

УДК: 618.33-073.96

АНТЕНАТАЛЬНАЯ КАРДИОТОКОГРАФИЯ — ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ

© Н. Г. Павлова

ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта», Санкт-Петербург

■ В статье обсуждается значение антенатальной кардиотокографии (КТГ) в алгоритме диагностики нарушений функционального состояния плода, сопоставляются визуальная и компьютерная оценки результатов антенатального мониторинга. Обсуждаются критерии Доуса–Редмана и системы компьютеризированного числового анализа КТГ, основанные на них (Sonicaid System 8000, Sonicaid System 8002, Sonicaid FetalCare). Подчеркнута необходимость соблюдения базовых принципов регистрации антенатальных КТГ, их расшифровки только в активном состоянии плода, дополнения визуальным компьютерного анализа сомнительных кривых, организации их дистанционной экспертной оценки на базе центров, имеющих максимальный опыт КТГ-диагностики.

■ **Ключевые слова:** плод; антенатальная кардиотокография; критерии Доуса–Редмана; визуальная и компьютерная оценка кардиотокограмм.

ANTENATAL CARDIOTOCOGRAPHY: PROBLEMS AND FACILITIES

© N. G. Pavlova

D. O. Ott Research Institute for Obstetrics and Gynecology, Saint Petersburg, Russia

■ The role of antenatal cardiotocography (CTG) in algorithm of fetal functional conditions disorders diagnosis is discussed in this article. Furthermore, visual and computer analysis of antenatal monitoring results have been compared. There were discussed Dawes–Redman criteria and based on them CTG systems of computer numeral analysis (Sonicaid System 8000, Sonicaid System 8002, Sonicaid FetalCare). There were shown that based principles of antenatal CTG registrations should be kept in any case, its analysis is possible only in time of active phase of the fetus rest-activity cycle. Any kind of questionable tracing should be analyzed by medical expert in special centers with appropriate experience.

■ **Key words:** fetal; antenatal cardiotocography; criteria Daws–Redman; visual and computer analysis kardiokogramm.

В последние десятилетия кардиотокография (КТГ) стала «золотым стандартом» слежения за функциональным состоянием плода во время беременности и в родах. Будучи доступным и безопасным, метод демонстрирует высочайшую, достигающую 100% чувствительность при достаточно низкой специфичности, составляющей, по данным разных авторов, 50–75% [2, 3]. Приведенные данные дают основание сделать вывод о том, что корректное использование и правильная интерпретация результатов КТГ позволяют выявить все случаи нарушений функционального состояния плода. В свою очередь, низкая специфичность КТГ обуславливает высокую частоту ложноположительных результатов мониторинга, что приводит к росту числа оперативных родоразрешений в интересах плода.

Первый в мире фонокардиограф, позволяющий одновременно регистрировать сердечный ритм плода, матери и сократительную деятельность матки, был разработан в 50-е годы XX века в Ленинграде в ИАГ АМН СССР (в настоящее время НИИ АГиР им. Д. О. Отта) под руководством лауреата Государственной премии СССР профессора Н. Л. Гармашевой. В дальнейшем с использованием нового методического подхода в институ-

те был выполнен цикл научно-исследовательских работ, ставших новым этапом в развитии методов слежения за функциональным состоянием плода. Прежде всего, уже в конце 50-х удалось установить значение моторно-кардиального рефлекса как сопряженной реакции сердечно-сосудистой и нервной систем в ответ на шевеление плода, проанализировать прогностическую роль отсутствия этого рефлекса или его низкой амплитуды как критерия нарушения функционального состояния плода [1]. Значительно позднее этот феномен получил в зарубежной литературе название «нестрессовый тест».

Эти открытия позволили уже в 70-е годы XX века широко внедрить в клиническую практику института ante- и интранатальную кардиотокографию. Многолетний опыт оценки функционального состояния плода во время беременности и в родах с помощью КТГ, сравнения визуального и компьютерного подходов для анализа кардиотокограмм, многочисленные экспериментальные и клинические исследования, проведенные с целью изучить патогенез острых и хронических нарушений развития плода, позволили сформировать собственное представление о возможностях КТГ как метода первой очереди слежения за функциональным состоянием плода.

