

Принцип морфофункциональной симметрии-асимметрии в формировании сократительной активности матки при физиологической и осложненной беременности

Т.Л. Боташева¹✉, И.М. Котиева¹, А.К. Григорян^{2,3}, Р.А. Кудрин², С.В. Клаучек²,
Л.В. Каушанская¹, Е.В. Железнякова¹, О.П. Заводнов¹

¹ Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на Дону, Россия

² Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия

³ Городская больница № 4, Ростов-на Дону, Россия

Аннотация. Функциональная парность матки обуславливает формирование локализованных и генерализованных форм маточной активности, изучение которых позволяет выявить контрактильные предикторы преждевременных родов. В норме маточные сокращения впервые возникают во II–III триместрах беременности и направлены на обеспечение оптимального уровня кровотока и трансплацентарного обмена в маточно-плацентарном комплексе в рамках маточно-плацентарной «помпы». Необходим поиск тех форм маточных сокращений, которые сопровождают преждевременную родовую деятельность. Поскольку маточные сокращения инициируются преимущественно на субплацентарном участке миометрия, модулирующая роль в этом процессе принадлежит области расположения плаценты. Цель. Выявление особенностей контракций в правых и левых отделах матки при физиологической и осложненной беременности в зависимости от области преимущественного расположения плаценты. Материалы и методы. Обследовано 149 женщин с неосложненным течением беременности и 126 – с преждевременными родами. Особенности сократительной активности матки выявляли с помощью механогистерографии в течение 40 минут с симметричных участков левых и правых отделов передней брюшной стенки на уровне пупочного кольца. Результаты. Установлено, что для физиологического течения гестации характерны асимметричные (право- и левосторонняя) формы маточных сокращений, независимо от расположения плаценты. Правые отделы матки в норме более функционально активны по сравнению с левыми. Выводы. Для неосложненного течения беременности наиболее характерны односторонние сокращения, которые способствуют поддержанию постоянного интраамниального давления и сохранности нижнего сегмента и шейки матки, так как по физиологическому механизму они являются изотоническими. У женщин с преждевременными родами преобладают симметричная двусторонняя сократительная активность матки, являющаяся изометрической и приводящая к повышению внутриамниального давления, динамике со стороны шейки матки и преждевременному плодизгнанию.

Ключевые слова: морфофункциональные асимметрии женской репродуктивной системы, сократительная активность миометрия, правые и левые отделы матки, физиологическая беременность, преждевременные роды

ORIGINAL RESEARCHES

Original article

doi: <https://doi.org/10.19163/1994-9480-2024-21-4-117-124>

The principle of morpho-functional symmetry-asymmetry in the formation of contractile activity of the uterus during physiological and complicated pregnancy

T.L. Botasheva¹✉, I.M. Kotieva¹, A.K. Grigoryan^{2,3}, R.A. Kudrin², S.V. Klaucek²,
L.V. Kaushanskaya¹, E.V. Zheleznyakova¹, O.P. Zavodnov¹

¹ Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

² Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

³ City Hospital No. 4, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. The functional pairing of the uterus determines the formation of localized and generalized forms of uterine activity, the study of which makes it possible to identify contractile predictors of preterm birth. Normally, uterine contractions first occur in the II–III trimesters of pregnancy and their aim is to ensure an optimal level of blood flow and transplacental exchange in the uteroplacental complex within the framework of the uteroplacental “pump”. It is of value importance to search those forms of uterine contractions that accompany preterm labor. Since uterine contractions are initiated predominantly in the subplacental area of the myometrium, the modulating role in this process belongs to the area where the placenta is located. Aim: The identification of the characteristics of contractions in the right and left parts of the uterus in physiological and complicated pregnancy, depending on the area of predominant

© Боташева Т.Л., Котиева И.М., Григорян А.К., Кудрин Р.А., Клаучек С.В., Каушанская Л.В.,
Железнякова Е.В., Заводнов О.П., 2024

© Botasheva T.L., Kotieva I.M., Grigoryan A.K., Kudrin R.A., Klaucek S.V., Kaushanskaya L.V.,
Zheleznyakova E.V., Zavodnov O.P., 2024

location of the placenta. Materials and methods: 149 women with uncomplicated pregnancy and 126 with premature birth were examined. Features of contractile activity of the uterus were revealed using mechanohysterography for 40 minutes from symmetrical sections of the left and right sections of the anterior abdominal wall at the level of the umbilical ring. Results: It has been established that the physiological course of gestation is characterized by asymmetrical (right- and left-sided) forms of uterine contractions, regardless of the location of the placenta. The right parts of the uterus are normally more functionally active compared to the left. Conclusion: For uncomplicated pregnancy, unilateral contractions are most common, which help to maintain constant intra-amniotic pressure and preserve the lower uterine segment and cervix, because according to the physiological mechanism, they are isotonic. Women with preterm birth have symmetrical bilateral contractile uterine activity, which is isometric, leading to increased intra-amniotic pressure, cervical shortening and ripening and preterm birth.

