

УДК 618.4-089.163

Мочалова М.Н., Мудров В.А.

## РОЛЬ ДИСТАНЦИОННОГО ФЕТОМОНИТОРИРОВАНИЯ В ВЫБОРЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ И РОДОВ

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Читинская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации*

**Цель исследования.** Предметом исследования явилось дистанционное фетомониторирование. Темой исследования явилось определение рациональной тактики ведения беременности и родов. Целью работы явилось определение роли дистанционного фетомониторирования в выборе рациональной тактики ведения беременности и родов.

**Материалы и методы.** На базе родовспомогательных учреждений Забайкальского края за 2013–2016 годы проведен ретро- и проспективный анализ 90 историй родов, которые были разделены на 3 равные группы: 1 группа – беременные с индексом массы тела (ИМТ) по Кетле менее 20, 2 группа – с ИМТ от 20 до 25, 3 группа – с ИМТ более 25. Гистологическое исследование последов проводилось на базе ГУЗ «Забайкальское краевое патологоанатомическое бюро». Оценка состояния плода в системе дистанционного кардиофетомониторинга проводилась путем комплексного компьютерного анализа трех процессов: частоты сердечных сокращений плода (ЧССП), апостериорной энтропии ЧССП и кратковременной вариабельности сердечного ритма (STV) по Рэдману.

**Результаты.** На основании математического моделирования зависимости состояния плода от показателей дистанционного кардиофетомониторинга определена закономерность, выражающаяся формулой:  $P = STV \times (100\% - E) + ЧССП$ , где STV – кратковременная вариабельность сердечного ритма по Рэдману, E – апостериорная энтропия частоты сердечных сокращений плода (%), ЧССП – частота сердечных сокращений плода. При значениях коэффициента состояния плода P менее 500 прогнозируют ухудшение состояния плода при родоразрешении через естественные родовые пути, требуется оперативное родоразрешение. Средняя погрешность разработанного метода составила 7,6%.

**Заключение.** Новый метод дистанционной кардиотокографии позволяет устранить субъективность оценки и повысить точность диагностики, что, в конечном счете, определяет эффективность принимаемых клинических решений.

**Ключевые слова.** Плацентарная недостаточность, гипоксия плода, задержка роста плода, кардиотокография.

Mochalova M.N., Mudrov V.A.

### SIGNIFICANCE OF REMOTE FETAL MONITORING IN THE CHOICE OF RATIONAL TACTICS OF PREGNANCY AND DELIVERY

Chita State Medical Academy, Chita, Russia

**The aim of the research.** The subject of research was remote fetal monitoring. The topic of the research was to determine the rational tactics of pregnancy and childbirth. The aim of the study was to define significance of remote fetal monitoring in the choice of rational method of delivery.

**Materials and methods.** On the basis of maternity hospitals Trans-Baikal Region in the years 2013-2016 was held retrospective and prospective analysis of 90 labor histories, which were divided into 3 equal groups: group 1 - pregnant women with a body mass index (BMI) by Quetelet less than 20, group 2 - with a BMI from 20 to 25, group 3 - with a BMI more than 25. Histological examination of the placenta was carried out on the basis of Transbaikal regional pathoanatomical bureau. Fetal assessment in remote fetal monitoring system was carried out by a complex computer analysis of three processes: fetal heart rate, fetal heart rate's aposterior entropy and short-term variability (STV) by Redman.

**Results.** On the basis of mathematical modeling relationship between fetal condition and criteria of remote fetal monitoring defined consistent pattern, which is expressed by the formula:  $P = STV \times (100\% - E) + FHR$ , where STV - short-term variability by Redman, E - aposterior entropy of fetal heart rate (%), FHR - fetal heart rate. Value of fetal condition factor P less than 500 predict the deterioration of the fetus's condition during vaginal delivery, it's required surgical delivery. The average error of this method was 7.6%.

