,8 | 0,69 | 0,95 |
| Церебро-плацентарное отношение | 1,26 | 0,41 | 0,58 | 2,75 | 1,18 | 0,94 | 1,56 |
| Вес при рождении, г | 3513,65 | 476,71 | 2400 | 4880 | 3500 | 3150 | 3800 |
| Оценка по шкале Апгар на 1-й минуте | 7,58 | 0,84 | 1 | 8 | 8 | 7 | 8 |
| Оценка по шкале Апгар на 5-й минуте | 8,55 | 0,98 | 0 | 9 | 9 | 8 | 9 |
| Возраст женщин, годы | 29,11 | 4,12 | 19 | 40 | 29 | 27 | 32 |

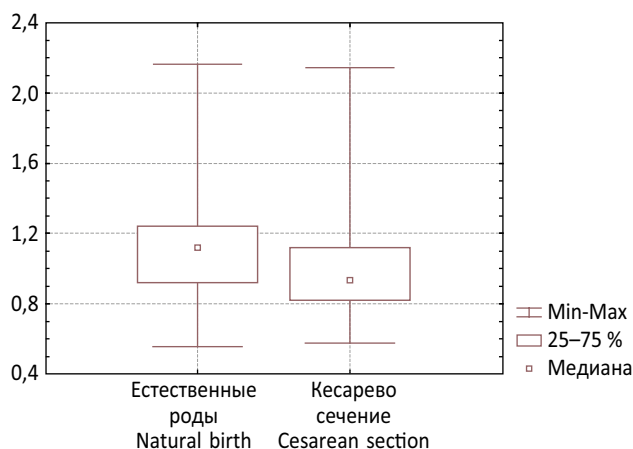


Рис. 2. Распределение значений пульсационного индекса в средней мозговой артерии по исследуемым группам

Fig. 2. Middle cerebral artery pulsatility index distribution among the study groups

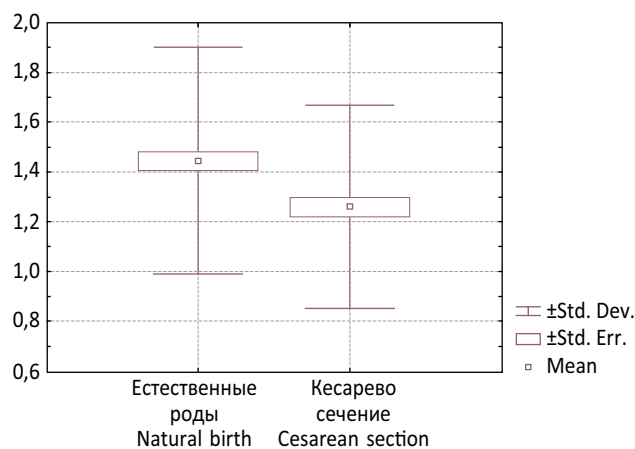


Рис. 3. Распределение значений церебро-плацентарного индекса по исследуемым группам

