

УДК 618.29-073.97:612.172.2.062:612.8

**ЭКСТРАКАРДИАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ
СЕРДЕЧНОГО РИТМА ДОНОШЕННОГО
ПЛОДА В ФОРМЕ
СЕРДЕЧНО-ДЫХАТЕЛЬНОГО
СИНХРОНИЗМА**

Гудков Георгий Владимирович – д.м.н.
*Кубанский государственный медицинский
университет, Краснодар, Россия*

Пустовая Жанна Владимировна
*Кубанский государственный медицинский
университет, Краснодар, Россия*

В формировании экстракардиальных влияний на ритм сердца плода к концу антенатального развития особое значение имеет механизм центральной генерации ритма. Его проявление в доношенных сроках гестации связано со становлением дыхательной активности плода, что наглядно продемонстрировано в виде феномена сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) у плода. Эпизоды дыхательной активности, сопровождающиеся появлением феномена СДС у плода, были выявлены у 21,2 % женщин с физиологически протекающей беременностью и у 61,8 % – с гипоксией плода. При внутриутробной гипоксии продолжительность СДС, ширина диапазона и частота синхронизации достоверно превышали контрольные значения. Полученные результаты показывают, что феномен СДС у плода имеет не только большое теоретическое значение, как яркий пример подтверждения концепции центральной генерации ритма сердца, но и важное прикладное значение в акушерской практике для дифференциальной диагностики степени тяжести гипоксии плода.

Ключевые слова: **СЕРДЕЧНО-ДЫХАТЕЛЬНЫЙ
СИНХРОНИЗМ, КАРДИОТОКОГРАФИЯ,
ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ФЕТАЛЬНОГО
КАРДИОРИТМА.**

UDC 618.29-073.97:612.172.2.062:612.8

**EXTRACARDIAL REGULATION
OF FULL-TERM NEWBORN HEART RATE IN
FORM OF CARDIO-RESPIRATORY
SYNCHRONISM**

Gudkov Georgii Vladimirovich – MD.
Kuban state medical university, Krasnodar, Russia

Pustovaya Janna Vladimirovna
Kuban state medical university, Krasnodar, Russia

The mechanism of central rhythm generation has an important role in extracardial effect formation on fetal heart rhythm in the end of antenatal growth. Its appearance in full-term gestation connected with formation of fetal respiratory activity and declared itself as a phenomenon of fetal cardio-respiratory synchronism (CRS). The events of fetal respiratory activity accompanied with CRS phenomenon were revealed in 21,2 % women with normal pregnancy and 61,8 % ones with fetal hypoxia. The CRS duration, range width and frequency of synchronization were reliably high in fetal hypoxia then in controls. The results obtained had shown that fetal CRS phenomenon had not only theoretical value but importance in obstetrics for differential diagnostics of fetal hypoxia grade.

Key words: **CARDIO-RESPIRATORY
SYNCHRONISM, CARDIOTOCOGRAPHY,
VARIABILITY OF FETAL CARDIO RHYTHM.**

В настоящее время все больше убедительных подтверждений гипотезы о наличии, наряду с внутрисердечным генератором ритма сердца, аналогичного генератора в центральной нервной системе – в эфферентных структурах сердечного центра продолговатого мозга [1]. Возникающие там нервные сигналы в форме "залпов" импульсов поступают к сердцу по блуждающему нерву и, взаимодействуя с внутрисердечными ритмогенными структурами, вызывают генерацию возбуждения в сердце в точном соответствии с частотой залпов. Таким образом, сигналы, приходящие из центральной нервной системы, считаются пусковыми [2, 3].

Важно подчеркнуть, что именно через механизмы центрального ритмогенеза, главным образом, проходят многочисленные модулирующие сигналы, обеспечивающие сложную волновую структуру variability сердечного ритма (BCP), например, сигналы барорецепторного контроля, системы терморегуляции, ренин-ангиотензиновой системы, разнообразных метаболических процессов [4, 5].

Наиболее ярким экспериментальным подтверждением взаимосвязи таких базовых ритмических функций организма человека и животных, как сердцебиение и дыхание является установленный В.М. Покровским феномен сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) [3]. При этом СДС характеризуется не только абсолютно полным совпадением ритмов сердца и дыхания по частоте и фазе, но и существованием широкого диапазона частот, в пределах которого эти ритмы флуктуируют вместе без признаков десинхронизации [6].

В рамках концепции центрального ритмогенеза большой теоретический и практический интерес представляет проблема формирования в ходе антенатального развития плода кардио-респираторных взаимоотношений, которые, бесспорно, существуют во взрослом организме [6, 7]. Их изучение у развивающегося плода позволит

не только проследить этапы созревания экстракардиальных влияний, но и продемонстрировать их роль в качестве как моделирующих, так и пусковых механизмов ритмогенеза [8]. В этой связи, наблюдение феномена СДС у плода само по себе может быть убедительным подтверждением существования центрального генератора ритма сердца в доношенных сроках внутриутробного развития.

В литературе встречаются лишь отдельные сообщения, косвенно подтверждающие взаимодействие частотных характеристик вышеуказанных ритмов в виде дыхательной аритмии у плода в связи с формированием у него в конце беременности дыхательных движений (ДД) [9, 10]. Трудность выявления дыхательной аритмии у плода связана с тем, что традиционная ультразвуковая кардиоотокография (КТГ), реализованная в современных фетальных мониторах, не обеспечивает необходимой точности воспроизведения мгновенной ЧСС, а именно она необходима для поциклового анализа и исследования кардио-респираторных взаимоотношений [11, 12].

