

УДК 616-005.4; 618.3-06

**ОЦЕНКА МОЗГОВОГО КРОВОТОКА ПЛОДА  
У БЕРЕМЕННЫХ С ФЕТАЛЬНОЙ ГИПОКСИЕЙ И  
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ ПРОТЕКАЮЩЕЙ  
БЕРЕМЕННОСТЬЮ**

*Александрович А.С.*

Учреждение образования «Гродненский государственный  
медицинский университет», г. Гродно, Республика Беларусь

**ASSESSMENT OF THE BRAIN BLOOD-GROOVE OF THE  
FETUS AT PREGNANT WOMEN WITH THE FETAL  
HYPOXIA AND PHYSIOLOGICALLY PROCEEDING  
PREGNANCY**

*Aleksandrovich A.S.*

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

**Реферат.**

Комплексное исследование церебрального кровотока у плода в настоящее время имеет важное диагностическое значение, поскольку нарушения гемодинамики в данной области являются основной причиной перинатального повреждения центральной нервной системы новорожденного.

**Цель исследования:** изучение мозгового кровотока плода у беременных с фетальной гипоксией и физиологически протекающей беременностью.

**Материал и методы исследования.** Обследованные 126 женщин были разделены на 2 группы: 96 беременных женщин с фетальной гипоксией – основная группа и 30 соматически здоровых женщин с физиологически протекающей беременностью в сроках 24–40 недель – контрольная группа. Исследование параметров мозгового кровотока плода проводили после стандартного комплексного исследования плода, выполняя импульсно-волновую доплерометрию и применяя режим цветного доплеровского картирования. Оценку полученных показателей осуществляли с помощью индекса резистентности.

**Результаты исследования.** В результате проведенного исследования установлено, что в основной группе в сроках беременности 32–34 недели и 37–40 недель были

зарегистрированы достоверно низкие значения индекса резистентности в обследованных сосудах по сравнению с контрольной группой.

**Выводы.** У беременных основной группы по сравнению с пациентками контрольной группы отмечается прямая взаимосвязь снижения сосудистой резистентности с увеличением срока беременности в передней и средней мозговых артериях плода с минимальным значением индекса Пурсело в передней мозговой артерии.

**Ключевые слова:** беременность, церебральный кровоток, индекс резистентности.

**Abstract.**

The complex research of a cerebral blood-groove at a fetus has now important diagnostic value, as disturbances of a hemodynamics in the field are a basic reason of perinatal injury of the central nervous system of the newborn.

**Objective:** was a brain blood-groove of a fetus at pregnant women with a fetal hypoxia and physiologically proceeding pregnancy.

**Material and methods.** The examined 126 women were divided into 2 groups: 96 pregnant women with a fetal hypoxia – the main group and 30 somatic healthy women with physiologically proceeding pregnancy in terms of 24–40 weeks – control group. The research of parameters of a brain blood-groove of a fetus was conducted after the standard complex research of a fetus, carrying out a pulse and wave dopplerometry and applying the mode of Color Doppler. Assessment of the received indicators was carried out by means of the index of resistance.

**Results.** As a result of the conducted research it is established that in the main group in durations of gestation 32–34 weeks and 37–40 weeks were registered authentically low values of the index of resistance in the surveyed vessels, in comparison with control group.

**Conclusions.** In pregnant women of the main group in comparison with patients of control group the direct interrelation of decrease in vascular resistance with increase in duration of gestation in front and medium brain arteries of a fetus with the minimum value of the Purselo's index in a front brain artery is noted.

**Key words:** pregnancy, cerebral blood flow, resistance index.

**Введение.** При проведении исследований на экспериментальных животных было определено, что при наличии интранатальной гипоксии из-за нарушения плацентарного кровоснабжения наблюдается увеличение мозгового кровоснабжения. Считается, что описанный эффект является компенсаторной реакцией организма плода на гипоксию и перераспределяет кровоток преимущественно в такие важные органы, как сердце, железы внутренней секреции и головной мозг, сохраняя гемодинамику при хронической гипоксии. Описанные механизмы регуляции кровообращения были подтверждены у плодов человека, испытывающих гипоксию [3].

