

Обзор методов диагностики фетальной гипоксии

Филиппова Яна Дмитриевна
Петрозаводский государственный университет
г. Петрозаводск ул. Анохина 37Б - 44,
yanochka11.11.93@yandex.ru

Аннотация. Данная статья представляет собой обзор литературы о методах диагностики фетальной гипоксии. В ней отражены преимущества и недостатки современных методов диагностики гипоксии плода, приведены исследования отечественных и зарубежных авторов по данной теме. Применение современных методов диагностики позволит снизить число необоснованных оперативных родоразрешений, улучшить перинатальные исходы.

Ключевые слова: гипоксия плода; кардиотокография; прямая ЭКГ; STAN; Monica; доплерометрия; скальп-лактат; рН-метрия; тропонин; натрийуретический пептид.

Overview of diagnostic methods of fetal hypoxia

Filippova Yana Dmitrievna
Petrozavodsk, Anokhina 37B - 44
Petrozavodsk state University
yanochka11.11.93@yandex.ru

Abstract. This article is a review of the literature on diagnostic methods of fetal hypoxia. It reflects the advantages and disadvantages of modern methods of diagnostics of fetal hypoxia, studies of domestic and foreign authors on the subject. The application of modern diagnostic methods will reduce the number of unjustified surgical delivery, and improve perinatal outcomes.

Keywords: fetal hypoxia; cardiotocography; fetal electrocardiography; STAN; Monica; doppler; lactate; pH-meters; troponin; natriuretic peptide.

В настоящее время существует несколько методов диагностики гипоксии плода, целью которых является выявление признаков гипоксии и профилактика ее осложнений [2].

Электронный мониторинг плода во время беременности и родов с высоким риском осложнений позволяет снизить число неблагоприятных перинатальных исходов и неонатальной заболеваемости (судорог у новорожденных), связанных с гипоксией плода [39].

Самым распространенным и ведущим методом по-прежнему остается кардиотокография (КТГ) [1,7]. Кардиомониторный контроль за состоянием плода в настоящее время является неотъемлемой частью комплексного обследования беременных и рожениц [10]. Этот метод не инвазивен, гарантирует быстрое получение ответа, но недостаточно достоверен и является источником ложноположительных результатов. Sau A. Ante с соавт. отмечают, что использование метода увеличивает

количество инструментальных вмешательств, в том числе и количество операций кесарева сечения [26]. «Многие отечественные и зарубежные авторы отмечают субъективизм данного метода, вследствие чего снижается его информативность» - пишет О.В. Еремина с соавт. в своем обзоре [2]. Чувствительность КТГ более 80%, а специфичность всего 25-50% [1,4]. Michael Butterwegge с соавт. пишут в своем обзоре о том, что часто физиологические изменения сердцебиения плода трактуются как патологические при использовании КТГ [39]. Кроме того, проблема интерпретации связана с тем, что во многих лечебных учреждениях для интерпретации результатов используют шкалу «Fisher». В настоящее время рекомендовано использовать для интерпретации Международную классификацию типов КТГ в родах (FIGO, 1987) (табл.1) [3,4].

Таблица 1

Классификация FIGO типов КТГ в родах

Тип кардиоотокограммы	Базальная ЧСС	Вариабельность ритма, уд./мин	Децелерации
Нормальная	110–115 уд./мин	5–25 уд./мин	Ранние/неосложненные
		Наличие акцелераций	вариабельные децелерации (глубина длительность
Тревожная (промежуточная)	100–110 уд./мин 150–170 уд./мин	>25 уд./мин Сальтаторный ритм	Неосложненные вариабельные децелерации длительностью глубиной >60 уд./мин
	Эпизоды брадикардии	>40 мин и отсутствие акцелераций	
Патологическая	150–170 уд./мин >170 уд./мин	>40 мин Синусоидальный ритм	Осложненные вариабельные децелерации длительностью >60 с.
	Длительная брадикардия (>3 мин)		Повторяющиеся поздние децелерации
Претерминальная	Тотальное снижение вариабельности (

Чтобы избежать субъективности при расшифровке данных КТГ плода, в современном мире медицины стараются создавать приборы и компьютерные программы, которые максимально автоматизируют процесс расшифровки. К таким методам относится многоканальная КТГ – Monica.

Фетальные ЭКГ мониторы Monica — новое поколение кардиокографии, использующие технологии, обеспечивающие надежную регистрацию частоты сердечных сокращений плода (ЧССП), частоты сокращений сердца матери (ЧССМ), сократительной активности матки и двигательной активности плода с 20 недель беременности и в 1-ом периоде родов при одноплодной беременности. Это единственный фетальный ЭКГ монитор, который обеспечивает точность регистрации (beat to beat) параметров сердечной деятельности плода и матери неинвазивными методами. Система КТГ мониторинга Monica – это система беспроводной регистрации, визуализации, графического отображения, автоматического архивирования, расчета и анализа параметров КТГ и печати отчетов.