Научные разработки последних 15 лет позволили создать неинвазивные фетальные ЭКГ-мониторы, способные трансабдоминально регистрировать ЭКГ плода, начиная уже с 20–22 недель гестации [13, 14]. Это открывает возможности для широкого изучения кардиореспираторных взаимоотношений, в том числе феномена СДС у плода.

После 30–35 недель у плода появляются устойчивые эпизоды дыхательной активности, которые могут быть зарегистрированы при помощи ультразвукового метода [15, 16]. Во время данных эпизодов при высокой частоте ДД возможно развитие их спонтанной синхронизации с ритмом сердцебиения, что может свидетельствовать о формировании пусковых экстракардиальных влияний на поздних этапах эмбриогенеза, факт наличия которых у взрослых продемонстрирован в многочисленных исследованиях [7].

Целью работы стало изучение антенатальных особенностей формирования экстракардиальной регуляции сердечного ритма доношенного плода в форме СДС.

Материал и методы

Для достижения поставленной цели работы в ходе проспективно-ретроспективного исследования нами было обследовано 140 женщин с одноплодной беременностью, которые были разделены на две группы.

Первую группу составили 85 женщин с физиологически протекающей беременностью, проходивших антенатальный скрининг в III триместре в сроках гестации 38–40 недель. Эти женщины имели неосложненный акушерский и гинекологический анамнез, их соматический статус характеризовался отсутствием значимой экстрагенитальной патологии, а настоящая беременность завершилась срочными неосложненными родами. При рождении состояние доношенного плода расценивалось как нормоксическое с оценкой по шкале Апгар не менее 8/10 баллов и массой тела $3242,5 \pm 96,2$ г, также отмечалось благоприятное течение периода ранней адаптации новорожденного.

Вторая группа была представлена 55 беременными в сроках гестации 38–40 недель, по результатам комплексного обследования которых была выявлена хроническая гипоксия плода в стадии субкомпенсации на момент госпитализации. По мере прогрессирования беременности состояние плода осложнилось декомпенсацией его адаптационных резервов, что требовало экстренного родоразрешения в доношенном сроке с рождением детей в тяжелом состоянии. Среди осложнений в течении настоящей беременности у этих женщин наиболее часто встречался гестоз разной степени тяжести, причем у половины из них – 28 (50,9 %) отмечалась его манифестация до средне-тяжелых форм. Другие осложнения были представлены угрозой

прерывания беременности (58,1 %), урогенитальной инфекцией (29,1 %), анемией беременных II–III степени (20,0 %), пиелонефритом (7,0 %).

Все беременные второй группы были родоразрешены с помощью кесарева сечения, среди показаний к которому во всех случаях была прогрессирующая гипоксия плода. Последняя встречалась как изолированно, так и в сочетании с другими показаниями, такими как слабость родовой деятельности, рубец на матке, узкий таз, экстрагенитальная патология, задержка развития плода, неправильное положение плода. Оценка состояния у 43 (78,2 %) новорожденных в первые минуты жизни по шкале Апгар была 5–6 баллов, у остальных – 4 балла и менее. Один плод погиб на 5-е сутки после рождения. У 26 (47,3 %) новорожденных установлена гипотрофия, в том числе II–III степени – у 12 (21,8 %). Масса детей при рождении колебалась от 953 до 4060 г. и в среднем по 2-й группе она составила 2486 ± 719 г.

Возраст беременных в обеих группах варьировал в пределах 19–34 лет ($26,1 \pm 5,34$ лет). Из исследования были исключены беременные: с тяжелой декомпенсированной экстрагенитальной патологией, причиной прерывания беременности у которых была угроза жизни или здоровью матери; с маркерами наследственной или хромосомной аномалии у плода; с патологией плаценты (отслойка) и / или пуповины (обвитие, узел).

Все необходимые исследования выполняли в первой половине дня. Регистрацию сердечного ритма плода выполняли при помощи фетального ЭКГ-монитора "Monica AN24" ("Monica Healthcare Ltd", Великобритания) и исследовательского программного комплекса "Monica DK", установленного на персональном компьютере для анализа и хранения "сырых" электрофизиологических данных. Программное обеспечение "Monica DK" через USB интерфейс позволяет извлекать данные "beat to beat", просматривать и анализировать ЧСС плода, а также проводить морфологический анализ его ЭКГ.

Ультразвуковое исследование внутриутробных ДД плода проводили методом трансабдоминальной эхографии при помощи ультразвукового сканера ACUSON SEQUOIA 512 (Англия) с использованием конвексного датчика 3,5 МГц в течение 30 минут. Исследования производились в положении лежа на боку. Перед началом исследования беременной предоставляли десятиминутный отдых для адаптации. При оценке ДД выбирали поперечное положение плода, при котором М-линия проходила через брюшную полость. Для регистрации ДД плода использовали минимальную скорость М-разведки. Необходимым условием качественного применения В-/М-режима являлось состояние относительного покоя плода. В ходе исследования определяли количество, продолжительность эпизодов, частоту и форму дыхательных движений. В зависимости от амплитуды ДД плода (нормальная амплитуда не более 5 мм) и их частоты (нормальная частота ДД – 45–60 в мин) выделяли нормальные и патологические ДД плода.