Экзогенные и эндогенные неблагоприятные факторы во время беременности часто оказывают большее отрицательное влияние на центральную нервную систему человека, чем аналогичные факторы в постнатальном периоде, приводя к нарушению адаптации и инвалидности новорожденного [5].

Оптимальные процессы кровоснабжения в системе «мать-плацента-плод» обеспечивают нормальное течение беременности, правильный рост и развитие плода. Основными этиологическими факторами, приводящими к задержке развития плода, асфиксии, а в некоторых случаях к гибели плода являются наличие гипоксии и плацентарной недостаточности, которые обладают острым и хроническим повреждающим воздействием на развивающийся плод. Многие из этих патологических состояний вызывают долговременные последствия нарушения здоровья у новорожденного, требующие длительной реабилитации ребенка [6]. Клинически интранатальные структурные изменения головного мозга у новорожденных могут проявляться детским церебральным параличом, гидроцефалией, микроцефалией, судорожным синдромом, а также это может приводить к тяжелой задержке психомоторного развития у ребенка.

Высокий процент перинатальных повреждений головного мозга плода в структуре детской неврологической заболеваемости является как медицинской, так и социальной проблемой. В соответствии с современными исследованиями, повреждение центральной нервной системы у новорожденных в некоторых публикациях авторов составляет до 60-80%.

Гипоксическими и ишемическими нарушениями данная патология обусловлена в 65% случаях и только в 15% – генетическими факторами, влияющими на новорожденного после рождения [1].

В настоящее время доплерография является стандартным ультразвуковым методом обследования как нормально протекающих беременностей, так и беременных с высоким риском развития осложнений. Доплеровское исследование плодового кровообращения имеет высокое диагностическое значение, поскольку позволяет не инвазивно и быстро оценить кровоток плода и определиться с тактикой ведения беременности, выбрать оптимальные сроки и методы родоразрешения [2].

Доплеровская оценка гемодинамики в системе «мать-плацента-плод» включает измерение показателей кровотока в маточных артериях, артерии пуповины, а также в аорте, средней мозговой артерии и венозном протоке плода.

Комплексное исследование церебрального кровотока у плода в настоящее время имеет важное диагностическое значение, поскольку нарушения гемодинамики в данной области являются основной причиной перинатального повреждения центральной нервной системы новорожденного [1].

Качество мозгового кровотока плода в современном клиническом акушерстве оценивается с помощью доплеровской оценки показателей кровотока в средней мозговой артерии. Исследование кровотока в других артериях головного мозга на сегодняшний момент в литературе не освещены.

Клинико-инструментальные критерии гипоксических нарушений плода во время беременности, позволяющие проводить эффективную диагностику и оценку степени тяжести гипоксических нарушений плода, включающие, в том числе, и ультразвуковую диагностику, до настоящего времени все еще недостаточно изучены. С целью раннего прогнозирования неблагоприятных перинатальных исходов, снижения заболеваемости и перинатальных потерь, актуальной диагностической задачей является комплексное исследование церебральной гемодинамики плода на различных сроках беременности.

Несмотря на обилие современных работ, посвященных мозговой гемодинамике плода, до настоящего времени процессы ее формирования остаются до конца не изученными. Имеющиеся в литературе данные по теме особенностей церебрального кровообращения во II триместре в условиях неосложненной беременности часто противоречивы и исключают друг друга. Так, по результатам одних авторов, в средней мозговой артерии диастолический компонент может отсутствовать вплоть до 25-й и даже до 30-й недели беременности. По данным других исследователей, церебральный диастолический кровоток формируется и регистрируется быстрее, чем в других фетальных артериях. Имеются данные, что диастолический компонент в мозговых артериях при проведении доплерометрии уже можно зафиксировать с 14–16-й недели гестации [4].

**Цель исследования:** изучение мозгового кровотока плода у беременных с фетальной гипоксией и физиологически протекающей беременностью.

**Материал и методы исследования.** Работа выполнена на кафедре лучевой диагностики учреждения образования «Гродненский государственный медицинский университет» и учреждения здравоохранения «Гродненский областной клинический перинатальный центр» за период с 2014 г. по 2019 г.

В исследование было включено 126 женщин старше 18 лет с физиологическим и осложненным течением одноплодной беременности с 24-й по 40-ю неделю гестации без видимых пороков развития плода. У всех пациенток было получено письменное информационное согласие на участие в исследовании.

