

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БИОУПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ТРЕНИНГА БЕРЕМЕННЫХ ПРИ МОНИТОРИРОВАНИИ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ МАТЬ – ПЛОД

Хлопова А.А., Пеккер Я.С., Толмачев И.В.

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

РЕЗЮМЕ

Исследовано влияние тренинга на основе технологии биоуправления на систему мать – плод. Разработана методика БОС-тренинга для беременных женщин, основная цель которой – управление параметрами вегетативной нервной системы с помощью дыхания. Методика опробована на группе беременных на сроке гестации 32–35 нед. Установлено, что изменение функционального состояния матери влияет на уровень симпатической регуляции сердечного ритма плода.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биологическая обратная связь, вегетативная нервная система, система мать – плод.

Введение

В связи с прогрессированием патологии беременности проблема неинвазивных методов фетального мониторинга с возможностью коррекции состояния до сих пор является актуальной. Длительное напряжение регуляторных систем организма матери приводит к истощению адаптационных резервов, нарушению физиологических ритмов и механизмов регуляции, что не может не сказаться на функциональном состоянии плода. Поэтому актуальной задачей современной медицины становится разработка методик коррекции состояния беременной, основанных на обращении к естественным ресурсам человеческого организма [5, 6]. Одним из таких методов является управление с биологической обратной связью (БОС). В его основе лежит способность человека к сознательному влиянию на функции организма, в обычных условиях не поддающиеся произвольному контролю. Эта методика позволяет получить ряд физиологических эффектов, способствующих более благоприятному течению беременности и облегчающих роды [3].

Цель работы – оценить функциональное состояние системы мать – плод в процессе тренинга с биологической обратной связью.

Материал и методы

БОС-тренинг направлен на управление в процессе сеанса частотой сердечных сокращений (ЧСС) за счет

дыхательной аритмии сердца. Механизм дыхательной аритмии заключается в колебании ЧСС в соответствии с периодом вдоха – выдоха. Эти колебания являются хорошим индикатором качества дыхания пациентки. Если пациентка добивается максимального колебания ЧСС, то такое дыхание называется диафрагмально-релаксационным. Аппаратное исследование состояния вегетативной нервной системы является способом объективной оценки состояния здоровья. Преимущество такого подхода – его универсальность. Любые изменения функционального состояния организма неизбежно сказываются на вегетативной нервной системе. При проведении БОС-тренинга использовался анализ вариабельности сердечного ритма, включающий в себя измерение длительности RR-интервалов и представление динамических рядов в виде кардиоинтервалограммы.

Эффект БОС-тренинга оценивался внутривидеомониторно. Проводилось сопоставление физиологических показателей в исходном фоновом состоянии и на различных этапах одной реабилитационной процедуры. Для этого применялись:

– анализ динамики регулируемого физиологического показателя (ЧСС матери), непосредственно используемого в формировании зрительных и звуковых образов БОС;

– анализ динамики неуправляемых физиологических показателей матери, характеризующих функциональное состояние различных систем организма, не участвующих в формировании БОС-образов как непосредственно в процессе процедуры, до и после нее:

✉ *Толмачев Иван Владиславович*, тел. 8-909-541-9329;
e-mail: ivantolm@mail.ru

мода M_o , вариационный размах dX , амплитуда моды AM_o , индекс напряжения (ИН), ЧСС [1];

– анализ динамики физиологических показателей структуры сердечного ритма плода в процессе тренинга матери: M_o , dX , AM_o , ИН, ЧСС.

В настоящее время не существует единого стандарта на метод БОС. На рынке медицинской техники имеет место многообразие аппаратных и программных средств, но ни одно из них не может быть использовано для реализации принципов управления одновременно как матери, так и плода [2]. Это явилось предпосылкой к разработке программного приложения и аппаратной части для БОС-тренинга беременных женщин [4]. Для регистрации на поверхности тела матери смешанного электрического сигнала от сердца матери и плода был использован трехканальный регистратор. В качестве преобразователя биоэлектрических сигналов применялись стандартные одноразовые хлорсеребряные ЭКГ-электроды из вспененного материала с твердым гелем для взрослых с кнопочным подсоединением. Потенциальные электроды накладывались на живот в виде треугольника, референтный электрод – в область левого VII межреберья, а выравнивающий электрод располагался на 5–10 см выше лонного сочленения в зависимости от анатомических особенностей женщины. Такое расположение электродов позволяет зафиксировать сердечную деятельность плода только при одноплодной беременности.