**Conclusion.** *The introduced method of home monitoring eliminates the subjectivity of an assessment and improves diagnostic accuracy, ultimately determining the effectiveness of clinical decisions.*

**Keywords.** *Placental insufficiency, fetal hypoxia, fetal growth retardation, cardiotocography.*

Современные дистанционные технологии антенатального мониторинга основаны на анализе сигналов сердцебиения плода. Традиционно используются методы ультразвукового зондирования для получения и интерпретации продолжительных записей частоты сердечных сокращений плода (ЧССП) или последовательностей его сердечных интервалов (СИП). Эти методы были разработаны в кардиотокографии, являющейся «золотым» стандартом оценки состояния реактивности сердечно-сосудистой системы плода. Однако, применение стационарных фетомониторингов ограничено рамками проведения данного исследования в условиях медицинского учреждения [1]. Ультразвуковые зонды, предназначенные для измерения ЧССП во внестационарных условиях, абсолютно безопасны для матери и плода, известные под общим названием «фетальные доплеры», послужили основой инновационной технологии дистанционного мониторинга, представляющей собой подход альтернативный традиционному [2]. Он предполагает использование интеллектуальных сетевых мониторов [1] и не ограничивается наблюдением за ЧССП. Мониторинг гемодинамических показателей внутрисердечного кровотока плода по доплерографическим сигналам с помощью компьютерной интерпретации способен обеспечить прогноз развития осложнений беременности и родов еще в стадии формирования [3]. В этой связи целью исследования явилось определение роли дистанционного фетомониторинга в выборе рациональной тактики ведения беременности и родов.

**Материалы и методы.** Набор беременных в исследуемые группы проводился в женских консультациях г. Читы. Для проспективного исследования (2013-2016 гг.) были выбраны 90 беременных со сроком гестации 30 недель различной степени перинатального риска. После предварительного обучения пациентки в домашних условиях проводили ежедневный двукратный дистанционный кардиофетомониторинг (КФМ) портативным фетальным доплером Ultrasonic Pocket Dopler по 10 минут с ведением дневниковой записи о состоянии беременной. Для контроля за пилотным исследованием использовалась стандартная КТГ (1 раз в 2 недели) в условиях ГУЗ «Городской родильный дом» на аппарате Oxford Medical (30 мин.). Вторым этапом исследования на базе ГУЗ «Городской родильный дом» и перинатального центра ГУЗ «Краевая клиническая больница» г. Читы за 2016-2017 гг. проведен ретроспективный анализ 90 историй родов, которые были разделены на 3 равные группы: 1 группа – 30 беременных с ИМТ по Кетле менее  $20 \text{ кг/м}^2$ , 2 группа – 30 беременных с ИМТ равным  $20\text{-}25 \text{ кг/м}^2$ , 3 группа – 30 беременных с ИМТ более  $25 \text{ кг/м}^2$ . Гистологическое исследование последов проводилось на базе ГУЗ «Краевое патологоанатомическое бюро» г. Читы. Группы сопоставимы по возрасту, паритету родов и сроку гестации.

Оценка состояния плода в системе дистанционного кардиофетомониторинга проводилась путем комплексного компьютерного анализа трех процессов: ЧССП, апостериорной энтропии ЧССП и кратковременной вариабельности сердечного ритма (STV) по Рэдману [4]. В качестве основного критерия оценки состояния плода использовался средний за время сеанса записи минутный показатель STV. Протокол наблюдения в виде тройной диаграммы с одним числовым критерием, несколькими сопутствующими параметрами без второстепенных деталей и с данными самонаблюдения беременной лаконично выражал состояние плода и обеспечивал врачу-наблюдателю надежную базу для аргументированного принятия решения. В прототипной системе программа генерации протокола дистанционного наблюдения входит в состав сервиса обработки доплерографического сигнала для сервера приложений и реализована на платформе LabVIEW [5].

Полученные данные представлены в виде медианы и средней величины. Две независимые группы сравнивались с помощью U-критерия Манна-Уитни, три - с помощью рангового анализа вариаций по Краскелу-Уоллису с последующим парным сравнением групп тестом Манна-Уитни с применением поправки Бонферрони при оценке значения  $p$ . Анализ прогнозистических моделей провели с помощью линейной пошаговой регрессии в программе SPSS

Statistics Version 25.0 (2017 г.). Для определения диагностической ценности прогностической модели использовалась ROC-кривая с последующим определением площади под ней [6].

**Результаты и их обсуждение.** В 1 группе роды произошли на сроке 39-40 недель в 74% случаев, во 2 группе – в 81% и в 3 группе – в 79%. Число первородящих женщин составило 53%, повторнородящих – 47% женщин. Средняя масса плодов при рождении в 1 группе составила  $3143 \pm 315$  г, во 2 группе –  $3460 \pm 322$  г ( $p > 0,05$ ), в 3 группе –  $3540 \pm 302$  г ( $p > 0,05$ ). Первичная родовая слабость наблюдалась у 7% (2) рожениц 1 группы, вторичная – не зарегистрирована, дискоординированная родовая деятельность – у 10% (3). Во 2 группе – 17% (5) ( $p < 0,05$ ), 3% (1) ( $p > 0,05$ ) и 7% (2) ( $p > 0,05$ ); в 3 группе – 14% (4) ( $p < 0,05$ ), 3% (1) ( $p > 0,05$ ) и 10% (3) ( $p < 0,05$ ) соответственно (рис.1).