Fig. 3. Cerebroplacental ratio distribution among the study groups

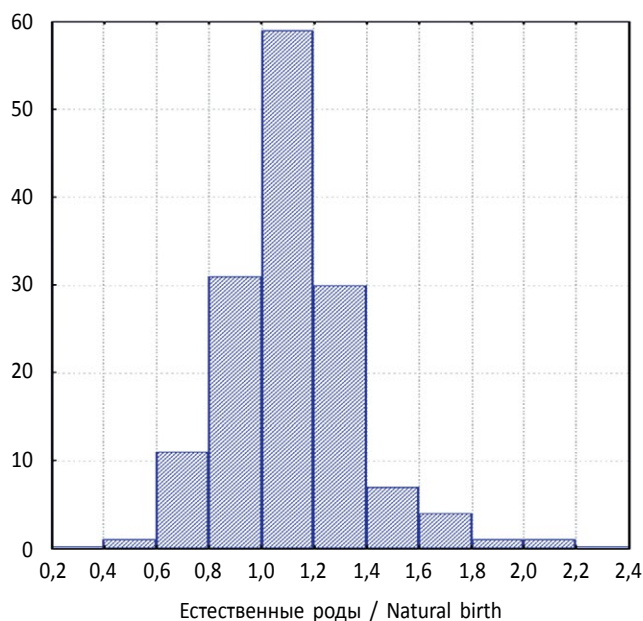
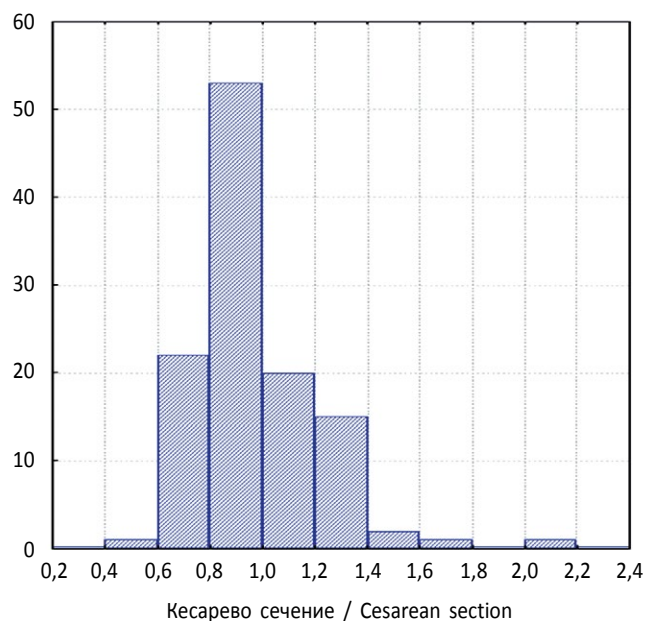


Рис. 4. Диаграмма распределения значений пульсационного индекса в средней мозговой артерии по исследуемым группам

Fig. 4. Histogram of the middle cerebral artery pulsatility index distribution among the study groups



Представленные рисунки наглядно демонстрируют различия ПИ и ЦПО при естественных родах и кесаревом сечении (рис. 2–4).

Как видно из рисунков, при снижении резистентности в СМА у плода состояние его в родах чаще декомпенсируется, что вызывает необходимость в проведении экстренного родоразрешения путем операции кесарева сечения.

Особый интерес представляет увеличение риска кесарева сечения при снижении ЦПО < 1 и ПИ в СМА $\leq 0,835$ (табл. 4).

При снижении ЦПО < 1 и ПИ в СМА $\leq 0,835$ также достоверно повышается вероятность

снижения количества баллов по шкале Апгар на 1-й минуте меньше 7 (табл. 5).

Как видно из табл. 5, при ЦПО < 1 доля родившихся детей с оценкой по шкале Апгар на 1-й минуте меньше 7 увеличивается по сравнению с ЦПО ≥ 1 , ОШ = 7,4, а при ПИ в СМА $\leq 0,835$ по сравнению с СМА > 0,835 ОШ = 9,5.

Обсуждение и выводы

В нашем исследовании значения индекса резистентности в мозговых артериях плода были значительно ниже у женщин, роды которых осложнились декомпенсацией состояния

Таблица 4 / Table 4

Распределение пороговых показателей доплерометрии по исследуемым группам
Doppler evaluation of trigger thresholds in the study groups

| Показатель | Естественные роды | Кесарево сечение | Всего | <i>p</i> , отношение шансов |
|--|-------------------|------------------|--------|--------------------------------|
| Церебро-плацентарное отношение ≥ 1 | 122 | 80 | 202 | <i>p</i> < 0,01 ОШ 2,32065 |
| Процентное отношение | 60,40 | 39,60 | | |
| Церебро-плацентарное отношение < 1 | 23 | 35 | 58 | |
| Процентное отношение | 39,66 | 60,34 | | |
| Общее количество | 145 | 115 | 260 | |
| Процентное отношение | 55,77 | 44,23 | 100,00 | |
| Пульсационный индекс в средней мозговой артерии > 0,835 | 129 | 83 | 212 | <i>p</i> < 0,001 ОШ 3,10843 |
| Процентное отношение | 60,85 | 39,15 | | |
| Пульсационный индекс в средней мозговой артерии $\leq 0,835$ | 16 | 32 | 48 | |
| Процентное отношение | 33,33 | 66,67 | | |
| Общее количество | 145 | 115 | 260 | |
| Процентное отношение | 55,77 | 44,23 | 100,00 | |