Keywords: morpho-functional asymmetries of the female reproductive system, contractile activity of the myometrium, right and left parts of the uterus, physiological pregnancy, preterm birth

Исследования последних лет свидетельствуют о том, что в процессе изучения сократительной активности матки (САКМ) необходимо учитывать особенности органогенеза матки и парных ее придатков в процессе внутриутробного развития, которое реализуется из двух парамезонефротических протоков [1, 2, 3, 4]. Благодаря возможностям ультразвукового исследования установлено, что формирование субплацентарной миометриальной площадки после имплантации всегда асимметрично относительно срединной линии и поглощает зону миометрия в области будущего расположения плаценты [5, 6, 7, 8]. Пространственная представленность маточных контракций в беременной матке до разворачивания родовой деятельности остается предметом многочисленных научных споров, поскольку одновременная многоканальная долговременная ее регистрация затруднена (по этическим соображениям) [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Кроме того, становлению окончательного представления о механизмах формирования САКМ мешает невозможность прямого доступа к объекту исследования, а также отсутствие равенства между параметрами внутриамниального давления и мощности САКМ [13, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Большинство современных научных исследований САКМ посвящены их изучению в предродовом периоде и родах [21, 22]. Остается открытым вопрос о механизмах запуска маточной активности и локализации так называемого «водителя ритма». По этому поводу в научной литературе имеется две точки зрения: первая – «водитель ритма» САКМ локализуется в области правого трубного угла» и вторая – «отсутствие определенной локализации «водителя ритма» [13, 17, 19, 23, 24, 25].

Кроме того, отсутствует единое мнение в отношении САКМ в различные сроки гестационного периода. Лишь по поводу III триместра исследователи единодушны во взглядах на усиление САКМ как функциональный элемент маточно-плацентарной «помпы», способствующей перемещению крови в котиледоны плаценты и поддерживающей оптимальный уровень трансплацентарного обмена и газообмена [4, 26, 27, 28]. Поэтому большинство локальных маточных сокращений возникает на субплацентарном участке миометрия и связано с локализацией плаценты (правосторонней, левосторонней и амбилатеральной) [16]. Известно, что для САКМ беременной матки характерны два типа

контракций – изометрические (ИМС) и изотонические сокращения (ИТС) [16, 20]. ИМС способствуют повышению внутриамниального давления и являются одним из главных элементов плодозгнания. ИТС не сопровождаются повышением внутриамниального давления [2, 3, 4, 17]. Для II триместра беременности при значительном увеличении размеров матки и росте плода и плаценты характерны локальные не связанные между собой сокращения, которые способствуют поддержанию перфузионного давления в миометриальной зоне. В то же время к моменту наступления родов регистрируется синхронизация САКМ, которая приобретает тип ИМС. Этот механизм способствует подготовке нижнего сегмента и шейки матки к родам.

С учетом данных о существовании анатомо-функциональной парности миометрия правых и левых отделов матки в случае первой беременности (сохранена белая линия матки, по которой отсутствует сосудистая система) [4, 5, 9, 10, 16, 29] очевидна неравнозначность функциональной выраженности САКМ в правых и левых отделах матки в норме и при осложненной беременности [18, 21, 22, 24, 25, 29, 30]. С клинических позиций в настоящее время можно признать окончательно не решенным вопрос о патогенезе преждевременной родовой деятельности. Остается окончательно не решенным также вопрос о роли САКМ патогенезе преждевременных родов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Выявление особенностей контракций в правых и левых отделах матки при физиологической и осложненной беременности в зависимости от области преимущественного расположения плаценты.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения характера САКМ из выборки 1 057 беременных женщин в сроки 28–36 недель (III триместр) путем рандомизации с использованием программного пакета Microsoft Excel 2010 (функция «Случайно») были отобраны 275 пациенток; 149 из них – с неосложненным течением беременности (НБ), вошедших в I группу, и 126 – с преждевременными родами (ПР). В каждой группе в зависимости от локализации плаценты были выделены подгруппы: правостороннее (ПРП), амбилатеральное (АРП)

и левостороннее (ЛРП) расположение плаценты. В I группу вошли 52 женщины с ПРП, 48 – с АРП и 49 – с ЛРП. Во II группу вошли 45 беременных с ПРП, 41 – с АРП и 40 – с ЛРП.