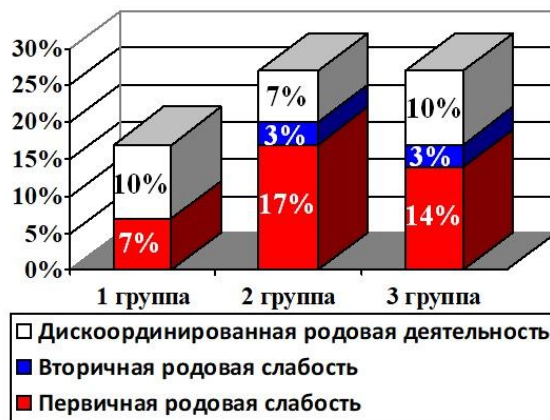


Рис. 1. Частота аномалий родовой деятельности в исследуемых группах

В 27% (8) случаев в 1 группе во время беременности были выявлены признаки внутриутробной гипоксии плода, что в 2 раза чаще, чем в 3 группе – 13% (4) ( $p < 0,05$ ), и сопоставимо с показателями 2 группы – 24% (7) ( $p > 0,05$ ). Рождение детей в состоянии асфиксии различной степени отмечалось у 13% (4) женщин 1 группы, во 2 группе – у 17% (5) ( $p > 0,05$ ), в 3 группе – у 10% (3) ( $p < 0,05$ ). У детей 1 группы преобладала асфиксия легкой степени (75%), случаев асфиксии тяжелой степени не отмечалось (рис.2).

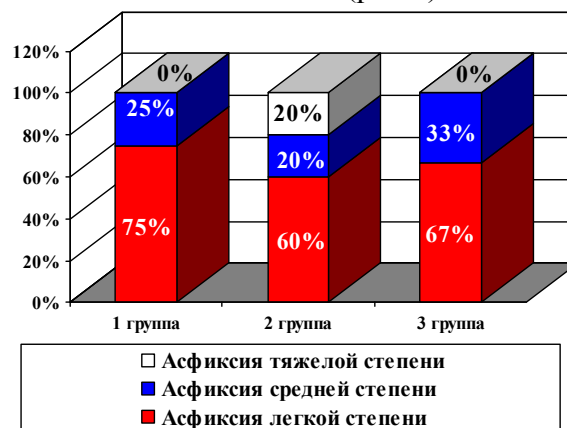


Рис. 2. Частота асфиксии плода в исследуемых группах

Задержка роста плода в 1 группе сопровождалась признаками гипоксии плода по данным дистанционного кардиофетомониторирования в 37,5%, во 2 группе – в 85,7%, в 3 группе – в 100% случаев. По данным анамнеза маловесные при рождении дети без признаков гипоксии плода рождались в 1 группе преимущественно у родителей с ИМТ менее 20 и ростом менее 162 см (рис. 3).



Рис. 3. Частота гипоксии у маловесных новорожденных в зависимости от роста родителей

В неонатальном периоде частота церебральной ишемии в 1 группе составила 13% (4), во 2 группе – 17% (5), в 3 группе – 10% (3) (рис.4).

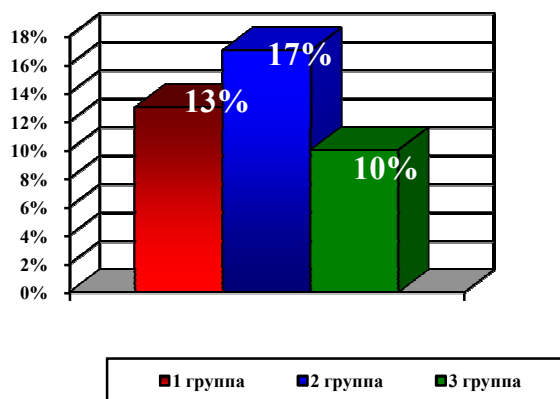


Рис. 4. Частота церебральной ишемии в неонатальном периоде

Путем операции кесарево сечение родоразрешено 26% (8) женщин 1 группы, что в первую очередь опосредовано сочетанием задержки роста и хронической гипоксии плода, во 2 группе – 17% (5), в 3 группе – 20% (6) (рис.5).