Таблица 5 / Table 5

Показатели доплерометрии в группах, разделенных по состоянию новорожденного после родов
Doppler indices in the groups subdivided according to neonatal outcome

| Показатель | Оценка по шкале Апгар 8 баллов и более | Оценка по шкале Апгар 7 баллов и менее | Всего | Отношение шансов |
|--|--|--|--------|------------------|
| Церебро-плацентарное отношение ≥ 1 | 161 | 41 | 202 | 0,066752 |
| Процентное отношение | 79,70 | 20,30 | | |
| Церебро-плацентарное отношение < 1 | 38 | 20 | 58 | |
| Процентное отношение | 65,52 | 34,48 | | |
| Общее количество | 199 | 61 | 260 | |
| Процентное отношение | 76,54 | 23,46 | 100,00 | |
| Пульсационный индекс в средней мозговой артерии > 0,835 | 169 | 43 | 212 | 2,35814 |
| Процентное отношение | 79,72 | 20,28 | | |
| Пульсационный индекс в средней мозговой артерии $\leq 0,835$ | 30 | 18 | 48 | |
| Процентное отношение | 62,50 | 37,50 | | |
| Общее количество | 199 | 61 | 260 | |
| Процентное отношение | 76,54 | 23,46 | 100,00 | |

плацентарного кровотока, что потребовало выполнения операции кесарева сечения в экстренном порядке.

Кроме того, в процессе исследования зафиксированы два случая гибели новорожденного. В одном случае на сроке гестации 40 нед. 6 дней амбулаторно проведено доплерометрическое исследование, значение ПИ в СМА составило 0,54, ЦПО < 1. Срочно было выполнено кесарево сечение, в результате которого родился ребенок с оценкой по шкале Апгар 1 балл, реанимационные мероприятия оказались неэффективны. Причина гибели на аутопсии: асфиксия, возникшая в результате острого нарушения маточно-плацентарного кровотока. Во втором случае беременная поступила с жалобами на ухудшение шевеления плода на сроке 38/39 нед. При доплерометрии выявлено снижение индексов резистентности (ПИ в СМА составил 0,63, ЦПО < 1), при кардиотокографии обнаружены глубокие децелерации, в связи с чем произведена экстренная операция кесарева сечения. Родился живой мальчик весом 3150 г с оценкой по шкале Апгар 4/5 баллов. Несмотря на реанимационные мероприятия, ребенок умер через 2 ч после родов. Патологоанатомический диагноз: «Интранатальная асфиксия, массивная аспирация мекониальных околоплодных вод». Последний случай не был включен в исследование по причине срока беременности менее 40 нед., кроме того, предыдущие роды у пациентки произошли путем кесарева сечения.

Jain et al. исследовали ЦПО в качестве прогностического маркера снижения адаптационных возможностей плода. Они обнаружили, что снижение ЦПО коррелирует с дистрессом плода в родах, необходимостью реанимационных мероприятий после родов [31]. Сравнивая ЦПО и показатели кровотока в артерии пуповины, авторы пришли к выводу, что специфичность первого показателя выше для диагностики состояния плодово-плацентарного кровотока.

Ott et al., исследуя группу из 447 беременных, установили прогностическую значимость ЦПО для неблагоприятного состояния новорожденного. При доплерометрии, которую выполняли за 10 дней до родов, они принимали за нормальные показатели значения более 1,1 [32]. При ЦПО < 1,1 доля экстренных операций кесарева сечения увеличивалась с 7,6 до 24,6 %. Однако результаты сложно сравнить, поскольку в исследуемую группу входили беременные со сроком гестации менее 40 нед., а также пациентки, у ко-

торых беременность осложнилась гипертензией. Польские исследователи Ropacka-Lesiak et al. изучили доплерометрические показатели в СМА у 148 пациенток с неосложненной доношенной беременностью [33] и пришли к выводу, что ПИ в СМА, оцененный накануне родов, имеет большую прогностическую значимость, чем ИР в отношении неблагоприятного исхода родов для плода и возникновении нарушений ритма сердечных сокращений сердца плода во время родов. Таким образом, если сравнивать эти два показателя СМА для возможности прогнозирования неблагоприятного исхода родов, то точнее будет ПИ, чем ИР.