Критериями включения в I группу явились: первая одноплодная спонтанная беременность; отсутствие акушерских осложнений по итогам клинических, гормональных, биохимических, ультразвуковых и доплерометрических исследований.

Критериями включения во II группу явились: первая одноплодная беременность; жалобы на нерегулярные схваткообразные боли внизу живота; укорочение шейки матки по УЗИ до 2,0–2,5 см; отсутствие динамики со стороны наружного и внутреннего зева; целостность плодного пузыря при ультразвуковом исследовании.

К критериям исключения отнесены: угроза преждевременных родов инфекционной этиологии; привычное невынашивание беременности; хромосомные aberrации и врожденные аномалии развития плода; беременности, наступившие в результате программ вспомогательных репродуктивных технологий; врожденные пороки развития у женщин, в том числе мочеполовой системы; декомпенсация экстрагенитальных заболеваний и эндокринопатий; нежелание женщин участвовать в исследовании.

Текст информированного согласия и протокол исследования соответствовали биоэтическим принципам, предъявляемым Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki, 1964 г., дополнения – 1975, 1983, 1989, 2000 гг.).

Особенности САкМ выявляли при помощи механогистерографии, являющейся частью метода наружной кардиотокографии (кардиотокограф «Сономед-200», Россия, ТУ № 9442-042-31322051-2006). Процесс регистрации контракций в правых и левых отделах матки осуществляли в течение 40 минут с симметричных участков левых и правых отделов передней брюшной стенки на уровне пупочного кольца при помощи механогистерографических датчиков двух кардиотокографов. Кодифицировались четыре варианта САкМ: «правосторонние САкМ», «левосторонние САкМ», «двусторонние САкМ» и «отсутствие САкМ». Область преимущественного расположения плаценты – плацентарную латерализацию (ПЛ) – определяли при помощи ультразвукового исследования «VOLUSON E8 EXPERT» (Австрия) (удостоверение о прохождении процедуры регистрации ФС № 2008/02741). Кодифицировалось правостороннее (ПРП), левостороннее (ЛРП) и амбилатеральное расположение плаценты (АРП).

Сравнение пропорций и определение статистической значимости частоты события велись с использованием пакетов прикладных программ Statistica (версия

10.01, StatSoft, США), Excel (версия 2010, Microsoft, США), SPSS (версия 24.0, IBM, США) и MedCalc (версия 19.5.6, MedCalc Software Ltd, Бельгия).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ характера САкМ у женщин с НБ без учета градации «расположение плаценты» свидетельствовал о преобладании локализованных контракций, что указывало на функциональное неравенство правых и левых отделов матки. Правосторонняя САкМ была зарегистрирована у 78,3 % беременных.

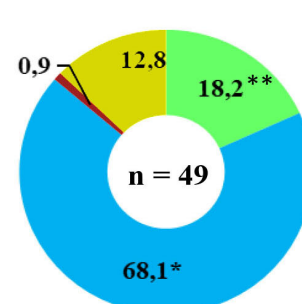
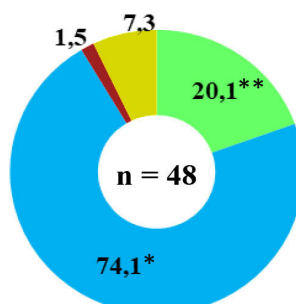
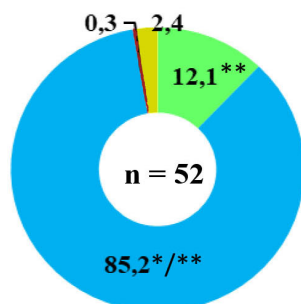
С учетом стороны преимущественного расположения плаценты относительно срединной линии матки, выявленной в процессе двумерного ультразвукового исследования, установлено, что во всех плацентарных подгруппах преобладала правосторонняя САкМ. Однако число женщин с этой формой маточной активности было наибольшим среди беременных с ПРП, то есть субплацентарным ($p = 0,0459$ и $p = 0,0316$ соответственно), (рис. (I)).

У женщин с ПР преобладала функциональная активность как правых, так и левых отделов матки. Об этом свидетельствовали двусторонние формы САкМ, которые регистрировались в правых и левых отделах матки одновременно у 72,5 % женщин независимо от фактора «расположения плаценты».