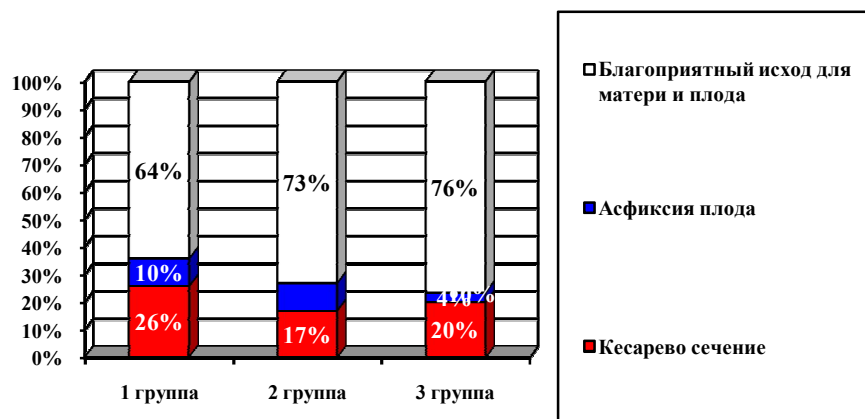


Рис. 5. Исходы родов через естественные родовые пути у пациенток исследуемых групп

При гистологическом исследовании плацент беременных без признаков гипоксии (по данным дистанционного кардиофетомониторирования) наиболее частыми находками явля-

лись: дистрофические изменения синцития, отложение фибриноида на поверхности ворсин и в межворсинчатом пространстве, ворсины в состоянии некробиоза, реакция сосудов терминальных ворсин. Строма стволовых ворсин часто была фиброзирована, стенки кровеносных сосудов в них утолщены. Наряду с дистрофическими изменениями, относящимися к признакам субкомпенсации плацентарной недостаточности, в плаценте активно происходили пролиферативные процессы. Синцитиальные узелки встречались чаще по периферии, чем в центральных отделах последа.

При гистологическом исследовании плацент беременных с признаками хронической гипоксии плода (по данным дистанционного кардиофетомониторирования) установлено, что склеротические изменения имеют более распространенный характер: фиброзирование отмечалось в строме не только стволовых, но и концевых ворсин, клетки цитотрофобласта в хориальном эпителии преимущественно отсутствовали, протоплазма синцития нечетко выражена, отмечался отек стромы ворсин. Синцитиальные узелки распространены преимущественно диффузно.

На основании уравнения линейной регрессии, в которое были включены параметры дистанционного кардиофетомониторирования, определена закономерность, выражающаяся формулой:  $P = 0,002 \times STV \times (100\% - E) + ЧССП$ , где  $P$  – показатель состояния плода,  $STV$  – кратковременная вариабельность сердечного ритма по Рэдману,  $E$  – апостериорная энтропия частоты сердечных сокращений плода (%),  $ЧССП$  – частота сердечных сокращений плода. При значениях показателя состояния плода  $P$  менее 1,0 прогнозировали ухудшение состояния плода при родоразрешении через естественные родовые пути, требующее родоразрешения путем операции кесарево сечение в срочном порядке. Площадь под ROC-кривой составляет 0,745 (рис. 6)