Пациентки были разделены на 2 группы: 96 беременных женщин с фетальной гипоксией в сроках 24–40 недель – основная группа и 30 соматически здоровых женщин с физиологически протекающей беременностью в сроках 24–40 недель – контрольная группа.

Наличие фетальной гипоксии предполагалось в случаях: отсутствия конечного диастолического компонента при доплерометрии артерии пуповины, либо наличия реверсивного кровотока; пограничных значениях и выраженных изменениях

показателей кардиотахографии (стойкая и продолжительная брадикардия, потеря сердцебиения при мониторинге).

Соотношение беременностей в основной группе: первобеременные – 40,6%, повторнобеременные – 59,4%. В контрольной группе первобеременные составили 57,7%, повторнобеременные – 42,3%.

Средний возраст пациенток основной группы составил 27 лет, с размахом от 18 до 37 лет. Средний возраст пациенток контрольной группы – 28,2 лет, с размахом от 18 до 42 лет.

У всех беременных срок гестации был установлен на основании первого дня последней менструации.

По клиническим и ультразвуковым данным у женщин основной группы были выявлены следующие патологические состояния: задержка роста плода – у 26-ти (27,1%), гестоз – у 37-ми (38,5%), артериальная гипертензия – у 56-ти (58,3%), у некоторых пациенток выявлялось более одного патологического состояния.

Всем беременным проводили ультразвуковое обследование плода в В-режиме с доплерографией передней и средней мозговых артерий головного мозга плода, артерии пуповины, маточных артерий на приборе Voluson 730Expert (GE, США) с помощью конвексного объемного датчика с частотой 2–6 мГц во II и III триместрах беременности на сроках 24–26 недель, 32–34 недели и 37–40 недель.

Исследование параметров мозгового кровотока плода всегда проводили после стандартного комплексного исследования плода в режимах серой шкалы (В-режим), импульсно-волновой доплерометрии и режиме цветного доплеровского картирования.

Спектр кровотока в вышеперечисленных сосудах оценивался с помощью индекса резистентности – индекса Пурсело (ИР): отношение разности максимальной систолической и конечной диастолической скорости кровотока к максимальной систолической скорости кровотока;

$$\text{ИР} = (\text{МСС} - \text{КДС}) / \text{МСС},$$

где МСС – максимальная систолическая скорость кровотока, КДС – конечная диастолическая скорость кровотока.

Индекс отражает состояние сопротивления кровотоку дистальнее места измерения.

Допплеровские показатели рассчитывали автоматически и с помощью ручной трассировки, с получением не менее трех последовательных корректных графиков скоростей кровотока.

Контрольный объем устанавливали в пределах 2 мм на сроках 24–26 недель беременности и 3 мм – от 32 недель и далее.

Значения механического и термического индексов поддерживали в пределах единицы, в соответствии с принципом «ALARA» – As Low As Reasonably Achievable («так низко, как только возможно») с минимальным значением выходной мощности УЗ-прибора.

При визуализации средней мозговой артерии плода, а также Виллизиева круга в В-режиме требовалось получить среднее аксиальное сечение головки плода на уровне ножек мозга с выведением костных границ передней и средней черепных ямок. Данная проекция является анатомической границей средней мозговой артерии в области Сильвиевой, или Латеральной борозды. Далее в режиме цветного доплеровского картирования необходимо было добиться визуализации Виллизиева круга для более точного определения мозговых артерий. Наиболее удобной для визуализации и оценки является участок передней мозговой артерии в месте отхождения от внутренней сонной артерии или на 1–2 мм выше него в аксиальной плоскости сканирования головки плода.

Статистический анализ проводился при помощи пакета стандартных статистических программ.

Данные оценивались на предмет нормальности распределения с помощью графических методов и критерия Шапиро-Уилка. Расчет количественных данных проводился с помощью описательных методов статистики: среднее арифметическое, стандартное квадратическое отклонение, медиана, квартили, минимум и максимум. Оценка равенства дисперсий проводилась с помощью теста Левена. Для сравнения двух независимых групп использовался непараметрический тест Манна-Уитни. Для оценки ассоциации качественных признаков использовался двусторонний точный критерий Фишера и тест хи-квадрат.

Для индекса резистентности составлялись центильные таблицы.