С ультразвукового сканера данные о ДД плода в М-режиме записывали в базу данных персонального компьютера. При этом одновременно проводили регистрацию ЭКГ плода.

Анализ экспериментальных данных выполняли на базе специализированного программного обеспечения MATLAB® Release 7.0 (MathWorks®, США) и LABVIEW® Release 8.6 (National Instruments®, США), а их статистическую обработку – при помощи пакета прикладных программ STATISTICA® for Windows Release 8.0 (Stat Soft® Inc., США). Средние значения сравнивали с помощью Т-критерия Стьюдента. Нулевую гипотезу отвергали при $p > 0,05$.

Результаты

ДД плода проявляются в виде отдельных эпизодов на фоне периодов физиологического апноэ. Согласно полученным результатам, в

доношенном сроке при физиологически протекающей беременности (1-я группа) доля времени продолжительности всех эпизодов дыхательной активности, зафиксированных за весь период обследования (30 мин), так называемый фетальный дыхательный индекс, составил $53,8 \pm 8,97$ % (колебания от 45 до 71 %). При этом средняя продолжительность одного эпизода дыхательной активности была $40,4 \pm 5,62$ с, а их число колебалось от 4 до 12 (в среднем – $5,21 \pm 3,42$ эпизодов) за 30 мин наблюдения (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика дыхательной активности и параметры СДС у плода в клинических группах ($M \pm m$)

Показатель	Первая группа ($n = 85$)	Вторая группа ($n = 55$)
Фетальный дыхательный индекс, %	$53,8 \pm 8,97$	$31,6 \pm 11,7^*$
Продолжительность одного эпизода ДД, с	$40,4 \pm 5,62$	$26,4 \pm 7,69$
Число эпизодов ДД за 30 минут наблюдения	$5,21 \pm 3,42$	$3,62 \pm 2,41$
Средняя частота ДД по всем эпизодам, мин	$67,8 \pm 15,3$	$51,4 \pm 26,7$
Число всего зарегистрированных эпизодов ДД	425	198
Доля эпизодов с "залпами" высокочастотных ДД, %	16,9 %	61,1 %
Число беременных с феноменом СДС у плода	18 (21,2 %)	34 (61,8 %)
ЧСС плода при СДС, уд./мин	$126,7 \pm 4,48$	$137,4 \pm 5,12^*$
ЧСС плода перед СДС, уд./мин	$123,5 \pm 5,14$	$127,8 \pm 6,25$
ЧСС плода после СДС, уд./мин	$129,3 \pm 4,46$	$143,9 \pm 5,13^*$
Ширина диапазона СДС, уд./мин	$7,1 \pm 2,12$	$16,3 \pm 3,44^*$
Продолжительность СДС, с	$4,6 \pm 1,85$	$9,61 \pm 2,53^*$

Примечание: * – $p < 0,05$, по сравнению с первой группой.

У всех плодов первой группы наблюдали нормальный тип ДД со средней частотой – $67,8 \pm 15,3$ в мин; дыхательный цикл колебался от 0,4 до 1,3 с, и амплитудой – не более 5 мм (рис. 1).

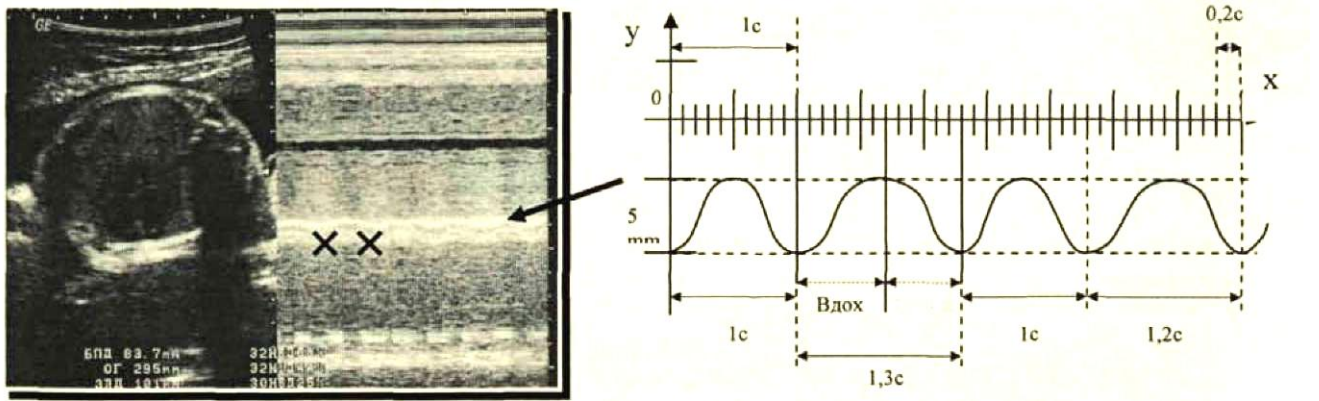


Рисунок 1. Нормальные дыхательные движения плода в сроке гестации 38–40 недель

Следует отметить, что даже при физиологическом течении беременности у одного и того же плода частота ДД значительно изменялась не только от эпизода к эпизоду, но и внутри одного эпизода дыхательной активности. На рисунке 2а представлена гистограмма распределения эпизодов дыхательной активности плода с различными значениями средней частоты ДД в них. Всего у беременных контрольной группы было проанализировано 425 записей эпизодов дыхательной активности. При этом в 72 (16,9 %) из них средняя частота ДД колебалась от 60 до 100 в мин ($85,6 \pm 8,71$ в мин).