Метод неинвазивной трансабдоминальной кардиографии был лицензирован в 2008 году для использования в антенатальном периоде [33]. В исследовании N. Sanger с соавт. показано, что качество сигнала при трансабдоминальной кардиографии выше (77,4%), чем при КТГ (73,1%). На 20-26 неделях гестации качество сигнала при использовании фетального ЭКГ-монитора выше, чем при КТГ (75,4 и 45,3% соответственно). Однако, на 27-36 неделях КТГ показало более высокий сигнал, нежели фетальный ЭКГ-монитор (83,0% и 72,3% соответственно). После 37 недели гестации результаты по качеству сигнала оказались почти одинаковыми. Кроме того, было выявлено, что качество сигнала при использовании фетального ЭКГ мониторинга не зависит от ИМТ беременной, тогда как при использовании КТГ возникали определенные трудности в плане получения хорошего сигнала при обследовании женщин с повышенным ИМТ [33]. «Данный метод хорошо справляется с диагностикой гипоксии и ишемии плода, если таковые имеются» - пишет Adam J. Wolfberg в своей статье [34].

В последние годы доплерометрия, наряду с КТГ, является одним из наиболее востребованных диагностических методов в акушерстве [11]. В исследовании Westergaard с соавт. показано, что применение доплерометрии в сочетании с КТГ во время беременности высокого риска привело к значительному снижению перинатальной смертности [40]. Допплерометрия представляет собой высокоинформативный, простой, доступный, не инвазивный и безопасный для матери и плода диагностический метод. Это позволяет использовать его для комплексного наблюдения в динамике за уровнем кровотока в системе «мать-плацента-плод» [6]. При данном методе исследуют кровообращение в артериях матки, артерии пуповины, средней мозговой артерии и аорте плода [6,7,8]. Чаще при гипоксии первым страдает маточно-плацентарный кровоток. При прогрессировании гипоксии происходят изменения гемодинамики плода. При этом имеет место централизация его кровообращения, необходимая для обеспечения достаточного кровоснабжения жизненно важных органов, таких как головной мозг, сердце, надпочечники. Кровоснабжение других органов при этом снижается. Это обуславливает характер изменения кровотока в среднемозговой артерии плода. При декомпенсации состояния плода кровотоки в артерии пуповины и аорте плода характеризуются критическими значениями [6].

Для точной оценки кровообращения в системе «мать-плацента-плод» используется классификация нарушений маточно-плацентарного и плодово-плацентарного кровотока (А.Н. Стрижаков и соавторы, 1989) [11,12]:

I степень: А – нарушение МПК (маточные артерии) при сохранении ППК (артерия пуповины); Б – нарушение ППК при сохраненном МПК.

II степень: нарушение МПК и ППК, не достигающее критических значений (сохранен диастолический кровоток).

III степень: критическое нарушение ППК («нулевой» или ретроградный диастолический кровоток при сохраненном или нарушенном МПК).

Еще одним решением проблемы интерпретации стал инвазивный метод оценки ЭКГ плода в родах, при котором происходит оценка сегмента ST плода (в англоязычной литературе, STAN) [4,19].

Получение электрокардиограммы плода в родах основано на ее выделении из общего трансабдоминального потока, в котором преобладает электрическая активность сердца матери. Применение этого метода позволило значительно снизить число необоснованных операций кесарева сечения, сократить уровень смертности в перинатальном периоде и число заболеваний, вызванных гипоксией плода в родах [4]. ЭКГ плода с применением STAN является высокоспецифичным методом диагностики нарушений состояния плода во время родов [4]. Исследования Valverde M. доказывают снижение числа экстренных родоразрешений операцией кесарева сечения при применении электронного мониторинга и анализа сегмента ST на ЭКГ плода [30]. А исследования Westerhuis с соавт. показали, что наблюдение за состоянием плода в родах в сочетании с анализом ST ЭКГ плода снижает число случаев метаболического ацидоза, выявленного в крови, но не в экстрацеллюлярной жидкости новорожденных и не влияет на значения, выставленные по шкале Апгар, число случаев гипоксически-ишемической энцефалопатии или уровень оперативного вмешательства [19]. По разным литературным данным, в результате гипоксии у плода нарушаются функции проводимости и сократимости миокарда, которые диагностируются по данным морфологической оценки элементов электрокардиограммы плода [16,20,21]. Однако в связи с тем, что прямая ЭКГ является инвазивным методом, в литературе отражена неблагоприятная статистика осложнений у плода – до 2% (кровотечения, скальп-абсцессы, некрозы, сепсисы и т.п) и у матери – до 6% [24,25]. Это не позволяет широко использовать данный метод в акушерстве и создает предпосылки для внедрения неинвазивных методик.