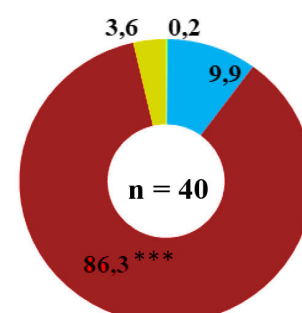
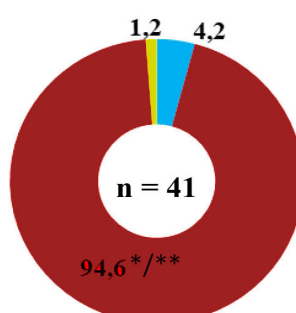
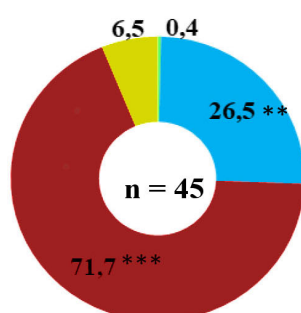
У беременных с АРП по сравнению с другими плацентарными подгруппами также преобладала правосторонняя САкМ. Однако доля односторонней САкМ в этой подгруппе была существенно меньше. Такое распределение данных, по-видимому, связано с тем, что АРП само по себе опосредует процессы функциональной симметрии в матке за счет анатомического расположения плаценты одновременно в правых и левых ее отделах. Поэтому значительно повышается вероятность возникновения симметричных САкМ в таких условиях.

На следующем этапе исследования осуществляли проведение клинических параллелей между формами маточных контракций и состоянием шейки матки, которые напрямую опосредуют процессы вынашивания или невынашивания беременности. В процессе сопоставления характера САкМ и состояния шейки матки по результатам ультразвукового исследования и ее осмотра в зеркалах в процессе клинического акушерского обследования было установлено, что при изолированной односторонней (право- и левосторонней) САкМ у подавляющего числа женщин с физиологическим течением беременности в 94,3 % случаев отмечалась состоятельность нижнего сегмента и шейки матки ($p = 0,023$). Напротив, у женщин с преждевременными родами и генерализованной двусторонней формой САкМ в 76,5 % выявляли укорочение шейки матки и дилатацию цервикального канала, то есть клиническими признаками ПР ($p = 0,047$).

Неосложнённое течение беременности (I) $n = 149$



Преждевременные роды (II) $n = 126$



Правостороннее **Амбilateralное** **Левостороннее**
расположение плаценты **расположение плаценты** **расположение плаценты**
■ К₀ – отсутствие контракций ■ К_п – контракции правосторонние ■ К₂ – контракции двусторонние ■ К_л – контракции левосторонние

* Статистическая значимость отличий частоты обнаружения одноимённых форм маточных контракций в различных плацентарных подгруппах ($p < 0,05$);

** статистическая значимость отличий частоты обнаружения различных форм маточных контракций в одной плацентарной подгруппе ($p < 0,05$);

*** статистическая значимость отличий одноимённых форм маточных контракций в одноимённых плацентарных подгруппах в зависимости от характера течения беременности ($p < 0,05$).

Рис. Различные формы сократительной активности правых и левых отделов матки у женщин с неосложнённым течением беременности (I) и преждевременными родами (II) (%)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функциональная парность матки, наиболее выраженная при первой беременности, опосредует формирование правосторонних, левосторонних и двусторонних форм маточной активности, как при физиологической, так и осложненной гестации. Для неосложненного течения беременности наиболее характерна функциональная асимметрия в миометрии правых и левых отделов матки, выражающаяся в преобладании локальных односторонних (преимущественно правосторонних контракций), участвующих в деятельности маточно-плацентарной «помпы». Их функциональная целесообразность обусловлена необходимостью поддержания оптимума транспла-

центарного обмена между материнским и плодовым организмами. Локальные формы САкМ являются изотоническими и не способны изменять параметры интраамниального давления, состояние нижнего сегмента и шейки матки.

У женщин с преждевременными родами преобладает функциональная симметрия в миометрии правых и левых отделов матки, выражающаяся в генерализованной двусторонней САкМ, являющейся изометрической, которая может сопровождаться повышением внутриамниального давления и динамикой со стороны шейки матки, характерной для ПР.

Правоориентированность функциональных процессов в матке при физиологической беременности

объясняется преобладанием овуляций именно в доминантном правом яичнике, которые предшествуют гестационным процессам, затем преобладанием правоориентированных имплантаций и последующим преобладанием ПРП у большинства беременных в популяции (Радзинский В. Е., Боташева Т. Л., 2020).

Выводы. 1. Для физиологического течения гестации характерны асимметричные (право- и левосторонняя) формы сократительной активности матки. При этом наиболее высокий титр правосторонних контракций был в подгруппе с ипсилатеральной (одноименной по отношению к маточным сокращениям) праворасположенной плаценте.