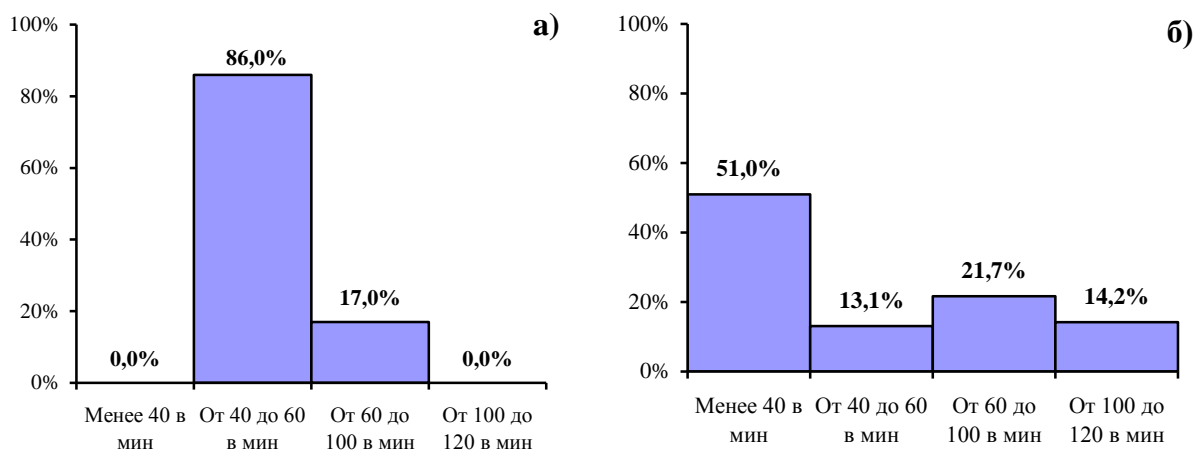


Рисунок 2. Гистограммы распределения всех эпизодов дыхательной активности плода в зависимости от частоты ДД в них:
а) первая группа; б) вторая группа

У беременных с внутриутробной гипоксией (вторая группа) выявили 4 типа ДД плода, из них 3 отнесены к патологическим. Фетальный дыхательный индекс был достоверно снижен ($p < 0,05$) относительно контроля и составил $31,6 \pm 11,7$ % (колебания от 25 до 56 %). У всех беременных второй группы было зарегистрировано 198 записей эпизодов дыхательной активности. Средняя продолжительность одного эпизода дыхательной активности была снижена до $26,4 \pm 7,69$ с, а их число колебалось от 1 до 7 (в среднем – $3,62 \pm 2,41$ эпизодов) за 30 мин наблюдения.

При более детальном изучении патологических ДД плода они были подразделены на следующие типы: высокочастотные ДД – с частотой 100–120 в мин; пролонгированные ДД – с частотой 25–40 в мин; гаспинг – с вариацией частоты ДД плода от 8 до 25 в мин. Анализ гистограммы распределения всех эпизодов дыхательной активности по частоте ДД в них показал, что в 51,0 % случаев средняя частота ДД была менее 40 в мин, в 21,7 % – колебалась в диапазоне 60–100 в мин, а в 14,2 % – свыше 100 в мин (рис. 2б).

Таким образом, при внутриутробной гипоксии плода преобладали крайние варианты дыхательной активности: пролонгированные (с частотой менее 40 в мин) и высокочастотные (с частотой более 100 в мин). При этом средняя частота ДД по всем эпизодам дыхательной активности во второй группе составила $51,4 \pm 26,7$ в мин.

В сердечном ритме плода его дыхательная активность проявлялась в виде дыхательной аритмии. Наиболее показательны эпизоды дыхательной активности плода выявляли с помощью непрерывного вейвлетного преобразования (НВП) вариабельности его сердечного ритма (рис. 3).