В исследованиях L.D. Devoe, K.G. Rosen указано, частота дистресса плода повышается с 86 до 93%, а частота операций кесарева сечения снижается с 43 до 6% при совместном анализе КТГ и сегмента ST [31].

В Кохрановском обзоре проведен сравнительный анализ использования КТГ и КТГ в сочетании с прямой ЭКГ. В данных исследованиях участвовали 8872 пациентки. Результаты исследования показали, что применение КТГ со STAN снижает вероятность рождения ребенка с метаболическим ацидозом, снижает число рождения детей с энцефалопатией, а также число оперативных родов [39].

Сочетание разных типов КТГ с вариантами ST-событий на ЭКГ плода позволило разработать матрицу угрожающих состояний плода, которая включает четыре "цветные" зоны: "зеленую" (норма), "желтую" (зона риска), "розовую" (патология) и "красную" (критическая) (табл. 2) [4].

Таблица 2:

Матрица угрожающих состояний плода с акушерской тактикой, учитывающая типы КТГ и варианты ST-событий на ЭКГ плода (STAN)

Зоны	Тип кардиоотограммы	Вид ST-события на ЭКГ плода	Тактика
"Зеленая" (норма)	Нормальная	ST-события отсутствуют	Норма
"Желтая" (зона риска)	Нормальная или тревожная	Эпизодическое или продолжительное увеличение T/QRS Депрессия сегмента ST не >2 мин Не более одного эпизода бифазного ST-комплекса II или III типа	Выжидательная, динамическое наблюдение, дополнительное обследование
"Розовая" (патология)	Патологическая	Эпизодическое или продолжительное увеличение T/QRS Депрессия сегмента ST не >5 мин Не более 1 эпизода бифазного ST-комплекса II или III типа	Выжидательная, непрерывное наблюдение, дополнительное обследование
"Красная" (критическая)	Патологическая	2 и более эпизодов бифазного ST-комплекса II или III типа	Экстренное родоразрешение
	Претерминальная	Любой вид ST-события	

Электронный мониторинг плода (ЭМП) имеет плохую прогностическую ценность истинного состояния плода. В связи с этим возникает необходимость использования дополнительных диагностических тестов, таких как рН-метрия и лактат-тест. Возможность взятия крови плода для определения основных параметров еще до рождения является одним из наиболее значительных достижений акушерства последних лет. При использовании данной методики возможно диагностировать ацидоз на любой стадии родов. Метод определения рН крови, взятой из кожи предлежащей головки плода во время родов, для диагностики гипоксии плода был предложен в 1962 г. По имени предложившего методику автора она получила название «проба Залинга» (Saling E.) [9]. Недостаток данного метода в том, что он не позволяет дифференцировать респираторный и метаболический ацидоз. При гипоксии плода в родах возникает метаболический ацидоз, связанный с плохой плацентарной перфузией и сниженным обменом веществ при пролонгированной гипоксемии. Накопление молочной кислоты вследствие анаэробного гликолиза характеризуется снижением рН (увеличение ионов

водорода), увеличением основного дефицита и повышению уровня лактата. С.Е. East и соавт., по результатам мета-анализа [17], отмечают хорошую переносимость метода, минимум побочных действий. Однако Н. Sabir (2010) описал случай геморрагического шока и анемии, которые развились вследствие кровотечения из мест забора крови [9]. Необходимо отметить, что в этом случае у новорожденного была диагностирована врожденная гемофилия В. Данный метод не получил широкого применения, так как инвазивен, высока частота осложнений. Это травмы родовых путей, травмы предлежащей части, кровотечение и инфицирование у плода, что отмечают Pachydakis A. с соавт. [27], Olofsson P. [28], Leslie K. [29] в своих статьях.

Группой шведских исследователей на нескольких клинических базах проведена сравнительная оценка ценности определения рН и лактата в образце крови из предлежащей головки плода при интранатальной регистрации трудно интерпретируемых КТГ (табл.3) [9,22].

Таблица3:

Сравнительная характеристика лактат-теста и рН-метрии при диагностике гипоксии плода в родах.

Лактат-тест	рН-метрия
Различия между метаболическим и дыхательным ацидозом у плода	Определяет наличие ацидоза, но не дифференцирует
Малый образец крови (менее 5 мкл)	Большой образец крови (85 мкл)
Меньше чем 1 мин для результатов	Приблизительно 30 минут для результатов
Прикроватная диагностика (у постели)	Образец отправляют в лабораторию для обработки
Технически проще получить результаты	Свертывание может произойти из-за временных задержек, так что можно не получить никаких результатов

Метод скальп-лактат характеризуется лучшей воспроизводимостью в сравнении с исследованием рН в связи с меньшим количеством необходимой для выполнения анализа крови. Для определения лактата требуется менее 5 мкл крови [9]. Таким образом, как взятие пробы, так и лабораторное исследование, требуют существенно меньших затрат времени. Это делает методику оптимальной как для роженицы, так и для персонала [9,15]. Аналогичные результаты были получены С.Е. East с соавт. (2010) [17].