Palacio et al. предложили нормы для индексов резистентности в СМА и АП, исходя из исследования беременных на сроках 41–42 нед. 6 дней [34]. Диапазон нормальных значений этих показателей оказался несколько шире, чем ранее сообщалось в литературе. Исследователи объясняют данные изменения кровотока инволютивными процессами в плаценте, что приводит к увеличению смертности новорожденных и их худшему состоянию сразу после родов. Наблюдаемые изменения подобны тем, которые происходят при синдроме задержки развития плода. Однако при перенашивании беременности ПИ находится в пределах нормальных значений в артериях пуповины, что свидетельствует об отсутствии хронического течения васкулярной патологии в плаценте.

В заключение можно сделать вывод, что показатели доплерометрии могут служить индикатором дистресса плода или даже скорее предиктором ухудшения его состояния в условиях кратковременного нарушения кровотока в системе мать – плацента – плод, которое возникает во время родовой деятельности. Наши данные будут, безусловно, полезны практикующим врачам. На их основании можно выделить группы риска беременных со сроком гестации более 40 нед., которым необходимо более тщательное наблюдение, противопоказана родостимулирующая терапия в родах во избежание усугубления состояния плода, следует своевременно выполнять оперативное родоразрешение с целью предотвращения повреждений нервной системы новорожденного.

Литература

1. Lees CC, Marlow N, van Wassenaer-Leemhuis A, et al.; TRUFFLE study group. 2 year neurodevelopmental and intermediate perinatal outcomes in infants with very preterm

