

Происхождение и природа взаимоотношений в фазовом спектре Фурье остается и сейчас открытой проблемой.

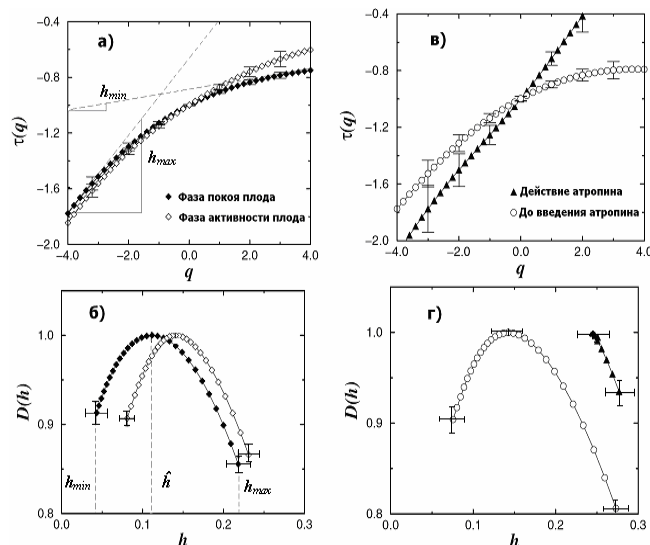


Рис. 3. Скейлинговые функции  $\tau(q)$  и спектры сингулярностей  $D(h)$  в двух сериях исследований: а) и б) исследование сердечного ритма в фазу активности и покоя плода; в) и г) исследование сердечного ритма во время кордоцентеза до и после введения атропина. Графики отражают групповые средние

Выявление МФ-свойств в динамике сердечного ритма представляет интерес потому, что отражает состояние нормально функционирующих регуляторных механизмов, включающих каскады систем с обратной связью, функционирующих вдали от равновесия. Эти МФ-свойства не объясняются физиологически, требуя новых стратегий для понимания состояния неравновесных контролируемых систем в норме и при патологии.

#### Литература

1. Абуладзе Г.В., Пантшавили А.М. // Ультразвуковая и функциональная диагностика. – 2003. – №2. – С.128–137.
2. Groome L.J. et al. // J. Appl. Physiol. – 1999. – Vol. 87, № 2. – P. 530–537.
3. Goldberger A.L. et al. // PNAS. – 2002. – Vol. 99, Suppl. 1. – P. 2466–2472.
4. Yum M.K. et al. // Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. – 2001. – Vol. 94, № 1. – P. 51–58.
5. Ashkenazy Y. et al. // Physica A. – 2003. – Vol 323. – P. 19.
6. Ivanov P.Ch. et al. // Chaos. – 2001. – Vol 11. – P. 641–652.
7. Stanley H.E. et al. Statistical // Physica. – 1999. – Vol. 270. – P. 309–324.
8. Mallat S.G., Hwang W.L. // IEEE Trans. on Information Theory. – 1992. – Vol. 38. – P. 617–643.
9. Muzy J.F. et al. // Int. J. Bifurc. Chaos. – 1994. – № 4. – P. 245.
10. Struzik Z.R., Siebes A.P.J.M. // Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. – June 2002. – Vol. 309, №3–4. – P. 388.
11. Айламазян Э.К. и др. // УЗ-диагностика в акуш., гинек. и педиатрии. – 1993. – №3. – С. 33–39.
12. Divon M.Y. et al. Autocorrelation techniques in fetal monitoring // Am. J. Obstet. Gynecol. – 1985. – Vol. 151, № 2–6.

MULTIFRACTAL CHARACTER OF FETAL HEART RATE VARIABILITY UNDER DIFFERENT FUNCTIONAL CONDITIONS

G.V. GUDKOV, G.A. PENJOYAN, O.V. TURICHTNKO

#### Summary

The article presents understand the dynamics of complex physiologic fluctuations by adapting and extending concepts and methods developed recently in statistical physics. The recent progress using wavelet-based analysis to quantify multiscale features of fetal heart rate variability was carried out. We then investigate how heartbeat dynamics change under pathologic conditions, and we discuss their possible relation to the underlying cardiac control mechanisms.

**Key words:** fetal heart rate, physiologic fluctuations



**Гудков Георгий Владимирович** – зам.главврача Краевого перинатального центра г.Краснодара, к.м.н., доцент каф. акушерства и гинекологии Кубанского мединститута. Окончил инженерно-кибернетический факультет Ленинградского технологического института им. Ленсовета и Кубанскую меакадемию («Физиология», «Акушерство и гинекология»).



