УДК 612.82

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОУПРАВЛЕНИЯ ПО ПАРАМЕТРАМ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Койчубеков Б.К., Сорокина М.А., Шайхин А.М., Коршуков И.В.

Карагандинский государственный медицинский университет, Караганда, e-mail: adija@list.ru

Проведены сеансы биоуправления по параметрам сердечного ритма в группах с повышенным и пониженным значениями стресс-индекса. Показано, что в группе с исходным преобладанием активности симпатического звена регуляции сердечного ритма сеансы биоуправления привели к снижению стресс-индекса и нормализации вегетативного баланса, в то время как у лиц с исходным преобладанием парасимпатических влияний сеансы были неэффективны. Полученные результаты указывают на улучшение психофизиологического состояния участников. Курс биоуправления способствовал переходу испытуемых лиц из группы «слабой астении», в группу, характеризующуюся как отсутствие астении. Более 75 % участников с высоким уровнем тревожности снизили этот уровень до среднего.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, сердечный ритм, психофизиологическое состояние

BIOFEEDBACK BY PARAMETERS OF HEART RATE EFFICIENCY EVALUATION

Koichubekov B.K., Sorokina M.A., Shaihin A.M., Korshukov I.V.

Karaganda state medical university, Karaganda, e-mail: adija@list.ru

Realized heart rate biofeedback sessions in the groups with high and low values of the stress index. It is shown that in the group with baseline prevalence of sympathetic activity level regulation of cardiac rhythm biofeedback sessions led to a decrease of stress index and the normalization of autonomic balance, while in patients with baseline prevalence of parasympathetic effects sessions were ineffective. These results indicate an improvement of psychophysiological state of the participants. Biofeedback course helped the transition of subjects from the group of persons of «weak asthenia», to the group characterized by the absence of asthenia. Over 75 % of participants with a high level of anxiety reduced this level to medium.

Keywords: biofeedback, heart rate, psychophysiological state

В настоящее время среди нефармакологических методов лечения широко используется метод биоуправления с обратной связью (БОС), основанный на применении специальной аппаратуры для регистрации, усиления и «обратного возврата» пациенту физиологической информации в режиме реального времени [6, 7]. В литературе подчеркиваются стресс-лимитирующие свойства БОС и его направленность на тренировку регуляторных механизмов нервных, вегетативных и соматических функций [8]. Кроме того, уже сегодня БОС-терапия рассматривается как одна из наиболее перспективных методологий в арсенале превентивной медицины, основной целью которой является предотвращение развития болезни и коррекция, так называемых, пограничных состояний, вызванных неконтролируемым влиянием хронического стресса [2, 9]. При работе с практически здоровыми лицами, подвергающимися воздействию стресса и нуждающимися в применении средств его профилактики, управляемая релаксация с биологической обратной связью может быть использована с целью регуляции психофизиологического состояния [5].

Целью данного исследования является оценка влияния биоуправления по сердечному ритму на функциональное состояние вегетативной нервной системы.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 18 практически здоровых лиц (средний возраст 21,1 лет). С каждым из добровольцев проведено 10 сеансов. Каждый сеанс БОС включал один подход по 10 минут. Проводилась регистрация кардиоинтервалограммы в положении сидя продолжительностью 5 минут до и после каждого сеанса БОС с последующей оценкой функционального состояния систем регуляции сердечным ритмом по параметрам вариабельности сердечного ритма.

Сеансы биоуправления по сердечному ритму проводились с использованием игровой технологии. По экрану компьютера «плавает» рыбка, положение которой зависит от текущего значения параметров сердечного ритма – *SI и RMSSD* [1]. Норме соответствует пульсирующий шарик. При выраженном дисбалансе регуляторных систем рыбка находится дальше от шарика, при менее выраженном – ближе. Перед пациентом ставится задача удержания рыбки как можно ближе к шарику на протяжении всего сеанса [3].

В процессе БОС-тренинга на экран постоянно выводится информация о текущих значениях *SI и RMSSD*, а также о времени, прошедшем с момента начала сеанса.

До и после сеансов биоуправления проводился анализ вариабельности сердечного ритма с использованием специальной программы Puls.KZ [4]. Программа позволяет получать статистические, геометрические (вариационные), спектральные, авторегрессионые и энтропийные характеристики вариабельности сердечного ритма [1].