При гипоксии плода развивается ишемия миокарда, диагностируемая с помощью биохимических маркеров. Тропонин – белок, который состоит из трех субъединиц и участвует в процессе сокращения мышц. V.Stefanovic (2005) установил повышение уровня тропонина при гипоксии в пуповинной крови и амниотической жидкости до родов [3]. N. Narin с соавт. выявили, что концентрация тропонина Т повышается не только при асфиксии плода, но и при преэклампсии у матери [3]. R. M. Nomura с соавт. выявили повышение тропонина у недоношенных детей, с диагностированной фетоплацентарной недостаточностью [3,36]. N. Iacovidou с соавт. (2007) сравнили концентрацию тропонина I у плодов, оценка состояния по Апгар которых составляла 9-10 баллов, и у новорожденных с диагностированной асфиксией. Достоверных отличий в

группах выявлено не было, поэтому авторы пришли к выводу, что у плодов в последней группе ишемия миокарда не отмечалась. [3,35]. Лабораторные методики не дают возможность дифференцировать белок матери и плода, что не позволяет считать тропонин маркером ишемии миокарда плода [3].

Натрийуретический пептид (мозговой, предсердный) обладает более высокой специфичностью и не имеет такого количества подтипов. Имеются данные о корреляции повышенной концентрации мозгового и предсердного натрийуретических пептидов, но такие исследования являются единичными, проведены на небольших выборках [3]. Т. Kanbe с соавт. проанализировали связь между концентрацией натрийуретических пептидов и исходом родов. Было установлено, что концентрация мозгового натрийуретического пептида в крови новорожденного повышается при преждевременных родах, задержке развития плода, наличии гипоксии. Кроме того, была отмечена повышенная концентрация данного белка при многоплодной беременности, причиной чему, предположительно, был хронический стресс для плодов [3,38]. Аналогичные показатели были получены в работе F. Garofoli с соавт. в 2012 году [3,37].

Из анализа данных литературы выявлено, что в настоящее время в практической медицине необходим метод диагностики гипоксии плода, который обладает оптимальным соотношением чувствительности и специфичности, доступен, способен контролировать состояние беременной вне лечебного учреждения. Это позволит снизить число случаев антенатальной гибели плода [5].

Список литературы

1. Орлов В.И., Боташева Т.Л. и др. Кардиотокография и доплерометрия в современном акушерстве. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2007. – 300 с.
2. Еремина, О.В., Шифман, Е.М., Баев, О.Р., Гус, А.И. Методы изучения сердечной гемодинамики плода в родах: от стетоскопа до оксиметрии / О.В. Еремина, Е.М. Шифман, О.Р. Баев, А.И. Гус // Акушерство и гинекология. – М., 2011. – № 7-1. – С. 11-15.
3. Еремина О.В. Совершенствование диагностики и тактики ведения родов при интранатальной гипоксии плода: дис. ... канд.мед.наук 14.01.01 / Еремина О.В. – М., 2014. – 157 с.
4. Гудков Г.В., Пенжоян Г.А., Филиппов Е.Ф., Дурлештер М.В. Трансабдоминальная электрокардиография в диагностике критических состояний плода при плацентарной недостаточности. / Г.В. Гудков, Г.А. Пенжоян, Е.Ф. Филиппов, М.В. Дурлештер // Вестник МУЗ ГБ № 2. 2014. № 1 (31). С. 1-20.
5. Юрьев С.Ю., Мустафина Л.Р., Немцева Т.Н., Кийко Я.В. Перспективные способы оценки состояния кардиорегуляторной системы плода / Юрьев С.Ю., Мустафина Л.Р., Немцева Т.Н., Кийко Я.В., Михеенко Г.А. // Фундаментальные исследования. 2014. - № 10-9. - С. 1840-1843.
6. Радецкая Л.Е. Клиническая интерпретация данных кардиотокографии и доплерометрии плода / Радецкая Л.Е. // Охрана материнства и детства. 2010. - № 1-15. - С. 61.
7. Тришкин А.Г., Артымук Н.В., Николаева Л.Б. Функциональная диагностика фетоплацентарной недостаточности / Росс. Вестник акушера-гинеколога. – 2009. – №2. – С.83-86.
8. Медведев М.В. Основы доплерографии в акушерстве: Практическое пособие для врачей. – М.: Реал Тайм, 2007. – 72с.
9. Еремина, О.В., Шифман, Е.М., Баев О.Р., Александрова, Н.В. Исследование крови из предлежащей части плода в оценке его состояния в родах / О.В. Еремина, Е.М.