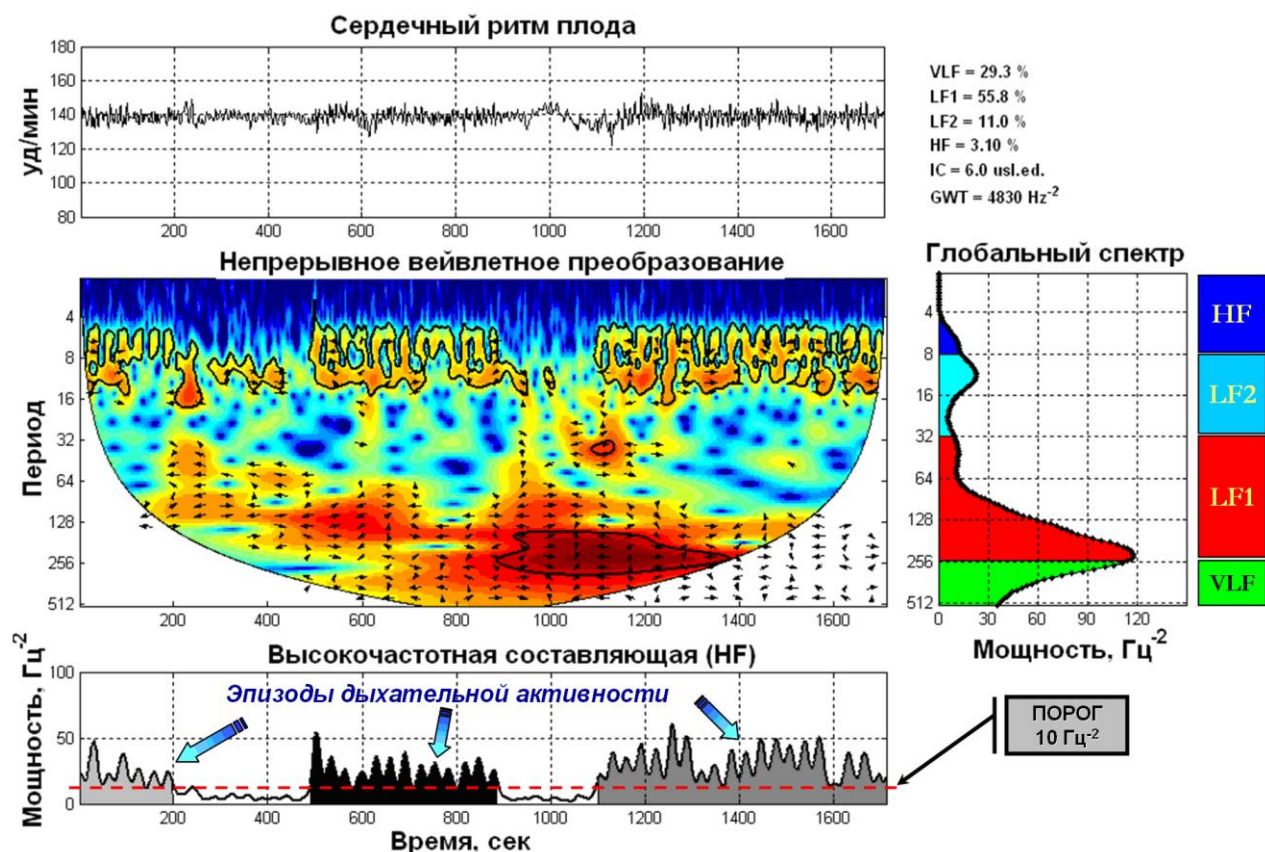


Рисунок 3. Пример регистрации эпизодов дыхательной активности плода с помощью непрерывного вейвлетного преобразования

Как можно видеть на рисунке 3, в области высоких частот (масштабы от 4 до 16), на спектрограмме отчетливо регистрировали колебания, частота которых совпадала с частотой естественного ритма ДД плода. У плодов второй группы, родившихся с аспирационным синдромом – 15 (27,3 %), на спектрограмме НВП визуализировались выраженные эпизоды дыхательной активности.

Интерес представляли высокочастотные ДД, частота ритма которых приближалась к частоте сердцебиения, что создавало условия для спонтанного появления феномена СДС у плода. Общей особенностью высокочастотных ДД было то, что практически в каждой такой записи присутствовали кратковременные "залпы" дыхательной активности, достигающие высокой частоты – до 150 в мин (рис. 4).

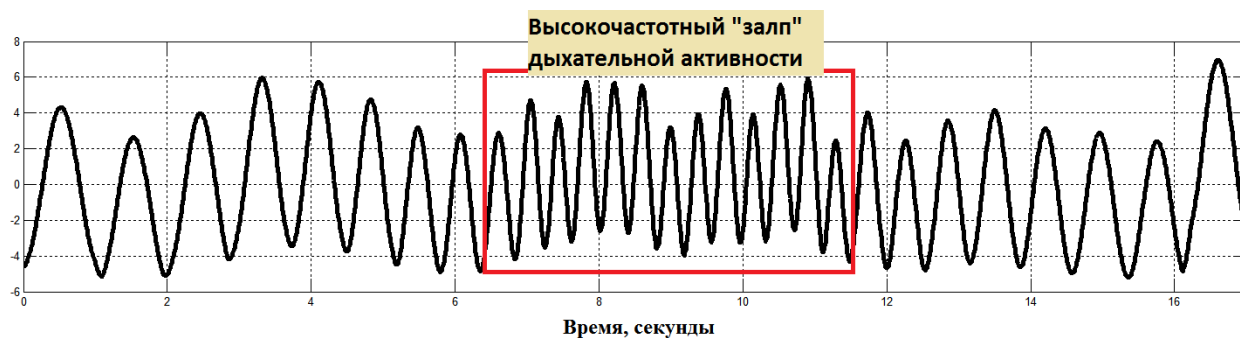


Рисунок 4. Пример эпизода дыхательной активности плода с кратковременным "залпом" высокочастотных ДД (в центре записи)

В пределах одного такого эпизода частота ДД постепенно нарастала до максимальных значений, а затем также постепенно снижалась (на рисунке 4 частота ДД нарастает с 55 до 149 в мин, при этом средняя частота ДД за весь 17-секундный эпизод составила 83,4 в мин).