**Пенжоян Григорий Артемович** – руководитель Краевого перинатального центра г. Краснодара, заслуженный врач РФ, д.м.н., зав.кафедрой акушерства и гинекологии Кубанского мединститута.



**Туриченко Ольга Витальевна** – врач УЗ-диагностики высшей категории Диагностического центра МУЗ Горбольницы №2. Окончила Кубанскую меакадемию.

УДК 618.36-005

#### ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ НАРУШЕНИЯ МАТОЧНО-ПЛАЦЕНТАРНО-ПЛОДОВОГО КРОВотоКА В ТРЕТЬЕМ ТРИМЕСТРЕ БЕРЕМЕННОСТИ

О.Ю. ИВАНОВА, А.А. КОНОПЛЯ, А.С. ЛЕБЕДЕВ, Н.А. ПОНОМАРЕВА\*

Внутриутробное развитие плода определяется особенностями функционирования гемодинамической системы «мать – плацента – плод». Нарушение маточно-плацентарно-плодового кровотока является основным фактором, определяющим развитие хронической гипоксии и гипотрофии плода, высокой перинатальной заболеваемости. Имеющиеся подходы к исследованию гемодинамики фето-плацентарного комплекса не способствуют ранней диагностике и прогнозированию гипоксических состояний плода. Поэтому вопросы разработки новых эффективных диагностических критериев нарушений гемодинамики в системе «мать – плацента – плод» остаются актуальными.

**Цель исследования** – выделение диагностических критериев степени тяжести нарушения маточно-плацентарно-плодового кровотока, основанных на определении состояния гемодинамического равновесия между маточно-плацентарным и плодово-плацентарным кровотоком.

**Материалы и методы.** Проведено комплексное обследование 218 женщин в динамике третьего триместра беременности и 218 их новорожденных. В контрольную группу (КГ) объединили 81 женщину, у которых беременность протекала без нарушений маточно-плацентарно-плодовой гемодинамики, а роды закончились рождением доношенных детей без отклонений в физическом развитии и функциональном состоянии. Во вторую группу (ОГ) вошли 137 беременных, у которых 2 и 3 триместры беременности протекали на фоне нарушений гемодинамики фето-плацентарного комплекса, а дети родились с признаками гипоксических повреждений ЦНС. У 76 новорожденных выявлены легкие отклонения в течение раннего периода постнатальной адаптации, а нейросонографическое исследование не выявило признаков органического поражения головного мозга. У 61 новорожденного нейросонографическое исследование выявило признаки органических повреждений головного мозга, а также клинические проявления тяжелых нарушений периода постнатальной адаптации. Обследование беременных включало общепринятое акушерское и клинико-лабораторное исследование, визуальное эхографическое, доплерометрическое исследование, кардиотокографическое с подсчетом биофизического профиля плода (А. В. Vintzileos в модификации F.A. Manning, 1990.).

Ультразвуковое и доплерометрическое исследования проводили аппаратом «Алока» марки SSD-1700, датчиком с частотой 3,5 МГц на сроках 30–31, 34–35 и 37–38 недель. Допплерометрия включала исследование кровотока в маточных артериях (МА), артериях пуповины (АП), аорте и средней мозговой артерии плода (СМА) с вычислением индекса резистентности (ИР). Кроме того, с целью оценки гемодинамического равновесия в системе мать-плацента-плод производилось вычисление соотношения показателей интенсивности маточно-плацентарного кровотока (ИР МА) к показателям интенсивности плацентарно-плодового

\*Курский госмедуниверситет, 305041, г. Курск, ул. Карла Маркса, 3

кровотока (ИР АП) – маточно-пуповинное отношение (МПО) (патент на изобретение № 2193864).

Всем младенцам проводили оценку их физического развития путем определения массы, длины тела новорожденных, вычисления массо-ростового коэффициента. Перинатальное состояние новорожденного определяли на основании клинической оценки по шкале Апгар, особенностям течения раннего периода постнатальной адаптации. С целью уточнения степени выраженности гипоксического поражения новорожденных всем детям проводилось нейросонографическое исследование.