- Шифман, О.Р. Баев, Н.В. Александрова // *Акушерство и гинекология*. – М., 2011. – № 8. – С. 16-20.
10. Шамарин С.В., Бычков В.И. Классическая кардиотокография (обзор литературы) / С.В. Шамарин, В.И. Бычков // *Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья*. 2009. № 38. С. 74-79.
 11. Айламазян, Э. К. Акушерство : национальное руководство / Э. К. Айламазян, В. И. Кулаков, В. Е. Радзинский, Г. М. Савельева; под ред. Э. К. Айламазяна, В. И. Кулакова, В. Е. Радзинского, Г. М. Савельевой. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 1200 с.
 12. Мочалова М.Н., Пономарева Ю.Н., Мудров В.А., Чацкис Е.М., Ахметова Е.С., Казанцева Е.В. Современные методы диагностики внутриутробного состояния плода / Мочалова М.Н., Пономарева Ю.Н., Мудров В.А., Чацкис Е.М., Ахметова Е.С., Казанцева Е.В. // *Астраханский медицинский журнал*. - 2015. - Т. 10. № 3. - С. 15-26.
 13. Макаров И.О., Юдина Е.В. Кардиотокография при беременности и в родах. – 2-е. изд. – М.: «МЕДпресс-информ», 2013. – 112 с.
 14. Sato N., Hoshiai T., Ito T., Owada K., Chisaka H., Aoyagi A., Sugawara J., Yaegashi N., Okamura K., Kimura Y. Successful Detection of the Fetal Electrocardiogram Waveform Changes during Various States of Singletons // *Tohoku J. Exp. Med.* – 2011; 225: 89–94.
 15. Borruto, F., Comparetto, C., Treisser, A., Prevention of cerebral palsy during labour: role of foetal lactate / F. Borruto, C. Comparetto, A. Treisser // *Arch. Gynecol. Obstet.* – 2008. – Vol. 278, 1. – P. 17–22.
 16. Doret, M., Constans, A., Gaucherand, P., Physiologic basis for fetal heart rate analysis during labour / M. Doret, A. Constans, P. Gaucherand // *J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod. (Paris)*. – 2010. – Vol. 39, 4. – P. 276–283.
 17. East, C.E., Leader, L.R., Sheehan, P. et al., Intrapartum fetal scalp lactate sampling for fetal assessment in the presence of a non-reassuring fetal heart rate trace / C.E. East, L.R. Leader, P. Sheehan et al // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2010. – Vol. 17. – 3. – CD006174.
 18. Graatsma E.M., Jacod B.C., van Egmont L.A.J. et al. Fetal electrocardiography: feasibility of long-term fetal heart recordings // *Br. J. Obstet. Gynaec.* – 2009; 116: 2: 334–338.
 19. Westerhuis M.E., Visser G.H., Moons K.G., Zuithoff N., Mol B.W., Kwee A. Cardiotocography plus ST analysis of fetal electrocardiogram compared with cardiotocography only for intrapartum monitoring: a randomized controlled trial // *Obstet. Gynecol.* – 2011; 117(2 Pt 1): 406–7.
 20. Yli B.M., Kallen K., Houry J., Stray-Pedersen B., Amer-Wahlin I. Intrapartum cardiotocography (CTG) and ST-analysis of labor in diabetic patients // *J. Perinat. Med.* – 2011; 39(4): 457–65.
 21. Velayo C., Sato N., Ito T. et al. Understanding congenital heart defects through abdominal fetal electrocardiography: case reports and clinical implications // *J. Obstet. Gynaecol. Res.* – 2011; 37(5):428–35.
 22. Wiberg-Itzel E., Lipponer C., Norman M. Determination of pH or lactate in fetal scalp blood in management of intrapartum fetal distress: randomised controlled multicenter trial // *Br. Med. J.* – 2008. – Vol. 336. – P. 1284–1287.
 23. Velayo C., Sato N., Ito T. et al. Understanding congenital heart defects through abdominal fetal electrocardiography: case reports and clinical implications // *J. Obstet. Gynaecol. Res.* – 2011; 37(5):428–35.
 24. Neilson J.P. Fetal electrocardiogram (ECG) for fetal monitoring during labor // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2006; 3: CD000116.
 25. Noren H., Amer-Wahlin I., Hagberg H., Herbst A., Kjellmer I., Marsal K., et al. Fetal electrocardiography in labor and neonatal outcome: data from the Swedish randomized controlled trial on intrapartum fetal monitoring // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2003; 188(1):183–220.