Регистрация ДД плода с одновременной записью его ЭКГ позволили выявить у 18 (21,2 %) беременных контрольной группы феномен СДС (рис. 5). У этих беременных в момент высокочастотного "залпа" ДД плода на записях отчетливо визуализировались кратковременные периоды полной спонтанной синхронизации ритмов ДД и сердцебиения, продолжительность которых колебалась от 3 до 6 с (в среднем $4,6 \pm 1,85$ с).

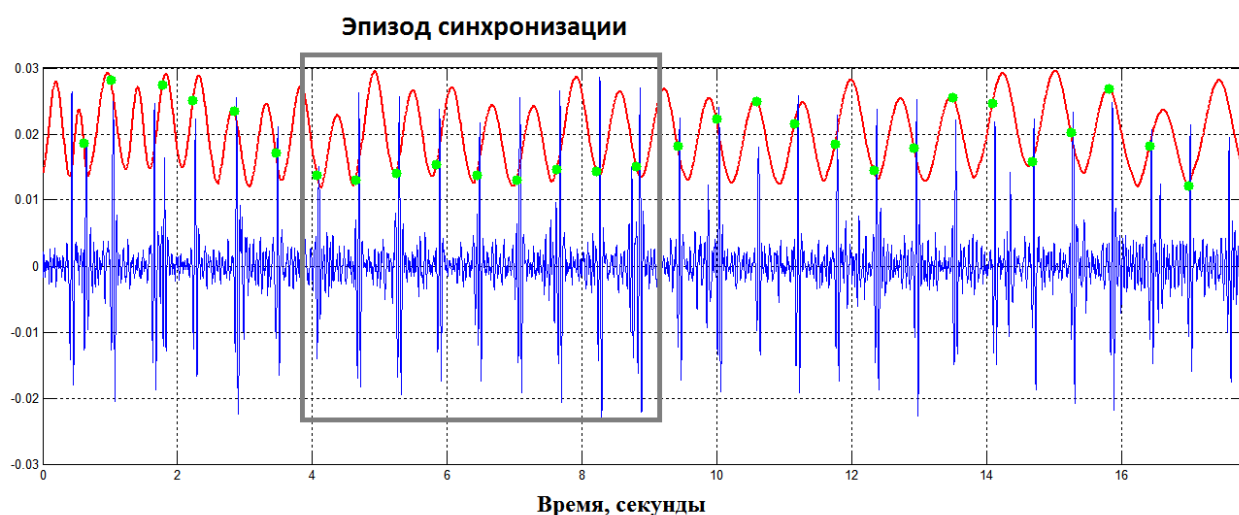


Рисунок 5. Пример кратковременного эпизода синхронизации ритма ДД (верхняя кривая) с частотой сердцебиения (нижняя кривая – ЭКГ плода) у беременных контрольной группы

При сравнении ЧСС плода непосредственно перед началом эпизода СДС и сразу после его окончания достоверных различий не выявили (см. табл. 1). При этом ширина диапазона СДС составила $7,1 \pm 2,12$ с. Частота ритма в эпизодах СДС колебалась от 118 до 131 уд./мин и в среднем по контрольной группе составила $126,7 \pm 4,48$ уд./мин.

В группе беременных с гипоксией плода, как уже отмечалось, "залпы" высокочастотных ДД встречались в значительно большем числе всех эпизодов – на 121 (61,1 %) записи. Это отчасти объясняет тот факт, почему эпизоды спонтанной синхронизации ритмов (феномен СДС) у плодов этой группы наблюдали чаще, а максимальная длительность таких эпизодов достигала 12 с.