**Результаты.** Средний возраст у беременных КГ составил  $25,6 \pm 1,3$  года, а в ОГ –  $26,3 \pm 0,3$  года ( $P < 0,05$ ). Пациентки моложе 17 лет и старше 30 лет достоверно чаще имелись в ОГ. Отягощенный соматический анамнез выявлен у большинства ОГ (68,9%), что ~вдвое превышало данный показатель в КГ (35,1%) ( $p < 0,05$ ). Из числа экстрагенитальной патологии отмечено преобладание заболеваний сердечно-сосудистой системы и хронических заболеваний инфекционного генеза. Отягощенный акушерско-гинекологический анамнез в КГ был диагностирован у 9 беременных (11,1%), что 3,3 раза меньше, чем в ОГ (45 (32,8%).

Осложненное течение беременности, представленное фето-плацентарной недостаточностью, угрозой прерывания, гестозами в ОГ (71 (51,7%)) встречается достоверно чаще в сравнении с КГ (7 (8,6%)) ( $p < 0,05$ ). Изучение особенностей течения родов в выделенных группах выявило, что у всех обследованных роды были своевременными. Однако частота спонтанного начала родовой деятельности в КГ (81 (100%)) достоверно превышала этот показатель в ОГ (49 (35,8%)). Частота оперативного родоразрешения составила 20,4% (28 пациенток) в ОГ и 4,8% в КГ. Показаниями для проведения кесарева сечения у беременных ОГ были: отслойка плаценты, гипоксически-ишемическое поражение плода, нарастающая интранатальная гипоксия. Подсчет БПП выявил, что начальные признаки внутриутробного страдания плода на сроке 3–35 недель были обнаружены более чем у половины обследованных, вошедших во вторую группу (80 (58,4%)). На 37–38 неделе беременности их количество составило 87,5% (120). Исследование состояния новорожденных показало, что в ОГ основные фетометрические показатели младенцев (масса тела –  $2250 \pm 106$ г; длина –  $45,8 \pm 0,4$ см; массо-ростовой коэффициент –  $46,4 \pm 1,3$ ) были достоверно ниже параметров КГ ( $3380 \pm 97,3$ г;  $51 \pm 0,67$ см и  $72 \pm 6,8$ ). С признаками интранатальной гипоксии родились все дети ОГ. Осложненное течение периода постнатальной адаптации отмечено у 58 (42,3%) детей, родившихся в ОГ, причем у каждого 3 новорожденного было тяжелое течение.

При исследовании маточно-плацентарно-плодовой гемодинамики у женщин, вошедших в КГ, мы выявили постоянное увеличение интенсивности маточно-плацентарного, плацентарно-плодового и плодового кровотока. Установлено, что ИР МА на сроках 30–31, 34–35 и 37–38 недель динамично увеличивался и составил  $0,53 \pm 0,04$ ;  $0,52 \pm 0,03$  и  $0,45 \pm 0,04$ ; соответственно изменился ИР АП –  $0,63 \pm 0,06$ ;  $0,58 \pm 0,04$  и  $0,56 \pm 0,02$ ; ИР аорты и СМА плода –  $0,82 \pm 0,03$ ;  $0,82 \pm 0,02$  и  $0,68 \pm 0,01$  и  $0,87 \pm 0,01$ ;  $0,86 \pm 0,03$  и  $0,74 \pm 0,02$  соответственно. Вычисление МПО выявило, что при неосложненном течении беременности на протяжении всего третьего триместра соотношение ИР МА/ИР АП было постоянно и равно 0,7 отн.ед. (колебания показателя от 0,72 до 0,76 отн.ед.). Анализ изменений гемодинамики в КГ показал, что при низкой степени перинатального риска интенсивность кровотока динамично растет до конца беременности в маточно-плацентарном, в плацентарно-плодовом и плодовом звеньях, обеспечивая гемодинамическое равновесие между МП и ПП.

Исследование интенсивности маточно-плацентарно-плодового кровотока у пациенток, вошедших в ОГ, выявило, что индекс резистентности МА на сроке 30–31 неделя составил  $0,61 \pm 0,02$ ; на сроке 34–35 недель –  $0,56 \pm 0,02$  и  $0,88 \pm 0,04$  на исходе гестации, что было достоверно выше значений, полученных в КГ. Определение интенсивности кровотока в плацентарно-плодовом компоненте гемодинамики показало, что в начале третьего триместра показатели интенсивности пуповинного кровотока были недостоверно больше значений, полученных в КГ ( $p < 0,05$ ). По мере прогрессирования беременности (34–35 недель) в плацентарно-плодовом компоненте шло увеличение интенсивности кровотока в АП (ИР АП составил  $0,44 \pm 0,02$ ), причем наиболее выраженный ее прирост совпадал со снижением интенсивности маточного кровотока. В конце третьего триместра