В настоящее время стало очевидным, что широкое внедрение КТГ способствовало снижению перинатальной заболеваемости и смертности. При этом ясно и другое. Для снижения ложноположительных результатов мониторинга необходима правильная интерпретация результатов этого исследования. Известно, что наиболее частой формой дистресс-синдрома плода является гипоксия, на фоне которой у него накапливается молочная кислота и снижается рН крови с развитием ацидемии. Последнюю можно заподозрить по характерным аномальным кардиотокограммам. При этом наибольшую сложность представляют кривые, находящиеся в так называемой серой зоне между очевидно нормальными кривыми и явно аномальными [8, 9].

Для достижения оптимальных результатов КТГ-мониторинга необходимо придерживаться базовых правил его выполнения и анализа. Прежде всего, исследование следует осуществлять в положении пациентки бок/полубок, что позволит исключить развитие синдрома нижней полой вены в большинстве случаев. Другое необходимое правило успешного антенатального мониторинга — его анализ в период активного состояния плода. По данным литературы, циклические фазы поведения (активного и спокойного) формируются у плода с 28-й недели беременности. Активное состояние характеризуется двигательной активностью, акцелерациями и высокой вариабельностью частоты сердечных сокращений (ЧСС), спокойное состояние — сниженной вариабельностью ЧСС и отсутствием двигательной активности. Эпизоды спокойного состояния могут продолжаться до 50 минут. Цикл «активность–покой» формируется у плода полностью к 35-й неделе физиологической беременности. При выявлении сглаженного характера кривой следует проводить функциональные пробы или увеличить продолжительность записи, создав возможность для смены спокойного состояния активным [10, 12].

Еще одним залогом успеха КТГ-мониторинга является понимание того, что организм матери является внешней средой для плода. Контроль пульса и температуры тела матери, анализ возможных эффектов полученных ею лекарственных средств, акушерской ситуации, при которой было проведено исследование, должны быть неотъемлемой частью анализа кардиотокограммы. Установлено, что снижение ЧСС и двигательной активности плода может быть обусловлено введением матери с целью профилактики респираторного дистресс-синдрома кортикостероидов (бетаметазона, дексаметазона). Однако, поскольку после прекращения инфузии препаратов параметры кардиотокограмм восстанавливаются до исходно-

го уровня, данные изменения рассматривают как физиологическую реакцию плода на введение кортикостероидов [11].

С 1977 года профессорами Оксфордского университета G. S. Dawes и C. W. G. Redman было начато исследование для создания компьютерной базы данных, позволяющей анализировать кардиотокограммы автоматически [6]. Этому предшествовали попытки ввести в клиническую практику различные системы клинической оценки в виде балльных шкал, но они не смогли обеспечить точной оценки кардиотокограмм. Необходимость организации компьютерного анализа лент авторы мотивировали тем, что визуальная оценка имеет ряд проблем. Главной из них является неодинаковая квалификация специалистов, что делает визуальную оценку отчасти интуитивной, основанной на опыте исследователя. При этом возможны ситуации, в которых даже самые опытные из них ошибаются, поскольку не могут сохранить в памяти весь большой объем типовых примеров.

Поскольку, как показали результаты многих исследований последних лет, главной проблемой визуальной оценки является ее субъективизм, необходимо было достичь такой ситуации, когда результаты визуальной оценки каждой КТГ можно было бы проконтролировать достоверно воспроизводимыми количественными способами оценки [7]. Компьютерный анализ удовлетворяет таким требованиям, однако очевидно, что он также не дает возможности установить диагноз. Он только «доставляет» к постели женщины накопленный в архиве опыт, помогающий в расшифровке КТГ.

Компьютерная оценка сигналов ЧСС основана на том, что важные характеристики нормы и патологии численно проградуированы, чтобы значения каждой кривой и ее участков могли быть оценены одинаково в любой стране мира. Особое значение такой подход демонстрирует при интерпретации патологических паттернов ЧСС, которые располагаются в «серой зоне», находящейся между отчетливыми нормой и патологией.

Необходимость компьютерного измерения ЧСС плода привела к появлению системы Доуса–Редмана. Назначение системы — определить при достаточном количестве информации нормально ли функциональное состояние плода и можно ли прекратить мониторинг. В рамках этой системы норма определяется как совокупность критериев, которые принято называть «критерии Доуса–Редмана». При этом одно из главных достоинств системы Доуса–Редмана — минимизация времени наблюдения: минимальная длительность записи составляет 10 минут. Все данные анализируются с учетом гестационного возраста плода.