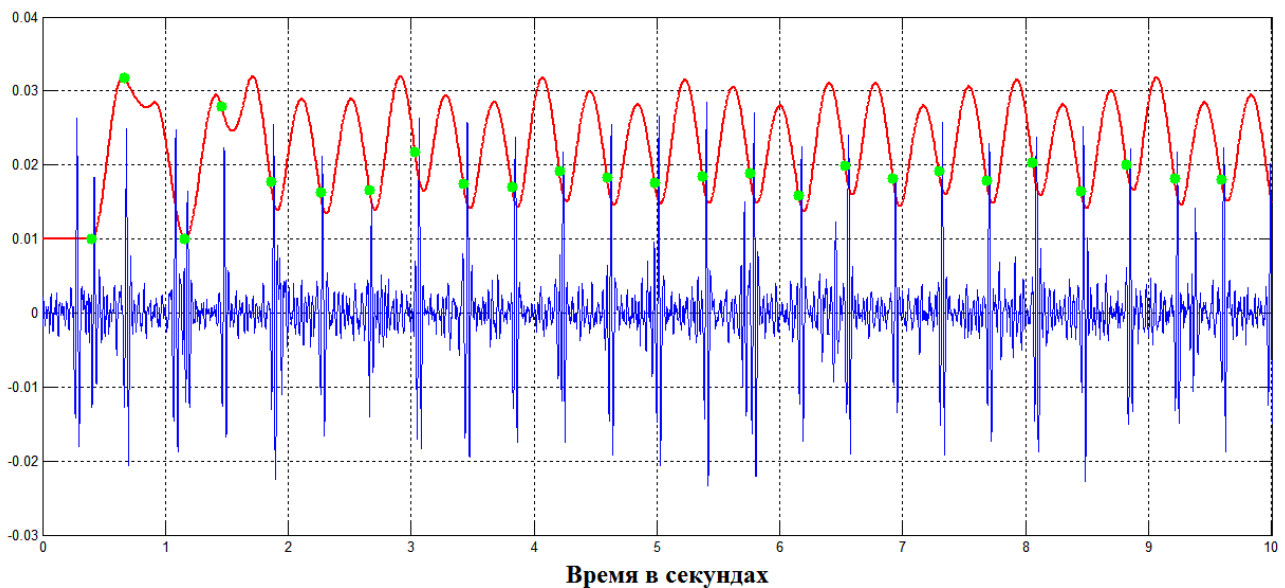


Рисунок 6. Пример пролонгированного эпизода синхронизации ритма ДД (верхняя кривая) с частотой сердцебиения (нижняя кривая – ЭКГ плода) у беременных с внутриутробной гипоксией плода

При гипоксии плода его ЧСС в эпизодах СДС колебалась от 127 до 143 уд./мин, по второй группе, в среднем составляя $137,4 \pm 5,12$ уд./мин, что достоверно выше ($p < 0,05$), чем в контроле (см. табл. 1). Однако в отличие от контрольной группы, при гипоксии плода его ЧСС

непосредственно перед СДС была достоверно ниже ЧСС сразу после десинхронизации ритмов. Благодаря такому различию, ширина диапазона СДС была в 2,3 раза выше, чем в контроле – $16,3 \pm 3,44$ ($p < 0,01$). Продолжительность эпизодов СДС при внутриутробной гипоксии колебалась от 5 до 12 с, и среднее значение достоверно превышало соответствующий показатель в контрольной группе – $9,61 \pm 2,53$ с ($p < 0,05$).

Обсуждение

В настоящее время принято считать, что ДД плода – обязательный компонент его внутриутробного развития. К 37-й неделе беременности они соответствуют параметрам ДД новорожденного. Настоящее исследование подтвердило тот факт, что наличие и характер ДД – чувствительный признак благополучия плода. При нормально прогрессирующей беременности (первая группа) дыхательный индекс превышал 50 %, а средняя частота ДД в эпизодах дыхательной активности колебалась от 40 до 75 в мин. У беременных с гипоксией плода (вторая группа) наблюдали существенное снижение дыхательного индекса на фоне преобладания крайних вариантов дыхательной активности: пролонгированные ДД (с частотой – менее 40 в мин) и высокочастотные ДД (с максимальной частотой – более 100 в мин).

Дыхательная активность плода отчетливо визуализировалась в виде дыхательной аритмии на высокочастотных масштабах спектрограммы ВСР, полученной методами НВП прямой ЭКГ плода. При этом у плодов второй группы, родившихся с аспирационным синдромом (27,3 %), на спектрограмме НВП отчетливо визуализировались выраженные эпизоды дыхательной активности, связанные с более ранним формированием механизмов регуляции дыхательного центра у плода в условиях его хронической гипоксии.

В настоящее время считают, что в основе дыхательной аритмии у взрослых могут лежать три основных механизма [9]: 1) информация с рецепторов растяжения легких передается в дыхательный центр, а затем – в центры блуждающего нерва; 2) гемодинамические факторы, передающиеся в центры блуждающего нерва (венозный возврат к правому предсердию и активность барорецепторов); 3) иррадиация возбуждения из дыхательного в сердечно-сосудистый центр.

В силу особенностей внутриутробного состояния не все из этих механизмов могут иметь одинаковое значение в формировании дыхательной аритмии плода. Маловероятно, чтобы небольшое количество амниотической жидкости (3–5 мл), движущейся по бронхиальному дереву плода при ДД, в условиях нерасправившихся легких вызывало такое же их растяжение, как при дыхании воздухом после рождения.

Гемодинамическое действие ДД плода на сердечный ритм также маловероятно, поскольку величина отрицательного внутригрудного давления у плодов мала и, следовательно, не может существенно увеличивать венозный возврат во время ДД. Незначительное количество крови, поступающей в легкие, и наличие шунта кровотока справа налево исключают участие в формировании дыхательной аритмии импульсации от сосудов легких и легочной артерии.

Третий механизм возникновения дыхательной аритмии, мысль о котором впервые была высказана Траубе в 1865 году (иррадиация импульсов возбуждения из дыхательного центра в центры блуждающего нерва), является, по-видимому, единственным наиболее вероятным для плода.

Таким образом, наличие дыхательной аритмии в условиях ДД плода может непосредственно отражать состояние и степень активности дыхательного центра мозга плода и служить достаточно чувствительным признаком его благополучия. Кроме того, существуют данные о том, что

ДД способствуют улучшению кровообращения в организме плода, так как сопровождаются повышением артериального давления, учащением пульса и скорости пуповинного кровотока [15, 16].