Также проводились: тест нервно-психического напряжения (НПН), предложенный Т.А. Немчиным,

тест астенического состояния (ШАС), тест сниженного настроения – субдепрессии (ШСНС), а также оценка уровня тревожности (РТ, ЛТ) по шкале Спилбергера, адаптированной Ю.Л. Ханиным. Так же в ходе исследования проводился тест Стреляу, для определения индивидуальных особенностей нервной системы исследуемых.

Результаты исследования и их обсуждение

К началу сеансов биоуправления у различных лиц наблюдались различные уровни активности элементов системы управления сердечным ритмом. Для оценки влияния исходного вегетативного баланса на эффективность сеансов было произведено разделение на подгруппы, исходя из имеющихся нормативных значений стресс-индекса. Таким образом, 22 сеанса проведено у лиц с исходным преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм и 95 сеансов у лиц с исходным преобладанием парасимпатических влияний.

Подгруппа с исходно высокой активностью симпатической нервной системы характеризовалась статистически значимыми изменениями в ходе БОС-ЧСС практически всех параметров вариабельности сердечного ритма по сравнению со значениями до сеанса (табл. 1).

Таблица 1

Значения параметров ВСР (медиана) до и после сеансов биоуправления (n = 22) у лиц с исходным преобладанием симпатических влияний

Параметр ВСР	Значение параметра (медиана)		*T*-критерий	*p*-уровень
	до сеанса БОС	после сеанса БОС		
AMo, %	57,8	44,2	15	0,000
D мс^2	1314,9	2 521,5	19	0,000
HF, %	24,7	20,8	112	0,637
HR мин$^{-1}$	83,1	79,0	40	0,004
L, мс	184,1	265,6	14	0,000
L/w, отн.ед.	2,6	2,7	71	0,071
LF, %	32,3	33,2	107	0,526
LF/HF, отн.ед.	1,2	1,7	89	0,223
Mo, ед.	0,723	0,750	33	0,002
RMSSD, мс	24,7	31,8	37	0,003
S, мс^2	9916,0	17654,8	23	0,000
SD1, мс	17,5	22,5	37	0,003
SD2, мс	46,0	66,4	14	0,000
SI, усл.ед.	217,2	108,0	14	0,000
VLF, %	20,1	20,9	117	0,757
w, мс	69,9	90,1	37	0,003

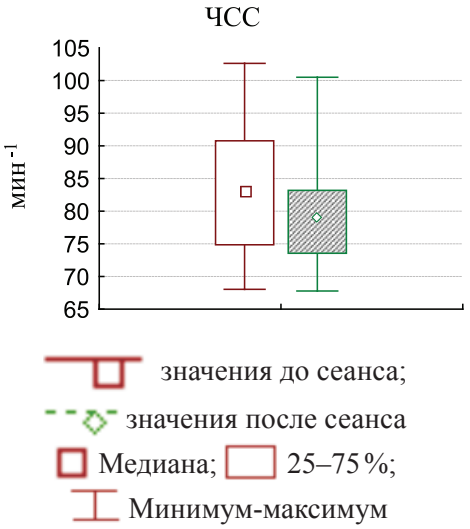
Примечание. Статистическая значимость изменений определялась по Т-критерию парных сравнений Вилкоксона.

Динамика стресс-индекса в данной подгруппе отражает снижение уровня напряженности регуляторных систем в ходе сеанса – если исходный его уровень превышал верхнюю границу нормы более чем в 2 раза (217,194 усл. ед.), то после проведения сеанса медианное значение SI устанавливается в пределах нормы (108,01 усл. ед.). Такое изменение SI обусловлено нормализацией уровня симпатической активности (амплитуды моды изменилась с 57,787% до 44,15%). На фоне снижения интенсивности симпатических воздействий произошла активация парасимпатического звена регуляции, что нашло свое отражение в статистически значимом увеличении ($p < 0,01$) медианного значения RMSSD после сеансов с 24,712 до 31,83 мс.

Статистически значимое увеличение дисперсии длительностей кардиоинтервалов D с 1314,9 до 2521,5 мс^2, т.е. в 1,9 раза, а также площади рассеяния на скатерограмме S от 9916,1 до 17654,8 мс^2 также можно связать с активацией парасимпатического звена. Для других показателей скатерограммы, а именно *SD1*, *SD2*, длины и ширины облака, наблюдалась сходная динамика, и их увеличение харатеризует возросшую вариабельность сердечного ритма, причем как за счет быстрых, так и за счет медленных регуляторных воздействий, что может свидетельствовать об изменениях активности как автономного, так и центрального контуров регуляции сердечного ритма.