показатель интенсивности кровотока в АП снизился и составил  $0,88 \pm 0,01$ , что имело статистически значимую разницу с показателями гестационной нормы. Показатели плодовой гемодинамики на протяжении длительного времени (с 30–31 по 36–37 неделю) были сопоставимы с данными КГ, однако на исходе беременности плодовая гемодинамика характеризовалась увеличением интенсивности кровотока в аорте (ИР  $0,64 \pm 0,01$ ) и уменьшением интенсивности кровотока в СМА (ИР  $0,92 \pm 0,04$ ) ( $p_{1-2} > 0,05$ ).

Анализ интенсивности маточно-плацентарного и плацентарно-плодового звеньев кровообращения показал, что начальные изменения гемодинамического равновесия маточно-плацентарно-плодового кровотока обусловили рост показателя ИР МА/ИР АП до 0,8 отн.ед. (с колебаниями показателя от 0,79 до 0,87 отн.ед.). Снижение маточно-плацентарной перфузии вело к увеличению интенсивности пуповинного кровотока, что, по всей видимости, является первичной реакцией плацентарно-плодовой гемодинамики, направленной на поддержание удовлетворительного состояния гемодинамики плода и предотвращение развития функциональных поражений новорожденных гипоксического генеза.

Длительное нарушение маточно-плацентарного кровотока приводит к выраженному снижению интенсивности пуповинного кровотока и серьезным изменениям плодовой гемодинамики. Тяжелые нарушения маточно-плацентарно-плодового кровотока связаны с полной разбалансировкой гемодинамического равновесия между МП и ПП кровотоком, что подтверждается повышением показателя ИР МА/ИР АП свыше единицы. Нарушения маточно-плацентарного кровотока повлекли за собой изменения центральной гемодинамики плода в виде централизации плодового кровотока. Возможно, длительное снижение маточно-плацентарной перфузии привело к истощению компенсаторных возможностей плацентарно-плодовой гемодинамики и централизации гемодинамики плода. Повышение резистентности в СМА может стать причиной нарушения мозгового кровообращения, гипоксически-ишемического поражения ЦНС плода и других серьезных морфологических изменений в головном мозге плода.

Выявленные нами изменения МП и ПП гемодинамики позволили выделить диагностические критерии трех степеней тяжести нарушения маточно-плацентарно-плодового кровотока.

I степень (начальные нарушения гемодинамики) характеризуется спадом интенсивности маточного кровотока, при компенсаторно увеличенном пуповинном кровотоке и неизменном плодовом кровотоке. Показатель ИР МА/ИР АП  $> 0,8$  отн.ед.

II степень нарушения маточно-плацентарно-плодового кровотока: характеризуется прогрессирующим снижением маточного кровотока с одновременным истощением компенсаторных возможностей пуповинного кровотока. Разбалансировка маточно-плацентарно-плодовой гемодинамики проявляется повышением значений показателя ИР МА/ИР АП до 0,9–1,0 отн.ед. При 2 степени возможно развитие централизации плодового кровотока, но без нарушений мозгового кровотока.

III степень (критические нарушения): отсутствие или реверсный диастолический кровоток в маточно-плацентарном, плацентарно-плодовом или плодовом звене. Характерна централизация плодового кровотока / нарушение мозгового кровотока.

Выявленные этапы состояния гемодинамики в системе «мать – плацента – плод» определяют степень выраженности гипоксического поражения новорожденных. Раннее выявление групп риска развития перинатальной патологии гипоксического генеза на основании комплексного доплерометрического исследования позволит прогнозировать неблагоприятные исходы беременности, вести их профилактику и своевременное лечение.

#### Литература

1. Агеева М.И. Допплерометрические исследования в акушерской практике. – М.: Видар – М, 2000. – С. 112.
2. Кулаков В.И. и др. // Акушерство и гинекология. – 2000. – № 5. – С. 56–59.
3. Хитров М.В. и др. // Ультразвуковая диагностика в акушерстве, гинекологии и педиатрии. – 2000. – Т. 8, № 1. – С. 49–54.
4. Патент №2193864 Российской Федерации «Способ ранней диагностики вторичной плацентарной недостаточности» / Газазян М.Г., Пономарева Н.А., Иванова О.Ю. // Б.И. «Изобретения, полезные модели». – №34. – Ч. 2. – 2002. – С. 162.