2. Среди асимметричных односторонних форм сократительной активности матки у женщин с неосложненным течением беременности во всех плацентарных подгруппах подавляющее большинство (87,4 %) составляют правосторонние формы маточных контракций.

3. У беременных с преждевременными родами преобладает двусторонняя симметричная форма сократительной активности матки, наибольший уровень которой (75,2 %) обнаружен у женщин с амби-плацентой.

4. По результатам ультразвукового и клинического сопоставления состояния шейки матки с различными формами маточной активности установлено, что односторонние формы сократительной активности матки не сопровождаются динамикой со стороны нижнего сегмента и шейки матки, тогда как двусторонние САКМ способствуют повышению внутриамниального давления, укорочению шейки матки, дилатации цервикального канала и разрыванию преждевременной родовой деятельности.

5. Беременные с двусторонней сократительной активности матки могут быть отнесены к группе риска по развитию преждевременных родов. Наибольшая вероятность возникновения такой формы САКМ имеется у беременных с амбилатеральным (симметричным) расположением плаценты.

6. Обнаруженные односторонняя и двусторонняя формы сократительной активности матки определяют необходимость пересмотра методики регистрации маточных контракций (область установки механогистерографического датчика) с обязательной регистрацией контракций в правых и левых отделах матки в процессе кардиотокографического исследования.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Орлов Р.С. Основы современной электрофизиологии миометрия. *Акушерство и гинекология*. 1969;1:3–10.
2. Савельева Г.М. Акушерство: национальное руководство. Под ред. Г.М. Савельевой, Г.Т. Сухих, В.Н. Серова, В.Е. Радзинского. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 1088 с.
3. Айламазян Э.К., Тарасова М.А., Баранов В.С. и др. Акушерство: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. 768 с.

4. Стрижаков А.Н., Игнатко И.В., Давыдов А.И. Акушерство: учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. 1072 с.

5. Порошенко А.Б., Орлов В.И., Кураев Г.А. Значение гестационной межполушарной асимметрии для диагностики состояния функциональной системы «мать-плод». *Научно-технический прогресс и здоровье человека*. 1987;230–231.

6. Брагина И.И., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. М.: Медицина, 1988. 288 с.

7. Черноситов А.В., Орлов В.И., Васильева В.В. Функциональная межполушарная асимметрия как объект репродуктивного системогенеза. *Руководство по функциональной межполушарной асимметрии*. М.: Научный мир, 2009. С. 145–163.

8. Хохлова Е.А., Крючкова Е.Д., Лебедев И.А. и др. Функциональная асимметрия головного мозга и её взаимосвязь с хронотипом человека. *Уральский медицинский журнал*. 2020;10(193):96–100. doi: 10.25694/URMJ.2020.10.19.

9. Жулина М.В., Грицева Т.И. Сравнительный анализ ктг-критериев в оценке состояния плода. *Научный медицинский вестник Югры*. 2019;2(20):196–197. doi: 10.25017/2306-1367-2019-19-2-196-197. URL: https://hmgma.ru/upload/vestneyk_KHMGMA_2_20_2019.pdf.

10. Приходько А.М., Романов А.Ю., Тысячный О.В. и др. Современные принципы кардиотокографии в родах. *Медицинский совет*. 2020;(3):90–97. doi: 10.21518/2079-701X2020-3-90-97.

11. Черепенко О.В., Мартыненко П.Г., Воеводин С.М., Кузин В.Ф. Возможности использования отечественного малогабаритного фетального анализатора АДМПИ-02 в условиях различных учреждений акушерской помощи. *Акушерство и гинекология*. 2021;10;153–157. doi: 10.18565/aig.2021.10.153-157.

12. Алтунина А.И., Черных А.Д. Оценка состояния плода методом автоматизированной КТГ по критериям DAWES/REDMAN. *Молодёжный инновационный вестник*. 2023;12(S2):6–7. URL: <https://new.vestnik-surgery.com/index.php/2415-7805/article/view/8040>.

13. Истомина Н.Г., Баранов А.Н., Долидзе М.Ю. Кардиотокография плода в родах. *Акушерство и гинекология*. 2023;6:24–28. doi: 10.18565/aig.2023.21.

14. Marques J.A.L., Cortez P.C., Madeiro J.P.V. Nonlinear characterization and complexity analysis of cardiotocographic examinations using entropy measures. *Journal of Supercomputing*. 2020;76(2):1305–1320.

15. Ramanujam E., Chandrakumar T., Nandhana K., Laaxmi N.T. Prediction of fetal distress using linear and nonlinear features of CTG signals. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;1108;40–47.