Хотя в ходе сеанса биоуправления среднее значение ЧСС в группе изменилось незначительно, можно видеть, что если до сеанса ЧСС менее 83 уд./мин наблюдалось у 50% лиц, то после – у 75% участников исследова-

ния (рисунок). Вероятно, для полной нормализации вегетативного гомеостаза необходим более продолжительный курс биоуправления.



Динамика ЧСС в ходе сеансов биоуправления с исходным преобладанием симпатических влияний

В подгруппе с исходным преобладанием парасимпатических влияний на сердечный ритм сеансы биоуправления были направлены на повышение показателя *SI* и снижение *RMSSD*. Уровень активности парасимпатического звена регуляции претерпел незначительное повышение в большинстве сеансов. Данные изменения подтверждаются статистически значимым увеличением дисперсии длительностей кардиоинтервалов и площади скатерограммы, с одновременным увеличением длины «облака» на скатерограмме, указывающие на увеличение вариабельности сердечного ритма за счет дыхательной компоненты (табл. 2). Эти результаты позволяют сделать вывод о неэффективности проведенных сеансов, поскольку не была достигнута цель – нормализация вегетативного баланса..

В табл. 3 представлены изменения основных индикаторов психоэмоционального напряжения в динамике перед сеансами и после заключительного сеанса неигрового БОС.

Характеризуя группу лиц, привлеченных к неигровому биоуправлению по сердечному ритму, с точки зрения их психофизиологического состояния, можно отметить определенную степень нервно-психического напряжения, о чем свидетельствует показатель НПН, значения которого у четверти обследуемых 55 баллов. Такой уровень НПН считается умеренным или интенсивным.

Выявлялись слабовыраженные признаки астенического состояния, т.е. состояния повышенной утомляемости, слабости, плохой переносимости нагрузок. У половины обследованных отражающий это показатель ШАС лежал в пределах от 50 до 70.

Таблица 2

Значения параметров ВСР (медиана) до и после сеансов биоуправления (n = 95) у лиц с исходным преобладанием парасимпатических влияний

Параметр ВСР	Значение параметра (медиана)		*T*-критерий	*p* – уровень
	до сеанса БОС	после сеанса БОС		
AMo %	29,10	27,27	1951	0,222
D, мс^2	4867,22	6067,27	1659	0,021
HF, %	34,15	32,52	1860	0,119
HR, мин$^{-1}$	69,35	69,89	1884	0,141
L, мс	345,19	379,48	1639	0,017
L/w, отн.ед.	2,13	2,13	1844	0,105
LF, %	33,24	34,63	2176	0,699
LF/HF, отн.ед.	0,95	1,01	2034	0,361
Mo, ед.	0,86	0,87	1809	0,080
RMSSD, мс	60,63	65,59	1798	0,074
S, мс^2	45696,21	57650,56	1709	0,034
SD1, мс	42,93	46,46	1799	0,074
SD2, мс	86,30	94,87	1639	0,017
SI, усл.ед.	52,85	41,32	1943	0,211
VLF, %	14,67	16,27	1940	0,207
w, мс	171,71	185,85	1799	0,074

Примечания: статистическая значимость изменений определялась по Т-критерию парных сравнений Вилкоксона.

Также необходимо отметить недостаточную эмоциональную и невротическую устойчивость лиц обследованной группы. В результате проведенного тестирования получено, что ЛТ регистрируется на уровне 48 и более баллов – высокая личностная тревожность, также как и РТ (50 и более баллов) свидетельствует о высокой реактивной тревожности.

Таблица 3

Изменение показателей психоэмоционального напряжения в динамике сеансов неигрового биоуправления (n = 23)

Показатель	До сеанса БОС (медиана)	После сеанса БОС (медиана)	*T*-критерий	*p*-уровень
НПН, усл. ед.	46	38	85	0,018
ШАС, усл. ед.	57	42	121	0,004
ШСНС, усл. ед.	47	43	109	0,010
ЛТ, усл. ед.	48	35	92	0,022
РТ, усл. ед.	50	44	115	0,007

Примечания: статистическая значимость изменений определялась по Т-критерию парных сравнений Вилкоксона.