26. Sau A. Ante - and intrapartum assessment of the fetus / Ashis Sau, Kate Langford // *Anesthesia and intensive care medicine* – 2004. – P. 228-230.
27. Pachydakis A. Persistent scalp bleeding due to fetal coagulopathy following fetal blood sampling / A. Pachydakis, P. Belgaumkar, A. Sharmah. // *International Journal of Gynecology and Obstetrics* – 2006. № 92, P. 69—70.
28. Olofsson P. Current status of intrapartum fetal monitoring: cardiotocography versus cardiotocography + ST analysis of the fetal ECG / Per Olofsson // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* – 2003. №110, P.113–118.
29. Leslie K. Intrapartum fetal surveillance / Karin Leslie, Sabaratnam Arulkumaran // *Obstetrics, Gynaecology and reproductive medicine* – 2011. - №21, P. 59-67.
30. Valverde M. Effectiveness of pulse oximetry versus fetal electrocardiography for the intrapartum evaluation of nonreassuring fetal heart rate / M. Valverde [et al.] // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 2011. Vol. 159, P. 333-337.
31. Ross M.G ST-segment analysis of the fetal electrocardiogram improves fetal heart rate tracing interpretation and clinical decision making / M.G. Ross, L.D.Devoe, K.G. Rosen. // *J. Matern Fetal Neonatal*. – 2004. - №15(3). – 181 p.
32. F. Hofmeyr Fetal heart rate patterns at 20 to 24 weeks gestation as recorded by fetal electrocardiography / F. Hofmeyr, C. A. Groenewald, D. G. Nel, M. M. Myers, W. P. Fifer, C. Signore, G. D. V. Hankins, and H. J. Odendaal, for the PASS Network // *J. Matern Fetal Neonatal Med.* - 2014; 27(7). - 714–718.
33. N. Sanger Prenatal Foetal Non-invasive ECG instead of Doppler CTG – A Better Alternative? / N. Sanger, B. R. Hayes-Gill, S. Schiermeier, W. Hatzmann, J. Yuan1, E. Herrmann, F. Louwen, J. Reinhard // *J. Geburtsh Frauenheilk.* - 2012; 72. - 630–633.
34. Adam J. Wolfberg The Future of Fetal Monitoring / Adam J. Wolfberg // *J. Reviews in Obstetrics & Gynecology.* – 2012; Vol.5; No. ¾. – 132-136.
35. Perinatal changes of cardiac troponin-I in normal and intrauterine growth-restricted pregnancies / N. Iacovidou [et al.] // *Mediators Inflamm.* –2007. – Vol.2007. – P.53921.
36. Gender-specific differences in fetal cardiac troponin T in pregnancies complicated by placental insufficiency / R. M. Nomura [et al.] // *Gend Med.* –2011. – Vol.8, №3. – P. 202-208.
37. Variation of B-type natriuretic peptide concentrations and intrauterine growth restriction: mother, fetus and newborn / F. Garofoli [et al.] // *J Biol Regul Homeost Agents.* – 2012. – Vol. 26, №4. – P.733-739.
38. Brain-type natriuretic peptide at birth reflects foetal maturation and antenatal stress / T. Kanbe [et al.] // *Acta Paediatr.* – 2009. – Vol.98, №9. – P. 1421-54;
39. Michael Butterwegge, Osnabruck, Werner Diehl Evidence-based fetal assessment / Michael Butterwegge // *Akademios*, Thursday, December 1, 2016.
40. Westergaard HB, Langhoff-Roos J, Lingman G, Marsal K, Kreiner S. A critical appraisal of the use of umbilical artery Doppler ultrasound in high-risk pregnancies: use of meta-analyses in evidence-based obstetrics. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001; 17:466–76.

References:

1. Orlov V.I., Botasheva T.L. i dr. Kardiologija i dopplerometrija v sovremennom akusherstve. – Rostov-na-Donu: JuNC RAN, 2007. – 300 s.
2. Eremina, O.V., Shifman, E.M., Baev, O.R., Gus, A.I. Metody izuchenija serdechnoj gemodinamiki ploda v rodah: ot stetoskopa do oksimetrii / O.V. Eremina, E.M. Shifman, O.R. Baev, A.I. Gus // *Akusherstvo i ginekologija.* – M., 2011. – № 7-1. – S. 11-15.
3. Eremina O.V. Sovershenstvovanie diagnostiki i taktiki vedenija rodov pri intranatal'noj gipoksii ploda: dis. ... kand.med.nauk 14.01.01 / Eremina O.V. – M., 2014. – 157 s.