Качественные данные представлялись в виде абсолютных частот и процентов.

Для всех статистических тестов пороговая двусторонняя вероятность ошибки первого рода принималась равной 0,05.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Результаты измерения индекса резистентности в передней и средней мозговых артериях плодов у основной и контрольной групп представлены в таблице.

В сроке беременности 24–26 недель у пациенток обеих групп не было выявлено существенных различий в показателях индекса резистентности передней мозговой артерии и средней мозговой артерии.

В сроке беременности 32–34 недели у плодов пациенток контрольной группы отмечается повышение индекса резистентности в обоих сосудах по сравнению с группой контроль в 24–26 недель беременности с максимальным значением в средней мозговой артерии – 0,82 (0,79; 0,82) и минимальным значением в передней мозговой артерии – 0,80 (0,78; 0,84).

Таблица – Значение индекса резистентности (ИР) для передней и средней мозговых артерий плода на разных сроках гестации, Ме (Q1; Q3)

ИР	Срок беременности					
	24–26 недель		32–34 недели		37–40 недель	
	Основная	Контроль	Основная	Контроль	Основная	Контроль
ПМА	0,75 (0,75; 0,78)	0,77 (0,77; 0,78)	0,70* (0,66; 0,72)	0,80* (0,78; 0,84)	0,63* (0,60; 0,65)	0,78* (0,76; 0,79)
СМА	0,79 (0,77; 0,81)	0,78 (0,76; 0,80)	0,69* (0,68; 0,73)	0,82* (0,79; 0,82)	0,66* (0,62; 0,67)	0,75* (0,72; 0,77)

Примечание: – \* – статистически значимые различия между группами по критерию Манна-Уитни,  $p < 0,05$

У плодов пациенток основной группы в сроке беременности 32–34 недели в отличие от контрольной группы индекс резистентности в передней мозговой артерии – 0,7 (0,66; 0,72) и

средней мозговой артерии  $-0,69$  ( $0,68$ ;  $0,73$ ) были достоверно снижены ( $p < 0,0001$ ) с минимальным значением в средней мозговой артерии.

В конце беременности в сроках 37–40 недель у плодов пациенток с физиологическим течением беременности отмечается постепенное снижение показателей индекса резистентности в передней мозговой артерии до  $0,78$  ( $0,76$ ;  $0,79$ ) и индекса резистентности в средней мозговой артерии до  $0,75$  ( $0,72$ ;  $0,77$ ) с минимальным значением в средней мозговой артерии.

В группе с признаками гипоксии плода в 37–40 недель, как и при физиологической беременности, отмечается снижение индекса резистентности плода в передней мозговой артерии –  $0,63$  ( $0,60$ ;  $0,65$ ) и средней мозговой артерии –  $0,66$  ( $0,62$ ;  $0,67$ ), что, вероятнее всего, обусловлено централизацией мозгового кровотока за счет снижения индексов периферического сопротивления и увеличения диастолической скорости кровотока. Численные показатели индекса резистентности плодов основной группы беременных достоверно ниже, чем в контрольной (передняя мозговая артерия,  $p < 0,0001$ ; средняя мозговая артерия  $p < 0,0027$ ).

Таким образом, проведенное исследование позволило выявить особенности кровотока в сосудах головного мозга плода на протяжении II–III триместров в условиях нормально протекающей беременности и при ее осложнении фетальной гипоксией.

#### **Выводы.**

В результате проведенного исследования установлено, что динамика изменения кровотока в передней и средней мозговых артериях плода группы физиологического течения беременности показывает постепенный рост показателей индекса резистентности к 32–34 неделе беременности с последующим снижением к 37–40 неделе беременности, что наиболее было выражено в средней мозговой артерии.

У беременных основной группы по сравнению с пациентками контрольной группы отмечается прямая взаимосвязь снижения сосудистой резистентности с увеличением

срока беременности в передней и средней мозговых артериях плода с минимальным значением индекса Пурсело в передней мозговой артерии.

В основной группе в сроках беременности 32–34 недели и 37–40 недель были зарегистрированы достоверно более низкие значения индекса резистентности в обследованных сосудах по сравнению с контрольной группой.