Проведенные сеансы биоуправления в целом оказали благоприятное воздействие на испытуемых. Как видно из приведенных результатов, во-первых, можно утверждать с высокой степенью достоверности о снижении нервно-психического напряжения. Так, медиана НПН после сеансов составила 38 баллов (Q25 = 33; Q75 = 45) по отношению к 46 баллам (Q25 = 39; Q75 = 55), полученным до сеансов биоуправления..

Во-вторых, сеансы биоуправления способствовали повышению функциональных резервов организма, как результат снижения астенизации организма – к концу исследования 75% участников имели показатель ШАС меньше 42 баллов. против 57 баллов в начале исследования

Если говорить о настроении, то до сеансов биоуправления более половины участников находилось в состоянии субдепрессии – сниженного настроения, т.е. медиана показателя ШСНС была равна 47. Однако, к концу исследования медиана составила 43 баллов (Q25 = 38; Q75 = 48), что является статистически значимым снижением показателя по отношению к данным, полученным до сеансов биоуправления.

Говоря о показателе ЛТ, можно отметить, что изменения в регуляции сердечного ритма сказывается на общих адаптационных возможностях человека. Снижение этого показателя можно интерпретировать как повышение устойчивости к различным стрессорным воздействиям. По крайней мере, 75% лиц показали средний уровень ЛТ к концу сеансов биоуправления. Субъективная оценка испытуемых также претерпела изменения. Оказались менее выраженными субъективные чувства напряжения, беспокойства, волнения, опасения, а также признаки активации вегетативной нервной системы, характеризуемые показателем реактивной тревожности.

Заключение

Оценивая эффект проведения сеансов БОС в группе с исходно повышенным уровнем активности симпатического звена регуляции сердечного ритма, можно сделать вывод о наличии положительных сдвигов в состоянии регуляторных звеньев, приводящих к снижению стресс-индекса и нормализации вегетативного баланса.

В сеансах биоуправления у лиц с исходным преобладанием парасимпатических влияний произошли весьма умеренные изменения, отражающие общую динамику снижения активности симпатического звена. Лишь в 12 сеансах из 95 наблюдался положительный эффект – переход в область сбалансированной вегетативной регуляции сердечного ритма, т.е. в некоторой части сеансов участникам исследования удалось найти приемлемую стратегию поведения.

Полученные результаты свидетельствуют об эффективности метода биоуправления по сердечному ритму для снижения психофизиологического напряжения. Курс биоуправления способствовал переходу испытуемых лиц из группы «слабой астении», в группу, характеризующуюся как отсутствие астении. Более 75% участников с высоким уровнем тревожности снизили этот уровень до среднего.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.

2. Джафарова О.А., Штарк М.Б. Компьютерные системы биоуправления: тенденции развития // Медицинская техника. – М.: Медицина, 2002. – № 1. – С. 34–35.

3. Койчубеков Б.К., Риклефс В.П., Кулмагамбетов И.Р., Риклефс И.М. Устройство для коррекции психофизиологического напряжения // Авторское свидетельство № 19209 РК. 2008, Бюл. № 4.

4. Койчубеков Б.К., Рилефс И.М., Риклефс В.П. Программа Puls.KZ // свидетельство о регистрации объекта интеллектуальной собственности № 131, выданное 26.04.2006.

5. Миниахметова А.Г. Физиологическое обоснование использования сочетанного метода адаптивного биоуправления психоэмоциональным состоянием человека: автореф. дис. … канд. мед. наук. – Волгоград, 2004. – 18 с.

6. Суворов Н.Б., Фролова Н.Л. Биоуправление: Ритмы кардиореспираторной системы и ритмы мозга // Биоуправление-4: Теория и практика.– Новосибирск: ЦЭРИС, 2002. – С. 35–44.

7. Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биоуправления в клинической практике (литературный обзор). // Биоуправление – 3: Теория и практика. – Новосибирск, 1998. – С. 130–141.

8. Striefel S. Creating the future of applied psychophysiology and biofeedback: from fantasy to reality // Appl. Psychophysiol. Biofeedback. – 1998. – Vol. 23, № 2. – P. 93–106.

9. Zolten A.J. Constructive integration of learning theory and phenomenological approaches to biofeedback training // Biofeedback Self-Regul. – 1989. – Vol. 14, № 2. – P. 89–99.