Первоначально система, разработанная для анализа антенатальных кардиограмм, опиралась на данные 8000 типовых кривых (Sonicaid System 8000), связанных с подробными данными о клинических исходах [10]. В дальнейшем база данных была расширена до 48 339 кривых (Sonicaid System 8002). В последнее время базовый комплект кривых удалось увеличить еще больше: сначала до 73 802, а затем и до 100 000 графиков (система FetalCare), что позволяет осуществлять экспертную оценку сомнительных кривых, основанную на еще более точном анализе изучаемых параметров.

Визуальный и компьютерный анализы КТГ начинаются с определения базальной ЧСС — линии, меняющейся во времени, показывающей ЧСС плода в состоянии покоя. При визуальной оценке этот параметр, безусловно, можно установить только приблизительно, как правило, числом, кратным пяти. Компьютерная система способна определять ее более корректно, чем человек, при этом она в состоянии оценить любые акцелерации и децелерации, а также измерить их значения. Акцелерацией считают увеличение ЧСС продолжительностью более 15 с с амплитудой над базовой линией более 10 уд./мин. Децелерация — снижение ЧСС продолжительностью более 60 с с амплитудой не менее 10 уд./мин, которое выражают в «потерянных ударах». При этом сложности возникают, если запись сопровождается утратой сигнала.

Главная функция оксфордской системы заключается в ее способности выявить и оценить количественно эпизоды низкой и высокой вариабельности [5, 6, 11]. Она способна измерять длительную (долговременную) вариабельность (LTV) — макрофлуктуации ЧСС по отношению к базовой линии от минуты к минуте. Система находит самое высокое и самое низкое значение ЧСС относительно базовой линии за минуту. Разность между этими значениями представляет собой минутный интервал. Если минутный интервал превышает 32 мс в течение минимум 5 из 6 последующих минут, его считают эпизодом высокой вариабельности. Средний минутный интервал сравнивается с пороговым значением, полученным при анализе всех лент, содержащихся в системе. Если значения среднего минутного интервала выше этого порогового значения, то считают, что кривая реактивная. При этом пороговое значение меняется в соответствии со сроком беременности.

Кроме того, компьютерная система способна измерить кратковременную вариабельность (STV) — микрофлуктуации, которые не зависят от базовой линии и измеряются путем разделе-

ния каждого минутного отрезка кривой на 16 отрезков. В физиологических условиях значения STV растут с увеличением гестационного возраста плода. При этом низкие значения STV связывают с развитием метаболического ацидоза [9]. Низкое значение STV (менее 4 мс) чаще всего наблюдается у плодов с задержкой роста. Пороговые значения STV (аномальные — менее 3 мс, крайне аномальные — менее 2 мс) действительны только в случае, если запись ведется полные 60 мин, поскольку за это время имеется возможность дожидаться перехода поведения плода из фазы покоя в активное состояние.

Кратковременная вариабельность (STV) — важный, но не единственный показатель нормального функционального состояния плода. При составлении отчета система использует ряд правил, известных под названием «критерии Доуса–Редмана», которые можно обобщить таким образом: 1) STV длительностью 3 мс и более; 2) отсутствие признаков синусоидального ритма; 3) не менее одного эпизода высокой вариабельности; 4) отсутствие значительных и продолжительных децелераций; 5) наличие акцелераций и/или движений плода; 6) отсутствие неправильного положения базальной линии; 7) нормальная базальная ЧСС. В том случае, если компьютер продолжает сообщать об отсутствии соответствия критериям в течение 60 мин, имеет смысл анализировать, какие паттерны в данной кривой являются патологическими.

Система способна выполнить проверку на наличие синусоидального ритма [13]. Синусоидные кривые являются особенными, их расшифровка может представлять сложности для врачей с недостаточным опытом работы. Форма этого паттерна сердечного ритма ундулирует через условную базальную линию. Однако настоящая базальная ЧСС при наличии синусоидальных паттернов не определяется. Вариабельность сердечного ритма отсутствует или минимальна, что придает кривой гладкий характер. Синусоидальный ритм обычно обусловлен наличием у плода анемии, в том числе при его гемолитической болезни, гипоксии или введении матери наркотических средств (псевдосинусоида).

На протяжении последнего десятилетия компьютерный анализ КТГ, базой которого являются критерии Доуса–Редмана, широко внедрен в акушерскую практику стационаров и женских консультаций. Однако, к сожалению, использование такого подхода в клинической практике часто носит механистический характер, а участие врача в проведении и анализе кардиограмм практически сводится к нулю. Такой подход, как

показал анализ отдаленных результатов, и привел к увеличению числа ложноположительных результатов мониторинга. К счастью, сохранение принципов визуальной оценки кардиотокограмм, следующей за компьютерным их анализом, являющейся неотъемлемой частью КТГ-мониторинга, позволяет не допустить подобных ошибок.