16. Радзинский В.Е., Боташева Т.Л., Папышева О.В. и др. Ожирение. Диабет. Беременность. Версии и контраверсии. Клинические практики. Перспективы. М.: ГЭОТАР-Медиа. 2020. 528 с.

17. Манухин И.Б., Антимонаева Я.В., Кузнецов М.И. Методы прогнозирования дистресса плода в родах. *Пренатальная диагностика*. 2017;16(1):10–14.

18. Боташева Т.Л., Лебеденко Е.Ю., Михельсон А.Ф. и др. Световая депривация в коррекции функционального

состояния системы «мать-плацента-плод» при угрозе преждевременных родов. *Архив акушерства и гинекологии им. В.Ф.Снегирева*. 2020;7(2):89–96.

19. Циркин В.И., Трухина С.И., Трухин А.Н. О возможном участии вазопрессина в регуляции сократительной деятельности матки человека и животных (обзор). *Журнал медико-биологических исследований*. 2019;7(1):106–117. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.106.

20. Петрухин В.А., Новикова С.В., Кузин В.Ф. Кардиотокография – метод оценки функционального состояния плода во время беременности и в родах: учебное пособие. М.: МЕДпресс-информ. 2020. 80 с.

21. Мудров В.А. Аномалии родовой деятельности как медицинская и социальная проблема. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2021;70(5):117–130. doi: 10.17816/JOWD78295.

22. Мудров В.А. Современные представления о механизмах инициации и регуляции родовой деятельности. *Журнал акушерства и женских болезней*. 2022;71(2):87–100. doi: 10.17816/JOWD95669.

23. Ходжаева З.С., Горина К.А. Антенатальная профилактика респираторного дистресс-синдрома плода: взгляд в будущее. *Акушерство и гинекология*. 2019;5:12–18. doi: 10.18565/aig.2019.5.12-18.

24. Чуканова А.Н., Башмакова Н.В., Цывьян П.Б. Электрокардиография плода как оптимальный способ оценки его состояния. *Российский вестник акушера-гинеколога*. 2018;18(1):77–81. doi: 10.17116/rosakush201818177-81.

25. LeFevre N.M., Krumm E., Cobb W.J. Labor dystocia in nulliparous women. *American Family Physician*. 2021;103(2):90–96.

26. Бологов М.А., Пенжоян Г.А. Влияние стресса на развитие аномалий родовой деятельности. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2018;25(1):46–53. doi: 10.25207/1608-6228-2018-25-1-46-53.

27. Зарубина Е.Н., Бакланов С.Ю., Зыкова А.С. и др. Нормализация дискоординированной родовой деятельности. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2018;4:107–109.

28. Ajah L.O., Ibekwe P.Ch., Onu F.A. et al. Evaluation of Clinical Diagnosis of Fetal Distress and Perinatal Outcome in a Low Resource Nigerian Setting. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016;10(4):8–11. doi: 10.7860/JCDR/2016/17274.7687.

29. Ramanujam E., Chandrakumar T., Nandhana K., Laaxmi N.T. Prediction of fetal distress using linear and non-linear features of CTG signals. *Computational Vision and Bio-Inspired Computing: ICCVIBIC*. 2019:40–47.

30. Коровин А.Е., Новицкий А.А., Макаров Д.А. Острый респираторный дистресс-синдром. Современное состояние проблемы. *Клиническая патофизиология*. 2018;24(2):32–41.

REFERENCES

1. Orlov R.S. Fundamentals of modern electrophysiology of myometrium. *Akusherstvo i ginekologiya*. 1969;1:3–10. (In Russ.).

2. Savelieva G.M. Obstetrics: national guidelines. Edited by G.M. Savelyeva, G.T. Sukhoi, V.N. Serov, V.E. Radzinsky. Moscow; GEOTAR-Media, 2018. 1088 p. (In Russ.).

3. Aylamazyan E.K., Tarasova M.A., Baranov V.S. et al. Obstetrics: textbook. Moscow; GEOTAR-Media, 2019. 768 p. (In Russ.).

4. Strizhakov A.N., Ignatko I.V., Davydov A.I. Obstetrics: textbook. Moscow; GEOTAR-Media, 2020. 1072 p. (In Russ.).

5. Poroshenko A.B., Orlov V.I., Kuraev G.A. The significance of gestational hemispheric asymmetry for the diagnosis of the state of the functional system “mother-fetus”. *Nauchno-tehnicheskij progress i zdorov’e cheloveka. Poltava*. 1987:230–231. (In Russ.).