4. Gudkov G.V., Penzhojan G.A., Filippov E.F., Durlshter M.V. Transabdominal'naja jelektrokardiografija v diagnostike kriticheskikh sostojanij ploda pri placentarnoj nedostatochnosti. / G.V. Gudkov, G.A. Penzhojan, E.F. Filippov, M.V. Durlshter // Vestnik MUZ GB № 2. 2014. № 1 (31). S. 1-20.
5. Jur'ev S.Ju., Mustafina L.R., Nemceva T.N., Kijko Ja.V. Perspektivnye sposoby ocenki sostojanija kardioreguljatornoj sistemy ploda / Jur'ev S.Ju., Mustafina L.R., Nemceva T.N., Kijko Ja.V., Miheenko G.A. // Fundamental'nye issledovanija. 2014. - № 10-9. - S. 1840-1843.
6. Radeckaja L.E. Klinicheskaja interpretacija dannyh kardiokografii i dopplerometrii ploda / Radeckaja L.E. // Ohrana materinstva i detstva. 2010. - № 1-15. - S. 61.
7. Trishkin A.G., Artymuk N.V., Nikolaeva L.B. Funkcional'naja diagnostika fetoplacentarnoj nedostatochnosti / Ross. Vestnik akushera-ginekologa. – 2009. – №2. – S.83-86.
8. Medvedev M.V. Osnovy dopplerografii v akusherstve: Prakticheskoe posobie dlja vrachej. – M.: Real Tajm, 2007. – 72s.
9. Eremina, O.V., Shifman, E.M., Baev O.R., Aleksandrova, N.V. Issledovanie krovi iz predlezhashhej chasti ploda v ocenke ego sostojanija v rodah / O.V. Eremina, E.M. Shifman, O.R. Baev, N.V. Aleksandrova // Akusherstvo i ginekologija. – M., 2011. – № 8. – S. 16-20.
10. Shamarin S.V., Bychkov V.I. Klassicheskaja kardiokografija (obzor literatury) / S.V. Shamarin, V.I. Bychkov // Nauchno-medicinskij vestnik Central'nogo Chernozem'ja. 2009. № 38. S. 74-79.
11. Ajlamazjan, Je. K. Akusherstvo : nacional'noe rukovodstvo / Je. K. Ajlamazjan, V. I. Kulakov, V. E. Radzinskij, G. M. Savel'eva; pod red. Je. K. Ajlamazjana, V. I. Kulakova, V. E. Radzinskogo, G. M. Savel'evoj. – M. : GJeOTAR-Media, 2014. – 1200 s.
12. Mochalova M.N., Ponomareva Ju.N., Mudrov V.A., Chackis E.M., Ahmetova E.S., Kazanceva E.V. Sovremennye metody diagnostiki vnutritrobnogo sostojanija ploda / Mochalova M.N., Ponomareva Ju.N., Mudrov V.A., Chackis E.M., Ahmetova E.S., Kazanceva E.V. // Astrahanskij medicinskij zhurnal. - 2015. - T. 10. № 3. - S. 15-26.
13. Makarov I.O., Judina E.V. Kardiokografija pri beremennosti i v rodah. – 2-e. izd. – M.: «MEDpress-inform», 2013. – 112 s.
14. Sato N., Hoshiai T., Ito T., Owada K., Chisaka H., Aoyagi A., Sugawara J., Yaegashi N., Okamura K., Kimura Y. Successful Detection of the Fetal Electrocardiogram Waveform Changes during Various States of Singletons // Tohoku J. Exp. Med. – 2011; 225: 89–94.
15. Borruto, F., Comparetto, C., Treisser, A., Prevention of cerebral palsy during labour: role of foetal lactate / F. Borruto, C. Comparetto, A. Treisser // Arch. Gynecol. Obstet. – 2008. – Vol. 278, 1. – P. 17–22.
16. Doret, M., Constans, A., Gaucherand, P., Physiologic basis for fetal heart rate analysis during labour / M. Doret, A. Constans, P. Gaucherand // J. Gynecol. Obstet. Biol. Reprod. (Paris). – 2010. – Vol. 39, 4. – P. 276–283.
17. East, C.E., Leader, L.R., Sheehan, P. et al., Intrapartum fetal scalp lactate sampling for fetal assessment in the presence of a non-reassuring fetal heart rate trace / C.E. East, L.R. Leader, P. Sheehan et al // Cochrane Database Syst Rev. – 2010. – Vol. 17. – 3. – CD006174.
18. Graatsma E.M., Jacod B.C., van Egmont L.A.J. et al. Fetal electrocardiography: feasibility of long-term fetal heart recordings // Br. J. Obstet. Gynaec. – 2009; 116: 2: 334–338.
19. Westerhuis M.E., Visser G.H., Moons K.G., Zuithoff N., Mol B.W., Kwee A. Cardiotocography plus ST analysis of fetal electrocardiogram compared with cardiotocography only for intrapartum monitoring: a randomized controlled trial // Obstet. Gynecol. – 2011; 117(2 Pt 1): 406–7.