Система компьютерного анализа кардиотокограмм не может дать абсолютной гарантии благополучного состояния плода в ближайшей перспективе. Антенатальная гибель плода может произойти даже в ближайшие часы после благополучного КТГ-исследования вследствие, например, отслойки плаценты, т.е. стремительно развивающегося события. Но при хронической плацентарной недостаточности, когда ухудшение состояния плода нарастает постепенно, динамический КТГ-мониторинг, базирующийся в том числе на компьютерном подходе, может помочь. Кроме того, он дает возможность накапливать опыт недостаточно квалифицированным специалистам и архивировать кривые в электронной форме.

Система компьютерного анализа обеспечивает количественную оценку параметров кардиотокограммы. Она может совпадать или отличаться от субъективного мнения врача-специалиста. При этом врач-специалист, хорошо владеющий визуальным анализом КТГ, а таких специалистов немного, получая данные компьютерной оценки, свидетельствующей о наличии сомнительной или патологической КТГ, может выполнить алгоритм действий, который позволит в этом убедиться или изменить свое мнение, т.е. вынести обоснованное решение, чего не может сделать компьютер. Знание патогенеза патологических паттернов сердечного ритма, анализируемых при КТГ-исследованиях, необходимо для адекватной интерпретации результатов и выбора правильной акушерской тактики.

Для анализа сомнительных кардиотокограмм следует признать целесообразным и обоснованным создание дистанционных центров, имеющих в своем арсенале врача-эксперта с максимальным, в том числе визуальным, опытом анализа кардиотокограмм, располагающего их наиболее полной компьютерной базой (FetalCare) для повышения точности независимой оценки кривых. При этом, безусловно, не существует замены клиническому диагнозу, при постановке которого заключение выносится на основании комплексного обследования функционального состояния плода.

Статья представлена И.Ю. Коганом,
ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д.О. Отта»,
Санкт-Петербург

Литература

1. Гармашева Н.Л., ред. Патология физиология внутриутробного развития. Л.: Медгиз; 1959.
2. Павлова Н.Г., Аржанова О.Н., Зайнулина М.С., Колобов А.В., Айламазян Э.К., ред. Плацентарная недостаточность: учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во Н-Л; 2007.
3. Павлова Н.Г., Коган И.Ю., Константинова Н.Н., Айламазян Э.К., ред. Кардиотокография: учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во Н-Л; 2009.
4. Chauhan S.P., Klausner C.K., Woodring T.C. et al. Intrapartum nonreassuring fetal heart rate tracing and prediction of adverse outcomes: interobserver variability. *Amer. J. Obstet Gynecol.* 2008; 199 (6): 623.e1–5.
5. Dawes G.S., Moulden M., Redman C.W.G. Short-term fetal heart rate variation, decelerations and umbilical flow velocity waveforms before labour. *Obstet. Gynecol.* 1992; 80: 673–8.
6. Dawes G.S., Moulden M., Redman C.W.G. The advantages of computerized fetal heart rate analysis. *J. Perinat. Med.* 1991; 19: 39–45.
7. Devoe L., Golde S, Kilman Y. et al. A comparison of visual analyses of intrapartum fetal heart rate tracings according to the new national institute of child health and human development guidelines with computer analyses by an automated fetal heart rate monitoring system. *Amer. J. Obstet Gynecol.* 2000; 183 (2): 361–6.
8. Guzman E. R., Vintzileos A. M., Martins et al. The efficacy of individual computer heart rate indices in detecting acidemia at birth in growth-restricted fetuses. *Obstet. Gynecol.* 1996; 87: 969–4.
9. Hensen G. L., Dawes G. S., Redman C.W.G. Antenatal fetal heart-rate variability in relation to fetal acid-base status at caesarean section. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1983; 88: 792–802.
10. Mantel R., van Geijn H. P., Ververs I. A. P., Copray F. J. A. Automated analysis of near-term antepartum fetal heart rate in relation to fetal behavioural states — the Sonicaid system 8000. *Amer. J. Obstet Gynecol.* 1991; 165: 57–65.
11. Pardey J., Moulden M., Redman C.W. A computer system for the numerical analysis of nonstress tests. *Amer. J. Obstet. Gynecol.* 2002; 186: 1095–1103.
12. Pavlova N. G., Konstantinova N. N., Arutjunyan A. V. Functional and Biochemical Criteria for Investigation of Brain Development Disorders. *Int. J. of Devl. Neuroscience.* 1999; 17 (8): 839–48.
13. Reddy A., Moulden M., Redman C.W. Antepartum high-frequency fetal heart rate sinusoidal rhythm: computerized detection and fetal anemia. *Amer. J. Obstet. Gynecol.* 2009; 200(4): 407. e1–6.