Методика проведения сеанса БОС-тренинга, основная цель которой состояла в том, чтобы научить беременных женщин навыкам саморегуляции, включала следующие этапы: 1) запись состояния матери и плода до тренинга; проверка возможностей организма на изменение величины дыхательной аритмии; 2) отдых, направленный на увеличение или уменьшение ЧСС матери; 3) отдых, направленный на увеличе-

ние дыхательной аритмии матери и выработку навыков диафрагмально-релаксационного типа дыхания; 4) запись состояния матери и плода после сеанса.

Методика реализована в программном комплексе VFB-Pregnancy (рис. 1), с помощью которого осуществлялась фильтрация, запись смешанного сигнала электрокардиограммы матери и плода и проводилось разделение сигнала на материнскую и плодную составляющую. VFB-Pregnancy состоит из двух частей: программы БОС-тренинга для регистрации, накопления и обработки сигналов, полученных с абдоминальных электродов (программное приложение VFB-Pregnancy), и базы данных (БД) для хранения информации о пациентках. Структура БД соответствует стандартной истории беременности и включает общие данные, анамнез, диагноз и исследования (программное приложение PregnancyDB).

С помощью программно-аппаратного комплекса VFB-Pregnancy на базе НИИ акушерства, гинекологии и перинатологии СО РАМН и родильного дома № 4 (г. Томск) была обследована группа беременных женщин (10 человек). Обследование проводилось при комфортных условиях: нормальное освещение и температура в помещении, спокойная обстановка, отсутствие отвлекающих и раздражающих факторов (разговора, шума, присутствия посторонних) – в течение 18 мин.

Критерии включения в группу: срок гестации 32–36 нед; относительно здоровые женщины; отсутствие патологии плода. Критерии исключения из группы: абсолютные противопоказания; тяжелые психические заболевания матери; заболевания сердца как у матери, так и у плода (аритмии, стенокардия, ишемическая болезнь); эпилепсия. Относительные противопоказания: заболевания кожи, препятствующие наложению электродов.

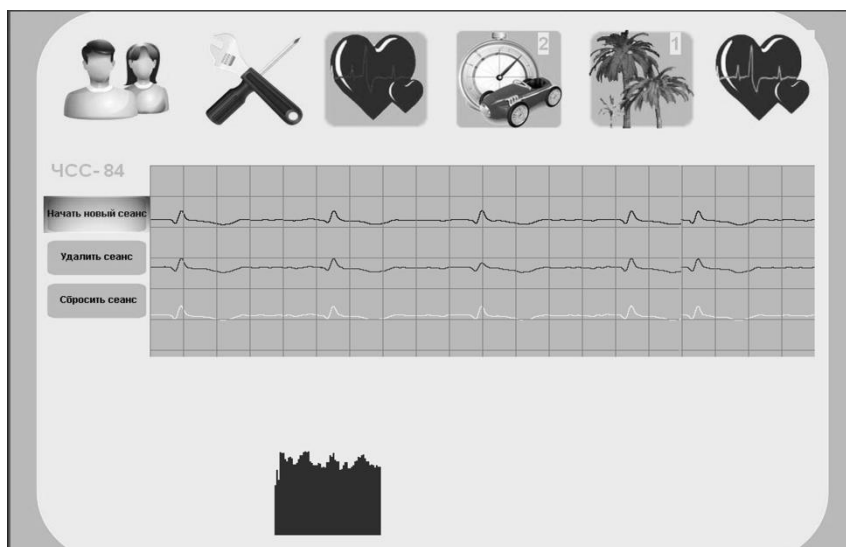


Рис. 1. Главное окно программы для БОС-тренинга

Полученные записи электрической активности сердец матери и плода были представлены в виде кардиоинтервалограмм. Для обработки сигналов был предложен следующий алгоритм: расчет характеристик кардиоинтервалограммы после каждого этапа тренинга, представление их в графическом и табличном виде на отдельной форме; отслеживание динамики параметров во время тренинга: применялся непараметрический критерий для зависимых данных Фридмана, который считали статистически значимым при $p < 0,05$; для оценки межсистемных взаимодействий проводился корреляционный анализ характеристик сердечного ритма матери и плода. Использовался коэффициент ранговой корреляции R Спирмена, который считали статистически значимым при $p < 0,05$.

Статистическую обработку полученных в ходе исследования результатов осуществляли при помощи пакета Statistica 6.0 for Windows.

Результаты и обсуждение

Каждому этапу БОС-тренинга, включая отдых, соответствуют пять количественных признаков: мода сердечного ритма, амплитуда моды сердечного ритма, вариационный размах длительности кардиоинтервалов, индекс напряжения, частота сердечного ритма.