6. Bragina I.I., Dobrokhotova T.A. Functional asymmetries of a person. Moscow; Medicina, 1988. 288 p. (In Russ.).

7. Chernositov A.V., Orlov V.I., Vasilieva V.V. Functional interhemispheric asymmetry as the object of the reproductive system Genesis. *Rukovodstvo po funktsional’noi mezhpolutsharnoi asimmetrii = A manual on functional interhemispheric asymmetry*. Moscow; Nauchny mir; 2009:145–163. (In Russ.).

8. Khokhlova E.A., Kryuchkova E.D., Lebedev I.A. et al. Functional asymmetry of the brain and its relationship with the human chronotype. *Ural’skij medicinskij zhurnal = Ural Medical Journal*. 2020;10(193):96–100. (In Russ.) doi: 10.25694/URMJ.2020.10.19.

9. Zhulina M.V., Grineva T.I. Comparative analysis of ctg criteria in the assessment of the condition of the fruit. *Nauchnyi meditsinskii vestnik Yugry = The scientific and practical journal of medicine*. 2019;2(20):196–197. (In Russ.) doi: 10.25017/2306-1367-2019-19-2-196-197. URL: https://hmgma.ru/upload/vestneyk_KHMGMA_2_20_2019.pdf.

10. Prikhodko A.M., Romanov A.Yu., Thousandth O.V. et al. Modern principles of cardiotocography in childbirth. *Meditsinskiy sovet = Medical Council*. 2020;(3):90–97. (In Russ.) doi: 10.21518/2079-701X2020-3-90-97.

11. Cherepenko O.V., Martynenko P.G., Voevodin S.M., Kuzin V.F. The possibilities of using the domestic small-sized fetal analyzer ADMP-02 in various obstetric care facilities. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology*. 2021;10;153–157. (In Russ.) doi: 10.18565/aig.2021.10.153-157.

12. Altunina A.I., Chernykh A.D. Assessment of the state of the fetus by the method of automated CTG according to DAWES/REDMAN criteria. *Molodezhnyi innovatsionnyi vestnik*. 2023;12(S2):6–7. (In Russ.) URL: <https://new.vestnik-surgery.com/index.php/2415-7805/article/view/8040>.

13. Istomina N.G., Baranov A.N., Dolidze M.Y. Fetal cardiotocography in childbirth. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology*. 2023;6:24–28. (In Russ.) doi: 10.18565/aig.2023.21.

14. Marques J.A.L., Cortez P.C., Madeiro J.P.V. Nonlinear characterization and complexity analysis of cardiotocographic examinations using entropy measures. *Journal of Supercomputing*. 2020;76(2):1305–1320.

15. Ramanujam E., Chandrakumar T., Nandhana K., Laaxmi N.T. Prediction of fetal distress using linear and

non-linear features of CTG signals. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020;1108:40–47.

16. Radzinsky V.E., Botasheva T.L., Papisheva O.V. et al. Obesity. Diabetes. Pregnancy. Versions and contraverses. Clinical practices. Prospects. Moscow; GEOTAR-Media. 2020. 528 p. (In Russ.).

17. Manukhin I.B., Antimonova Ya.V., Kuznetsov M.I. Methods of predicting fetal distress in childbirth. *Prenatal'naya diagnostika*. 2017;16(1):10–14. (In Russ.).

18. Botasheva T.L., Lebedenko E.Yu., Mikhelson A.F. et al. Light deprivation in correction of the functional state of the “mother-placenta-fetus” system at the threat of premature birth. *Arkhiv akusherstva i ginekologii im. V.F. Snegireva = V.F. Snegirev Archives of Obstetrics and Gynecology*. 2020;7(2):89–96. (In Russ.).

19. Tsikin V.I., Trukhina S.I., Trukhin A.N. On the possible participation of vasopressin in the regulation of contractile activity of the uterus of humans and animals (review). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovaniy = Journal of medical and biological research*. 2019;7(1):106–117. doi: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.1.106. (In Russ.).

20. Petrukhin V.A., Novikova S.V., Kuzin V.F. Cardiotocography is a method for assessing the functional state of the fetus during pregnancy and childbirth. Study Guide. Moscow; MEDpress-inform, 2020. 80 p. (In Russ.).

21. Mudrov V.A. Anomalies of labor activity as a medical and social problem. *Zhurnal akusherstva i zhenskikh boleznei = Journal of obstetrics and womans diseases*. 2021;70(5):117–130. (In Russ.) doi: 10.17816/JOWD78295.

22. Mudrov V.A. Modern ideas about the mechanisms of initiation and regulation of labor activity. *Zhurnal akusherstva i zhenskikh boleznei = Journal of obstetrics and womans diseases*. 2022;71(2):87–100. (In Russ.) doi: 10.17816/JOWD95669.