- fetal growth restriction (TRUFFLE): a randomised trial. *Lancet*. 2015;385(9983):2162-2172. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62049-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62049-3).
2. Lees C, Baumgartner H. The TRUFFLE study – a collaborative publicly funded project from concept to reality: how to negotiate an ethical, administrative and funding obstacle course in the European Union. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2005;25(2):105-107. <https://doi.org/10.1002/uog.1836>.
 3. Zeitlin J, Blondel B, Alexander S, Bréart G; PERISTAT Group. Variation in rates of postterm birth in Europe: reality or artefact? *Obstet Gynaecol*. 2007;114(9):1097-1103. <https://doi.org/10.1111/j.1471-0528.2007.01328.x>.
 4. Laursen M, Bille C, Olesen AW, et al. Genetic influence on prolonged gestation: a population based Danish twin-study. *Am J Obstet Gynecol*. 2004;190(2):489-494. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2003.08.036>.
 5. Divon MY, Ferber A, Nisell H, Westgren M. Male gender predisposes to prolongation of pregnancies. *Am J Obstet Gynecol*. 2002;187(4):1081-1083. <https://doi.org/10.1067/mob.2002.126645>.
 6. Stotland NE, Washington AE, Caughey AB. Prepregnancy body mass index and the length of gestation at term. *Am J Obstet Gynecol*. 2007;197(4):378.e1-5. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2007.05.048>.
 7. Салихова И.Р. Оценка показателей стероидного профиля мочи в диагностике степени зрелости плода: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2010. – 26 с. [Salihova IR. Otsenka pokazateley steroidnogo profilya mochi v diagnostike stepeni zrelosti ploda. [dissertation abstract] Moscow; 2010. 26 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004608186>. Ссылка активна на 14.12.2019.
 8. Divon MY, Haglund B, Nisell H, et al. Fetal and neonatal mortality in the postterm pregnancy: the impact of gestational age and fetal growth restriction. *Am J Obstet Gynecol*. 1998;178(4):726-731. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(98\)70482-x](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(98)70482-x).
 9. Akolekar R, Syngelaki A, Gallo DM, et al. Umbilical and fetal middle cerebral artery Doppler at 35–37 weeks' gestation in the prediction of adverse perinatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015;46(1):82-92. <https://doi.org/10.1002/uog.14842>.
 10. Cohen E, Baerts W, van Bel F. Brain-Sparing in intrauterine growth restriction. considerations for the neonatologist. *Neonatology*. 2015;108(4):269-276. <https://doi.org/10.1159/000438451>.
 11. Spinillo A, Gardella B, Bariselli S, et al. Cerebroplacental Doppler ratio and placental histopathological features in pregnancies complicated by fetal growth restriction. *J Perinat Med*. 2014;42(3):321-328. <https://doi.org/10.1515/jpm-2013-0128>.
 12. Severi FM, Rizzo G, Bocchi C, et al. Intrauterine growth retardation and fetal cardiac function. *Fetal Diag Ther*. 2000;15(1):8-19. <https://doi.org/10.1159/000020969>.
 13. Dodson RB, Rozance PJ, Petrash CC, et al. Thoracic and abdominal aortas stiffen through unique extracellular matrix changes in intrauterine growth restricted fetal sheep. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2014;306(3):H429-H437. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00472.2013>.
 14. Thompson JA, Richardson BS, Gagnon R, Regnault TR. Chronic intrauterine hypoxia interferes with aortic development in the late gestation ovine fetus. *J Physiol*. 2011;589(Pt 13):3319-3332. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.210625>.
 15. Akira M, Yoshiyuki S. Placental circulation, fetal growth, and stiffness of the abdominal aorta in newborn infants. *J Pediatr*. 2006;148(1):49-53. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2005.06.044>.
 16. Cosmi E, Visentin S, Fanelli T, et al. Aortic intima media thickness in fetuses and children with intrauterine growth restriction. *Obstet Gynecol*. 2009;114(5):1109-1114. <https://doi.org/10.1097/AOG.0b013e3181bb23d3>.
 17. Cruz-Lemini M, Crispi F, Valenzuela-Alcaraz B, et al. A fetal cardiovascular score to predict infant hypertension and arterial remodeling in intrauterine growth restriction. *Am J Obstet Gynecol*. 2014;210(6):552.e1-e22. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2013.12.031>.
 18. Koklu E, Kurtoglu S, Akcakus M, et al. Increased aortic intima-media thickness is related to lipid profile in newborns with intrauterine growth restriction. *Horm Res*. 2006;65(6):269-275. <https://doi.org/10.1159/000092536>.
 19. Koklu E, Ozturk MA, Kurtoglu S, et al. Aortic intima-media thickness, serum IGF-I, IGFBP-3, and leptin levels in intrauterine growth-restricted newborns of healthy mothers. *Pediatr Res*. 2007;62(6):704-709. <https://doi.org/10.1203/PDR.0b013e318157caaa>.
 20. Sehgal A, Doctor T, Menahem S. Cardiac function and arterial biophysical properties in small for gestational age infants: postnatal manifestations of fetal programming. *J Pediatr*. 2013;163(5):1296-1300. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.06.030>.
 21. Sehgal A, Doctor T, Menahem S. Cardiac function and arterial indices in infants born small for gestational age: analysis by speckle tracking. *Acta Paediatr*. 2014;103(2):e49-e54. <https://doi.org/10.1111/apa.12465>.
 22. Skilton MR, Evans N, Griffiths KA, et al. Aortic wall thickness in newborns with intrauterine growth restriction. *Lancet*. 2005;365:1484-1486. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66419-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66419-7).
 23. Агеева М.И. Диагностическое значение доплерографии в оценке функционального состояния плода: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2008. – 45 с. [Ageeva MI. Diagnosticheskoye znacheniyе dopplerografii v otsenke funktsional'nogo sostoyaniya ploda. [dissertation abstract] Moscow; 2008. 45 p. (In Russ.)]. Доступно по: <https://search.rsl.ru/ru/record/01003168850>. Ссылка активна на 14.12.2019.
 24. Harding R, Bocking AD. Fetal growth and development. Cambridge: Cambridge University Press; 2001. 284 p.