References

1. Garmasheva N.L., red. Patofiziologija vnutritrobnogo razvitiya [The pathophysiology of fetal development]. L.: Medgiz; 1959. (in Russian).
2. Pavlova N. G., Arzhanova O. N., Zajnulina M. S., Kolobov A. V., Ajlamazjan Je. K., red. Placentarnaja nedostatochnost':

- uchebno-metodicheskoe posobie. SPb.: Izd-vo N-L; 2007. (in Russian).
3. Pavlova N. G., Kogan I. Ju., Konstantinova N. N., Ajlamazjan Je. K., red. Kardiotokografija: uchebno-metodicheskoe posobie [Cardiotocography: teaching aid]. SPb.: Izd-vo N-L; 2009. (in Russian).
 4. Chauhan S. P., Klausner C. K., Woodring T. C. et al. Intrapartum nonreassuring fetal heart rate tracing and prediction of adverse outcomes: interobserver variability. *Amer. J. Obstet Gynecol.* 2008; 199 (6): 623.e1–5.
 5. Dawes G. S., Moulden M., Redman C. W. G. Short-term fetal heart rate variation, decelerations and umbilical flow velocity waveforms before labour. *Obstet. Gynecol.* 1992; 80: 673–8.
 6. Dawes G. S., Moulden M., Redman C. W. G. The advantages of computerized fetal heart rate analysis. *J. Perinat. Med.* 1991; 19: 39–45.
 7. Devoe L., Golde S, Kilman Y. et al. A comparison of visual analyses of intrapartum fetal heart rate tracings according to the new national institute of child health and human development guidelines with computer analyses by an automated fetal heart rate monitoring system. *Amer. J. Obstet Gynecol.* 2000; 183 (2): 361–6.
 8. Guzman E. R., Vintzileos A. M., Martins et al. The efficacy of individual computer heart rate indices in detecting acidemia at birth in growth-restricted fetuses. *Obstet. Gynecol.* 1996; 87: 969–74.
 9. Hensen G. L., Dawes G. S., Redman C. W. G. Antenatal fetal heart-rate variability in relation to fetal acid-base status at caesarean section. *Br. J. Obstet. Gynaecol.* 1983; 88: 792–802.
 10. Mantel R., van Geijn H. P., Ververs I. A. P., Copray F. J. A. Automated analysis of near-term antepartum fetal heart rate in relation to fetal behavioural states — the Sonicaid system 8000. *Amer. J. Obstet Gynecol.* 1991; 165: 57–65.
 11. Pardey J., Moulden M., Redman C. W. A computer system for the numerical analysis of nonstress tests. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 2002; 186: 1095–1103.
 12. Pavlova N. G., Konstantinova N. N., Arutjunyan A. V. Functional and Biochemical Criteria for Investigation of Brain Development Disorders. *Int. J. of Devl. Neuroscience.* 1999; 17 (8): 839–48.
 13. Reddy A., Moulden M., Redman C. W. Antepartum high-frequency fetal heart rate sinusoidal rhythm: computerized detection and fetal anemia. *Amer. J. Obstet. Gynec.* 2009; 200(4): 407. e1–6.

■ Адреса автора для переписки

Павлова Наталья Григорьевна — д. м. н., профессор, руководитель лаборатории физиологии и патофизиологии плода с отделением ультразвуковой диагностики. ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д. О. Отта». 199034, Россия, Санкт-Петербург, Менделеевская линия, д. 3.
E-mail: ngp05@yandex.ru.

Pavlova Nataliya Grigor'yevna — MD, Professor, the principal of laboratory of physiology and a pathophysiology of a fetus with unit of ultrasonic diagnostics. D. O. Ott Research Institute of Obstetrics and Gynecology, RAMS. 199034, St. Petersburg, Mendeleyevskaya Line, 3, Russia. **E-mail:** ngp05@yandex.ru.