23. Khodjaeva Z.S., Gorina K.A. Antenatal prevention of fetal respiratory distress syndrome: a look into the future. *Akusherstvo i ginekologiya = Obstetrics and Gynecology*. 2019;5:12–18. (In Russ.) doi: 10.18565/aig.2019.5.12-18.

24. Chukanova A.N., Bashmakova N.V., Tsyvyan P.B. Fetal electrocardiography as the optimal way to assess its condition. *Rossiiskii vestnik akushera-ginekologa = Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist*. 2018;18(1):77–81. (In Russ.) doi: 10.17116/rosakush201818177-81.

25. LeFevre N.M., Krumm E., Cobb W.J. Labor dystocia in nulliparous women. *American Family Physician*. 2021;103(2):90–96.

26. Bologov M.A., Penzhoyan G.A. The effect of stress on the development of labor anomalies. *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik = Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2018;25(1):46–53. (In Russ.) doi: 10.25207/1608-6228-2018-25-1-46-53.

27. Zarubina E.N., Baklanov S.Yu., Zykova A.S. et al. Normalization of discoordinated labor activity. *Kremlevskaya meditsina. Klinicheskii vestnik = Kremlin Medicine Journal*. 2018;4:107–109. (In Russ.).

28. Ajah L.O., Ibekwe P.Ch., Onu F.A. et al. Evaluation of Clinical Diagnosis of Fetal Distress and Perinatal Outcome in a Low Resource Nigerian Setting. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016;10(4):8–11. doi: 10.7860/JCDR/2016/17274.7687.

29. Ramanujam E., Chandrakumar T., Nandhana K., Laaxmi N.T. Prediction of fetal distress using linear and non-linear features of CTG signals. *Computational Vision and Bio-Inspired Computing: ICCVBI*. 2019:40–47.

30. Korovin A.E., Novitsky A.A., Makarov D.A. Acute respiratory distress syndrome. The current state of the problem. *Klinicheskaya patofiziologiya*. 2018;24(2):32–41. (In Russ.).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информация об авторах

Татьяна Леонидовна Боташева – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; t_botasheva@mail.ru.

Инга Мовлиевна Котиева – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры патологической физиологии, проректор по научной работе, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; kukulik70@mail.ru.

Анаит Кромвеловна Григорян – заведующий неврологическим отделением, Городская больница № 4, Ростов-на-Дону; соискатель кафедры нормальной физиологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; ano.05@mail.ru.

Родион Александрович Кудрин – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой патофизиологии, клинической патофизиологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; rodion.kudrin@gmail.com.

Сергей Всеволодович Клаучек – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой нормальной физиологии, Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Россия; s.v.klauchek@yandex.ru.

Людмила Владимировна Каушанская – доктор медицинских наук, профессор, руководитель симуляционного центра, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; l.kaushanskaya@rniir.ru.

Елена Васильевна Железнякова – кандидат медицинских наук, научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия elena.Gel.1961@yandex.ru.

Олег Павлович Заводнов – кандидат биологических наук, научный сотрудник акушерско-гинекологического отдела, Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Россия; ozz2007@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 07.02.2024; одобрена после рецензирования 18.04.2024; принята к публикации 18.11.2024.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Information about the authors

Tatyana L. Botasheva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Obstetric and Gynecological Department, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; ✉ t_botasheva@mail.ru

Inga M. Kotieva – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Pathological Physiology, Vice-Rector for Scientific Work, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; kukulik70@mail.ru

Anahit K. Grigoryan – Head of the Neurological Department, City Hospital No. 4, Rostov-on-Don; Candidate of the Department of Normal Physiology, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; ano.05@mail.ru

Rodion A. Kudrin – MD, Associate Professor, Head of the Department of Pathophysiology, Clinical Pathophysiology, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; rodion.kudrin@gmail.com

Sergey V. Klauek – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of Normal Physiology, Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia; s.v.klauek@yandex.ru

Lyudmila V. Kaushanskaya – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Simulation Center, and Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; l.kaushanskaya@rniap.ru

Elena V. Zheleznyakova – Candidate of Medical Sciences, Researcher of the Obstetric and Gynecological Department, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia elena.Gel.1961@yandex.ru

Oleg P. Zavodnov – Candidate of Biological Sciences, Researcher of the Obstetric and Gynecological Department, Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia; ozz2007@mail.ru

The article was submitted 07.02.2024; approved after reviewing 18.04.2024; accepted for publication 18.11.2024.