Во время проведения сеансов БОС-тренинга выявлены:

- статистически достоверные различия в показателях сердечного ритма как матери (ЧСС, dX), так и плода (dX , AMo , ИН) на разных этапах, что свидетельствует о наличии эффекта БОС-тренинга. На рис. 2 представлена динамика изменения ЧСС матери на разных этапах тренинга, на рис. 3 – динамика параметра AMo плода;

- положительная корреляция средней силы ($R = 0,60$) между индексом напряжения матери и ин-

дексом напряжения плода свидетельствует о том, что баланс вегетативной нервной системы матери влияет на уровень симпатической регуляции сердечного ритма плода. При любом колебании состояния матери как в сторону повышения, так и в сторону понижения плод реагирует повышением тонуса симпатической системы;

- положительная корреляция слабой силы ($R = 0,40$) между ЧСС матери и ИН, AMo плода. Это говорит о том, что чем больше напряжение регуляторных систем матери, тем выше становится тонус симпатической нервной системы плода;

- значимая отрицательная корреляция слабой силы ($R = -0,38$) между Mo матери и ИН, AMo плода. Увеличение влияния гуморального канала матери снижает тонус симпатической нервной системы плода.

Различия в ЧСС матери на разных этапах тренинга можно объяснить тем, что женщины успешно справлялись с поставленной задачей. На начальном этапе тренинга регистрировалась относительно высокая ЧСС, что может быть связано с состоянием стресса женщин в неизвестной обстановке. Наблюдалось повышение тонуса симпатической нервной системы. Контроль ЧСС возможен благодаря дыхательной аритмии сердечного ритма, сопровождающейся изменением тонуса парасимпатической нервной системы на фазах вдох – выдох. Вариационный размах – показатель, преимущественно связанный с состоянием парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, поэтому при правильном выполнении заданий тренинга параметр dX изменяется на разных этапах сеанса.

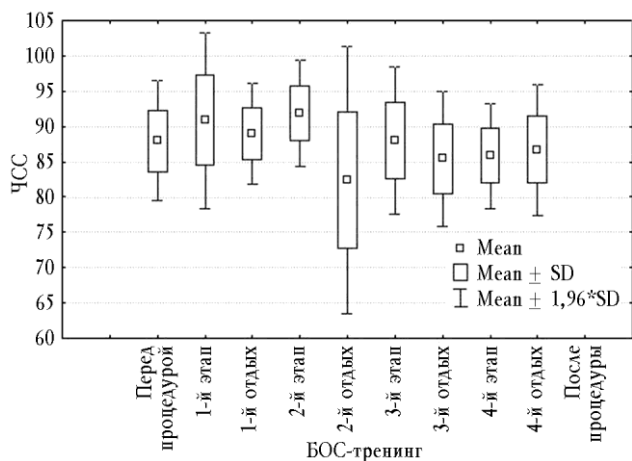


Рис. 2. Динамика ЧСС матери в процессе БОС-тренинга

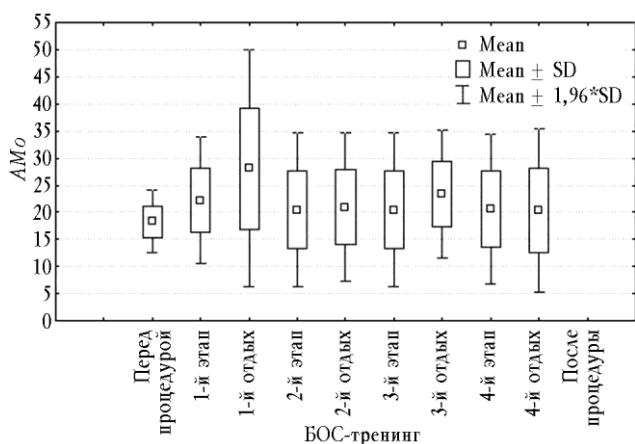


Рис. 3. Динамика АМo плода в процессе БОС-тренинга

2. Ким Е.В. Адаптивное биоуправление с обратной связью и возможности его использования в период беременности и при подготовке к родам // Рос. вестн. акушера-гинеколога. 2004. № 2. С. 31–34.

В процессе тренинга женщины выполняли упражнения, что являлось для них незначительной нагрузкой, плод в процессе выполнения сеанса реагировал изменением тонуса вегетативной нервной системы, о чем свидетельствует изменение показателя индекса напряжения, наблюдалась большая вариабельность АМo над dX. Такие изменения характерны при увеличении тонуса симпатической части вегетативной нервной системы.