20. Yli B.M., Kallen K., Khoury J., Stray-Pedersen B., Amer-Wahlin I. Intrapartum cardiotocography (CTG) and ST-analysis of labor in diabetic patients // *J. Perinat. Med.* – 2011; 39(4): 457–65.
21. Velayo C., Sato N., Ito T. et al. Understanding congenital heart defects through abdominal fetal electrocardiography: case reports and clinical implications // *J. Obstet. Gynaecol. Res.* – 2011; 37(5):428–35.
22. Wiberg-Itzel E., Lipponer C., Norman M. Determination of pH or lactate in fetal scalp blood in management of intrapartum fetal distress: randomised controlled multicenter trial // *Br. Med. J.* – 2008. – Vol. 336. – P. 1284–1287.
23. Velayo C., Sato N., Ito T. et al. Understanding congenital heart defects through abdominal fetal electrocardiography: case reports and clinical implications // *J. Obstet. Gynaecol. Res.* – 2011; 37(5):428–35.
24. Neilson J.P. Fetal electrocardiogram (ECG) for fetal monitoring during labor // *Cochrane Database Syst. Rev.* – 2006; 3: CD000116.
25. Noren H., Amer-Wahlin I., Hagberg H., Herbst A., Kjellmer I., Marsal K., et al. Fetal electrocardiography in labor and neonatal outcome: data from the Swedish randomized controlled trial on intrapartum fetal monitoring // *Am. J. Obstet. Gynecol.* – 2003; 188(1):183–220.
26. Sau A. Ante - and intrapartum assessment of the fetus / Ashis Sau, Kate Langford // *Anesthesia and intensive care medicine* – 2004. – R. 228-230.
27. Pachydakis A. Persistent scalp bleeding due to fetal coagulopathy following fetal blood sampling / A. Pachydakis, P. Belgaumkar, A. Sharmah. // *International Journal of Gynecology and Obstetrics* – 2006. № 92, R. 69—70.
28. Olofsson P. Current status of intrapartum fetal monitoring: cardiotocography versus cardiotocography + ST analysis of the fetal ECG / Per Olofsson // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* – 2003. №110, R.113–118.
29. Leslie K. Intrapartum fetal surveillance / Karin Leslie, Sabaratnam Arulkumaran // *Obstetrics, Gynaecology and reproductive medicine* – 2011. - №21, P. 59-67.
30. Valverde M. Effectiveness of pulse oximetry versus fetal electrocardiography for the intrapartum evaluation of nonreassuring fetal heart rate / M. Valverde [et al.] // *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 2011. Vol. 159, R. 333-337.
31. Ross M.G ST-segment analysis of the fetal electrocardiogram improves fetal heart rate tracing interpretation and clinical decision making / M.G. Ross, L.D.Devoe, K.G. Rosen. // *J. Matern Fetal Neonatal.* – 2004. - №15(3). – 181 p.
32. F. Hofmeyr Fetal heart rate patterns at 20 to 24 weeks gestation as recorded by fetal electrocardiography / F. Hofmeyr, C. A. Groenewald, D. G. Nel, M. M. Myers, W. P. Fifer, C. Signore, G. D. V. Hankins, and H. J. Odendaal, for the PASS Network // *J. Matern Fetal Neonatal Med.* - 2014; 27(7). - 714–718.
33. N. Sanger Prenatal Foetal Non-invasive ECG instead of Doppler CTG – A Better Alternative? / N. Sanger, B. R. Hayes-Gill, S. Schiermeier, W. Hatzmann, J. Yuan1, E. Herrmann, F. Louwen, J. Reinhard // *J. Geburtsh Frauenheilk.* - 2012; 72. - 630–633.
34. Adam J. Wolfberg The Future of Fetal Monitoring / Adam J. Wolfberg // *J. Reviews in Obstetrics & Gynecology.* – 2012; Vol.5; No. ¾. – 132-136.
35. Perinatal changes of cardiac troponin-I in normal and intrauterine growth-restricted pregnancies / N. Iacovidou [et al.] // *Mediators Inflamm.* –2007. – Vol.2007. – P.53921.
36. Gender-specific differences in fetal cardiac troponin T in pregnancies complicated by placental insufficiency / R. M. Nomura [et al.] // *Gend Med.* –2011. – Vol.8, №3. – P. 202-208.

37. Variation of B-type natriuretic peptide concentrations and intrauterine growth restriction: mother, fetus and newborn / F. Garofoli [et al.] // J Biol Regul Homeost Agents. – 2012. – Vol. 26, №4. – P.733-739.
38. Brain-type natriuretic peptide at birth reflects foetal maturation and antenatal stress / T. Kanbe [et al.] // Acta Paediatr. – 2009. – Vol.98, №9. – P. 1421-54;
39. Michael Butterwegge, Osnabrück, Werner Diehl Evidence-based fetal assessment / Michael Butterwegge // Akademos, Thursday, December 1, 2016.
40. Westergaard HB, Langhoff-Roos J, Lingman G, Marsal K, Kreiner S. A critical appraisal of the use of umbilical artery Doppler ultrasound in high-risk pregnancies: use of meta-analyses in evidence-based obstetrics. Ultrasound Obstet Gynecol 2001; 17:466–76.

© 2017 Филиппова Я.Д.