Другой важной особенностью выявленной в ходе анализа характера записей дыхательной активности плода стало то, что на протяжении некоторых ее эпизодов наблюдали кратковременные "залпы" ДД, достигающие очень высокой частоты (до 150 в мин). Они представляли большой интерес, так как их частота приближалась к ЧСС плода, что создавало условия для спонтанного появления феномена СДС у плода. Так, эпизоды дыхательной активности, сопровождающиеся появлением феномена СДС у плода, были выявлены у 21,2 % женщин с физиологически протекающей беременностью и у 61,8 % – с гипоксией плода. Основными различиями в характере проявления феномена СДС у плода в обследованных группах было то, что при внутриутробной гипоксии его продолжительность, ширина диапазона и частота синхронизации достоверно превышали контрольные значения.

При анализе возможных механизмов феномена СДС у плода следуют учитывать тот факт, что в биологическом мире все процессы протекают в определенном ритме, причем они имеют тенденцию к синхронизации друг с другом, уровень которой может варьировать то разной степени кратности в соотношениях фаз до полного совпадения ритмов по частоте и фазе. При этом в теории строго доказывается далеко нетривиальный вывод о том, что в связанных колебательных системах, в том числе и биологического происхождения, возможно установление синхронизации даже в условиях сколь угодно малой "силы взаимодействия" между ними. Тесная "колебательная" взаимосвязь дыхательного и сердечно-сосудистого центров может являться основой для разной степени выраженности кардио-респираторной синхронизации.

Обобщение результатов исследований позволяет утверждать, что в

функциональной организации экстракардиальных влияний на ритм сердца плода, которые формируются в конце антенатального развития, особое значение имеет механизм центральной генерации ритма. Его проявление в доношенных сроках гестации опосредовано дыхательной активностью плода через влияния со стороны вагуса и наглядно продемонстрировано в виде феномена СДС у плода. Полученные данные показывают, что феномен СДС у плода имеет не только большое теоретическое значение, как яркий пример подтверждения концепции центральной генерации ритма сердца, но и важную прикладную роль в акушерской практике для дифференциальной диагностики степени тяжести гипоксии плода.

Список литературы

1. *Покровский В.М., Шейх-Заде Ю.Р.* Точно регулируемое снижение частоты сердечных сокращений при раздражении блуждающего нерва // Физиолог. журнал СССР. – 1980. – Т. 12, № 5. – С. 721–725.
2. *Покровский В.М.* Концепция формирования ритма сердца в центральной нервной системе (концепция центрального ритмогенеза) // Кубанский научный медицинский вестник. – 2000. – № 2 (50). – С. 20–24.
3. *Покровский В.М., Абушкевич В.Г., Борисова И.И.* Сердечно-дыхательный синхронизм у человека // Кубанский научный медицинский вестник. – 2000. – № 2 (50). – С. 42–47.
4. *Akselrod B.* Components of heart rate variability: Basic studies. In: Malic M. and Camm A.J., Heart Rate Variability, Armonlc NY: Futura Publishing Cjmpany, Inc. – 1995. – P. 147–163.
5. *Malliani A., Montano N., Pagani M.* Physiological background of heart rate variability // Cardiac Electrophysiology Review. 1997; 3:345–348.
6. *Pokrovskii V.M.* Integration of the heart rhythmogenesis levels: heart rhythm generation in the brain // Journal of integrative Neuroscience. – 2005. – Vol, No 2. – P. 161–168.
7. *Покровский В.М.* Сердечно-дыхательный синхронизм в оценке регуляторно-адаптивных возможностей организма. – Краснодар, 2010. – 244 с.
8. *Crossley D., Altimiras J.* Ontogeny of cholinergic and adrenergic cardiovascular regulation in the domestic chicken // Am J Physiol. Regulatory Integrative Comp. Physiol. 279: R1091–R1098, 2000.
9. *Цывьян П.Б., Чащин Г.В., Семаков В.В., Филимонов В.Г.* Значение дыхательной аритмии в структуре сердечного ритма плода для оценки его состояния // Акуш. и гин. – 1986. – № 3. – С. 13–15.
10. *Пронина Г.М., Изаков В.Я., Чащин Г.В., Червякова А.П.* Диагностическое значение периодических составляющих сердечного ритма плода в процессе развития беременности // Вопросы охраны материнства и детства. – 1977. – № 8. – С. 27–31.
11. *Воскресенский С.Л.* Оценка состояния плода. Кардиотокография. Допплерометрия. Биофизический профиль: Учеб. пособие. – М.: Книжный дом, 2004. – 304 с.
12. *Демидов В.Н., Сигизбаева И.К., Огай О.Ю. и др.* Автоматизированная антенатальная и интранатальная кардиотокография // Здравоохранение и медицинская техника. – 2005. – № 9. – С. 52–53.
13. *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.
14. *Башмакова Н.В., Цывьян П.Б., Ковалев В.В., Шаманская Е.Ф., Паначева Н.М., Тарасова Н.В.* Опыт неинвазивной регистрации электрокардиограммы плода с суправентрикулярной тахикардией (клиническое наблюдение) // Российский вестник акушера-гинеколога. – 2010. – № 5. – С. 40–42.
15. *Рымашевский Н.В.* Дыхательные движения плода (обзор литературы) // Вопросы охраны материнства и детства. – 1982. – № 3. – С. 59–62.
16. *Курманавичюс Ю.Ю., Венцаускас А.В., Алишаускас И.П.* Диагностика внутриутробного страдания плода путем оценки его дыхательной и двигательной активности. // Акуш. и гин. – 1984. – № 6. – С. 42–44.