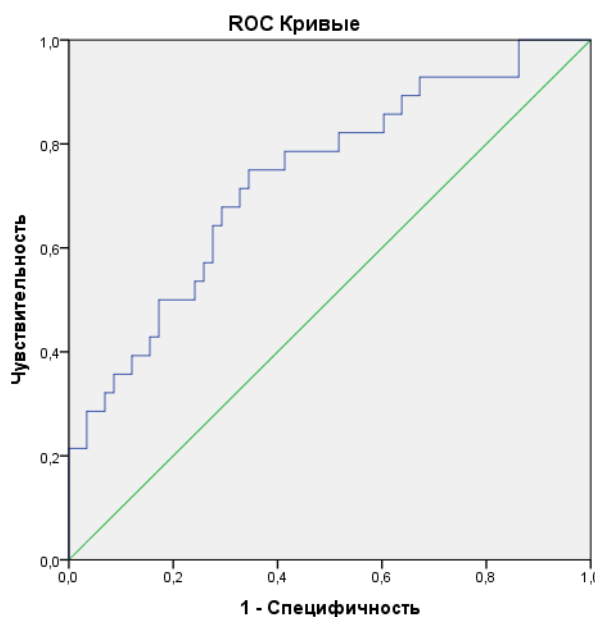


Рис. 6. ROC-анализ показателя состояния плода

Дистанционное кардиофетомониторирование является надежным методом динамической оценки реактивности сердечно-сосудистой системы плода. При наличии задержки роста плода без признаков гипоксии по данным дистанционного КФМ у беременных с ИМТ менее 20 и ростом менее 162 см возможно ведение родов через естественные родовые пути с одинаково благоприятным исходом как для матери, так и для плода. Плод в данном случае следует отнести к категории «маловесный к сроку гестации».

**Выводы.** На современном этапе развития информационных технологий дистанционное фетомониторирование состояния плода позволяет не только адекватно оценить риск осложнений, но и выбрать рациональную тактику ведения беременности и родов у пациенток группы высокого риска по перинатальным осложнениям.

**Литература:**

1. Kazantsev A., Ponomareva J., Kazantsev P., Digilov R., Huang P. Development of ehealth network for in-home pregnancy surveillance based on artificial intelligence. Proc. of the IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI 2012). Hong Kong and Shenzhen, China. 2-7 Jan 2012. 82-84.
2. Kazantsev A.P., Senin A.A., Mochalova M.N., Ponomareva J.N. An mhealth approach to remote fetal monitoring. Proc. of the Int. Healthcare Innovation Conference (HIC). Seattle, WA, USA. IEEE. 8-10 Oct. 2014. 239-242.
3. Kazantsev A., Ponomareva J., Kazantsev P. Development and validation of an AI-enabled mHealth technology for in-home pregnancy management. Proc. of the 2014 International Conference on Information Science. Electronics and Electrical Engineering. Sapporo City, Hokkaido, Japan. Beijing: IEEE. 26-28 Apr. 2014. 927-931.
4. Казанцев А.П., Пономарева Ю.Н., Шуляков А.В. Апостериорная энтропия и кратковременная вариабельность частоты сердечных сокращений плода. Биомедицинская радиоэлектроника. 2014. 7. 67-71.
5. Казанцев А.П., Пономарева Ю.Н., авторы; Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологического приборостроения с опытным производством Российской академии наук (ИБП РАН), правообладатель. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ Российской Федерации RUS 2014612802. 6 марта 2014 г.
6. Наследов А. IBM SPSS Statistics 20 и AMOS: профессиональный статистический анализ данных. СПб. Питер. 2013.

**References:**

1. Kazantsev A., Ponomareva J., Kazantsev P., Digilov R., Huang P. Development of ehealth network for in-home pregnancy surveillance based on artificial intelligence. Proc. of the IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI 2012). Hong Kong and Shenzhen, China. 2-7 Jan 2012. 82-84.
2. Kazantsev A.P., Senin A.A., Mochalova M.N., Ponomareva J.N. An mhealth approach to remote fetal monitoring. Proc. of the Int. Healthcare Innovation Conference (HIC). Seattle, WA, USA. IEEE. 8-10 Oct. 2014. 239-242.
3. Kazantsev A., Ponomareva J., Kazantsev P. Development and validation of an AI-enabled mHealth technology for in-home pregnancy management. Proc. of the 2014 International Conference on Information Science. Electronics and Electrical Engineering. Sapporo City, Hokkaido, Japan. Beijing: IEEE. 26-28 Apr. 2014. 927-931.
4. Kazantsev A.P., Ponomareva Yu.N., Shulyakov A.V. Posteriori entropy and short-term variability of fetal heart rate. Biomedical Radioelectronics. 2014. 7. 67-71. in Russian.
5. Kazantsev A.P., Ponomareva Yu.N., inventors; nstitute for Biological Instrumentation of the Russian Academy of Sciences (IBI RAS), assignee. Detection of instantaneous heart rate of the fetus in the digital recording of the audio signal a Doppler ultrasound probe and calculation of parameters of short-term variability (STV) of the cardiac rhythm of the fetus. Russian Federation certificate of state registration of computer programs RUS 2014612802. 2014 March 6. in Russian.
6. Nasledov A. IBM SPSS Statistics 20 and AMOS: professional statistical analysis of data. St. Petersburg. Piter. 2013. in Russian.