Заключение

Разработана методика, позволяющая оценивать функциональное состояние системы мать – плод в процессе тренинга, основанного на технологии биоуправления по ЧСС. Выявлено, что при изменении уровня регуляции вегетативной системы матери повышается тонус симпатической нервной системы плода.

Литература

1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. 295 с.

3. Пат. 2134542 РФ. МПК⁸ 98121424/14. Способ подготовки беременной к родам / А.А. Сметенкин, В.Ю. Ледина. Оpubл. 20.08.1999.
4. Пат. на ПМ 79768 РФ. МПК⁸ А61В 5/04. Устройство для регистрации сердечного ритма плода с абдоминальных электродов / Я.С. Пеккер, К.С. Бразовский, И.В. Толмачёв, Е.Ю. Киселёва, Л.А. Агаркова, Н.А. Габитова. Оpubл. 20.01.2009. Бюл. № 2.
5. Пиви Б.С. Танец матери и ребенка: тренинг БОС для беременности, схваток и изгнания // Биологическая обратная связь. 1999. № 4. С. 17–21.
6. Федотчев А. И. Особенности течения сеансов биоуправления с обратной связью по ЭЭГ при нормальном и отягощенном протекании беременности // Журн. высш. нервн. деятельности. 2009. Т. 59, № 4. С. 421–428.
7. Salvioli B. Fecal incontinence // Biofeedback. 2010. № 34. С. 365–369.

Поступила в редакцию 22.11.2012 г.

Утверждена к печати 07.12.2012 г.

Хлопова Анна Анатольевна – инженер кафедры медицинской и биологической кибернетики СибГМУ (г. Томск).

Пеккер Яков Семенович – канд. техн. наук, профессор, зав. кафедрой медицинской и биологической кибернетики СибГМУ (г. Томск).

Толмачев Иван Владиславович (✉) – канд. мед. наук, ассистент кафедры промышленной и медицинской электроники НИ ТПУ (г. Томск).

✉ Толмачев Иван Владиславович, тел. 8-909-541-9329; e-mail: ivantolm@mail.ru

BIOFEEDBACK APPLICATION FOR PREGNANT WOMAN TRAINING UNDER MONITORING OF MOTHER – FETUS SYSTEM CONDITION

Khloпова A.A., Pekker Ya.S., Tolmachev I.V.

Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation

Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

ABSTRACT

Raining influence with biofeedback on system mother fetus was investigated. The technique of biofeedback training for the pregnant women was developed, which had main objective to control of parameters of vegetative nervous system by means of breath. The technique was tested on a group of pregnant women on term of a gestation of 32–35 weeks. It is established: change of a functional condition of mother influences level of sympathetic regulation of a heart rhythm of a fetus.

KEY WORDS: biofeedback, vegetative nervous system, system mother – fetus.

Bulletin of Siberian Medicine, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 124–127

References

1. Bayevsky R.M. *States Forecasting on the verge of norm and pathology*. Moscow, Medicine Publ., 1979. 295 p. (in Russian).
2. Kim Ye.V. *Russian Herald of the Obstetrician-Gynecologist*, 2004, no. 2, pp. 31–34. (in Russian)
3. Smetenkin A.A., Ledina V.Yu. *Method of preparation of pregnant for childbirth*. Patent RF 2134542. Published 20.08.1999 (in Russian).
4. Pekker Ya.S., Brazovsky K.S., Tolmachyov I.V., Kiselyova Ye.Yu., Agarkova L.A., Gabbitova N.A. *A device for registration of a cardiac rhythm of the fetus with abdominal electrodes*. Patent RF 79768. Published 20.01.2009. Bul. no. 2 (in Russian).
5. Pivi B.S. *Biofeedback*, 1999, no 4, pp. 17–21 (in Russian).
6. Fedotchev A.I. *Journal of Higher Nervous Activity*, 2009, vol. 59, no. 4, pp. 421–428 (in Russian).
7. Salvioli B. Fecal incontinence. *Biofeedback*, 2010, no. 34, pp. 365–369.

Khloпова Anna A., Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Pekker Yakov S., Department of Medical and Biological Cybernetics, Siberian State Medical University, Tomsk, Russian Federation.

Tolmachev Ivan V. (✉), Department of Industrial and Medical Electronics, NR TPU, Tomsk, Russian Federation.

✉ Tolmachev Ivan V., Ph. +7-909-541-9329; e-mail: ivantolm@mail.ru