25. Зайко Н.Н., Быця Ю.В. Патологическая физиология. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 635 с. [Zayko NN, Bytsya YuV. Patologicheskaya fiziologiya. Moscow: MEDpress-inform; 2004. 635 p. (In Russ.)]
26. Benavides-Serralde A, Hernández-Andrade E, Fernández-Delgado J, et al. Three-Dimensional sonographic calculation of the volume of intracranial structures in growth-restricted and appropriate-for-gestational age fetuses. *J Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009;33(5):530-537. <https://doi.org/10.1002/uog.6343>.
27. Benavides-Serralde JA, Hernández-Andrade E, Figueroa-Diesel H, et al. Reference values for Doppler parameters of the fetal anterior cerebral artery throughout gestation. *Gynecol Obstet Invest.* 2010;69(1):33-39. <https://doi.org/10.1159/000253847>.
28. Lopez DO. Perinatal and neurodevelopmental outcome of late-onset growth restricted fetuses. Programa de Doctorat. Barcelona; 2010. 130 p.
29. Baschat AA. Neurodevelopment following fetal growth restriction and its relationship with antepartum parameters of placental dysfunction. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;37(5):501-514. <https://doi.org/10.1002/uog.9008>.
30. Барашнев Ю.И. Перинатальная неврология. – М.: Триада-Х, 2001. – 640 с. [Barashnev Yul. Perinatal'naya nevrologiya. Moscow: Triada-H; 2001. 640 p. (In Russ.)]
31. Jain M, Farooq T, Shukla RC. Doppler cerebroplacental ratio for the prediction of adverse perinatal outcome. *Int J Gynaecol Obstet.* 2004;86(3):384-385. <https://doi.org/10.1016/j.ijgo.2004.03.007>.
32. Ott WJ. Comparison of the non-stress test with the evaluation of centralization of blood flow for the prediction of neonatal compromise. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1999;14(1):38-41. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1999.14010038.x>.
33. Ropačka-Lesiak M, Korbela T, Bręborowicz GH. [Doppler blood flow velocimetry in the middle cerebral artery in uncomplicated pregnancy. (In Polish)]. *Ginekol Pol.* 2011;82(3):185-190.
34. Palacio M, Figueras F, Zamora L, et al. Reference ranges for umbilical and middle cerebral artery pulsatility index and cerebroplacental ratio in prolonged pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004;24(6):647-653. <https://doi.org/10.1002/uog.1761>.

■ Информация об авторах (Information about the authors)

Николай Николаевич Рухляда — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой акушерства и гинекологии с курсом детской гинекологии. ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России, Санкт-Петербург. **E-mail:** nickolasr@mail.ru.

Вячеслав Михайлович Болотских — д-р мед. наук, профессор кафедры акушерства и гинекологии с курсом гинекологии детского возраста. ФГБОУ ВО «СПбГПМУ» Минздрава России, Санкт-Петербург; главный врач СПбГБУЗ «Родильный дом № 9», Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-9846-0408>. SPIN-код: 3143-5405. **E-mail:** docgin@yandex.ru.

Эльвира Равильевна Семенова — врач ультразвуковой диагностики, врач — акушер-гинеколог. СПбГБУЗ «Родильный дом № 9», Санкт-Петербург. **E-mail:** semenovaelvira1980@yandex.ru.

Ольга Анатольевна Клиценко — канд. биол. наук, доцент. ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0002-2686-8786>. SPIN-код: 7354-3080. **E-mail:** olkl@yandex.ru.

Nikolay N. Rukhlyada — MD, PhD, DSci (Medicine), Professor, Head of the Department of Obstetrics and Gynecology with Pediatric Gynecology Course. Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia. **E-mail:** nickolasr@mail.ru.

Vyacheslav M. Bolotskikh — MD, PhD, DSci (Medicine), Professor. The Department of Obstetrics and Gynecology with Pediatric Gynecology Course. Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia; Head Physician. Maternity Hospital No. 9, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-9846-0408>. SPIN-код: 3143-5405. **E-mail:** docgin@yandex.ru.

Elvira R. Semyonova — MD. Maternity Hospital No. 9, Saint Petersburg, Russia. **E-mail:** semenovaelvira1980@yandex.ru.

Olga A. Klitsenko — PhD, Associate Professor. North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0002-2686-8786>. SPIN-код: 7354-3080. **E-mail:** olkl@yandex.ru.