Для определения степени нарушения функционального состояния плода и перинатального прогноза важным является выявление взаимосвязи изменения мозговой гемодинамики плода с другими нарушениями маточно-плодового и плодового кровотока.

#### Литература

1. Барашнев, Ю. И. Перинатальная неврология / Ю. И. Барашнев // М. : Триада–Х, 2005. – 672 с.
2. Допплерографическое исследование гемодинамики плода : пособие для врачей. / М. И. Агеева, И. А. Озерская, Е. В. Федорова, В. В. Митьков // М. : РМАПО, 2006. – 40 с.
3. Медведев, М. В. Основы доплерографии в акушерстве / М. В. Медведев // М. : Реал тайм, 2010. – 104 с.
4. Орлов, А. В. Скрининговые маркеры фетальной гемодинамики при физиологическом течении беременности / А. В. Орлов // Рос. вест. акуш.-гин. – 2005. – Т. 5, № 2. – С. 34–8.
5. Пальчик, А. Б. Гипоксическая-ишемическая энцефалопатия новорожденных. / А. Б. Пальчик, Н. П. Шабалов // М. : Медпресс–информ, 2013. – 288 с.
6. Malamitsi–Punchner, A. Intrauterine Growth Restriction, Brain–Sparing Effect and Neurotrophins. / A. Malamitsi–Punchner, E. K. Nikolaouk, K.-P. Puchner // Ann. N. Y. Acad. Sci. – 2006. – Vol. 1092. – P. 293–6.

#### References

1. Barashnev YU. I. *Ed* (2005). Perinatal'naya nevrologiya. Moskva : Triada–H. pp. 1–672 (in Russian).
2. Ageeva M. I., Ozerskaya I. A., Fedorova E. V., Mit'kov V. V. *Ed* (2006). Dopplerograficheskoe issledovanie gemodinamiki ploda. *Posobie dlya vrachej*. Moskva : RMAPO. pp. 1–40 (in Russian).
3. Medvedev M. V. *Ed* (2010). Osnovy dopplerografii v akusherstve. Moskva : Real tajm. pp. 1–104 (in Russian).
4. Orlov A. B. (2005). Skringingovye markery fetal'noj gemodinamiki pri fiziologicheskom techenii beremennosti. *Rossijskij vestnik akushera-ginekologa*. Vol. 5(2). pp. 34–8 (in Russian).

5. Pal'chik A. B., SHabalov N. P. *Ed* (2013). Gipoksicheskaya–ishemicheskaya encefalopatiya novorozhdennyh. Moskva : Medpress–inform. pp. 1–288 (in Russian).

6. Malamitsi–Punchner A., Nikolaouk E. K., Puchner K.-P. (2006). Intrauterine Growth Restriction, Brain–Sparing Effect and Neurotrophins. *Annals of the New York Academy of Sciences*. Vol. 1092. pp. 293–6 (in English).

*Поступила в редакцию: 26.06.2020*

*Адрес для корреспонденции: aleks\_as@tut.by*

УДК 618.11-007.21

**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ПЛЕЧЕВОЙ АРТЕРИИ К  
НАПРЯЖЕНИЮ СДВИГА НА ЭНДОТЕЛИИ У ЖЕНЩИН  
С УДАЛЕННЫМИ ЯИЧНИКАМИ**

*Александрович А.С., Милош Т.С.*

Учреждение образования «Гродненский государственный  
медицинский университет», г. Гродно, Республика Беларусь

**SENSITIVITY OF THE HUMERAL ARTERY TO SHIFT  
TENSION ON THE ENDOTHELIUM AT WOMEN WITH  
REMOTE OVARIES**

*Aleksandrovich A.S., Milash T.S.*

Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

**Реферат.**

Несмотря на множество публикаций, не полностью исследованы и не установлены естественные изменения функции эндотелия с различными типами менопаузы в перименопаузальном возрасте.

**Цель исследования:** изучение количественного показателя чувствительности плечевой артерии к напряжению сдвига на эндотелии с помощью ультразвукового исследования у женщин с удаленными яичниками в перименопаузальном возрасте, учитывающего изменение диаметра и скорости кровотока.

**Материал и методы исследования.** Обследовано 28 пациенток перименопаузального возраста, которые были разделены на две группы: I группа – 16 женщин с удаленными яичниками, контрольная группа – 12 женщин позднего