

УДК 57.045:574.24

© П. Е. Григорьев, Л. В. Поскотинова, 2009.

ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО ПАРАМЕТРАМ РИТМА СЕРДЦА ОТ ВАРИАЦИЙ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

П. Е. Григорьев, Л. В. Поскотинова

Таврический гуманитарно-экологический институт, г. Симферополь; Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН, г. Архангельск.

BIOFEEDBACK EFFECTIVENESS DEPENDANCE ON GEOMAGNETIC FIELD VARIATIONS
P. Ye. Grigoryev, L. V. Poskotinova

SUMMARY

Through days-long monitoring of biofeedback parameters of heart rate variability the dependence of biofeedback effectiveness on the geocosmic factors was established. In subjects whose nervous system is dominated by sympathetic type of reactivity, the biofeedback effectiveness tends to a better biocontrol under conditions of changes in interplanetary magnetic field or conditions of stable orientation of the interplanetary geomagnetic field. Individuals with prevalence of vagal activity usually are more effective in the biofeedback session if there are no geomagnetic disturbances as well as under conditions of changes in the interplanetary magnetic field polarity. Thus, the geocosmic factors should be taken into account when biofeedback effectiveness is analyzed.

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕФЕКТИВНОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ ВІД ВАРІАЦІЙ ГЕОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

П. Є. Григор'єв, Л. В. Поскотінова

РЕЗЮМЕ

Протягом багатоденного моніторингу біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ) за параметрами варіабельності серцевого ритму встановлено залежність ефективності БЗЗ від геліогеофізичної обстановки. У випробуваних з переважанням симпатичної активності є тенденція до більш ефективного біоуправління в умовах геомагнітної збуреності а також стабільного напрямку міжпланетного магнітного поля. Навпаки, у випробуваних з переважанням вагусної активності БЗЗ є ефективнішим за умов відсутності геомагнітних збурювань а також при змінах полярності міжпланетного магнітного поля. Таким чином, геліогеофізичну обстановку слід урахувувати при аналізі ефективності біоуправління.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система, геомагнитная активность, межпланетное магнитное поле.

В настоящее время метод биологической обратной связи (БОС) все чаще используется в медицине, психотерапии, педагогике и других научно-практических областях благодаря усовершенствованию соответствующих аппаратно-программных комплексов [2, 20]. Большое распространение получили БОС-тренинги по кардио-респираторным показателям. В основе их лежат особенности дыхательной системы как системы наиболее податливой волевому контролю [13, 21]. Методики биоуправления показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР) особенно перспективны в связи с простотой реализации, возможностью использования для БОС различных показателей ВСР, богатым потенциалом в разработке стратегий БОС с учетом индивидуальной нормы конкретного испытуемого и целей тренировки систем организма.

Важной составляющей работы по биоуправлению является оценивание его эффективности для конкретного испытуемого, динамика обучаемости и тренировки. Как показывает опыт биоритмологических исследований [16, 18], даже в случаях, где присутствует привыкание к воздействию или обучаемость, в динамике соответствующих физиологических показателей присутствуют ритмы значительной ампли-

туды. При этом эндогенные ритмы физиологических процессов синхронизируются внешними электромагнитными сигналами [19], природный фон которых существенно зависит от вариаций гелиогеофизических факторов (ГГФ). Результаты различных исследований [3, 4, 12, 15] показывают, что биологические и физико-химические системы реагируют на изменения электромагнитного фона среды обитания, которые связаны с геомагнитными возмущениями и изменениями полярности (знака) межпланетного магнитного поля (ММП). Однако пока не проводились исследования зависимости эффективности адаптивного биоуправления от сопутствующей гелиогеофизической обстановки. Следует отметить, что в подобных исследованиях необходимо учитывать индивидуально-типологические характеристики испытуемых (в частности, преобладание симпатических или вагусных влияний на ритм сердца), поскольку от них, как известно, зависит величина и направление биологических эффектов ГГФ [5, 9, 18].

Цель настоящего исследования: изучить зависимость эффективности биоуправления параметрами ритма сердца с целью снижения симпатической активности от сопутствующей гелиогеофизической

обстановки у испытуемых с разными типами исходного вегетативного тонуса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводили в г. Симферополе в течение 32 суток – с 26 февраля по 29 марта 2007 г. Испытуемые – 17 человек (5 мужчин и 12 женщин) молодого возраста (20-25 лет) во время исследований не имели острых или обострений хронических заболеваний. При интерпретации показателей variability сердечного ритма (BCP) руководствовались стандартами, принятыми на совместном заседании Европейского общества кардиологов и Северо-Американского общества электростимуляции и электрофизиологии в 1996 году, а также методическими рекомендациями Р. М. Баевского и соавторов [1].

Сеансы биоуправления проводили по авторской методике Л. В. Поскотиновой и Ю. Н. Семенова [17] с помощью комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа variability сердечного ритма “Варикард 2.51”, работающего под управлением компьютерной программы ISCIM 6.1 (BUILD 2.8). Для каждого из 17 испытуемых в одно и то же время суток (в интервале 11-14 часов местного времени) измерения проводились в два этапа: 1) регистрация показателей BCP в состоянии покоя (положение сидя) в течение 5 минут; 2) регистрация показателей BCP при сеансе БОС.

Коридоры индивидуальной нормы визуализируемых показателей BCP (в пределах которых надлежало удерживать состояние организма) для каждого испытуемого устанавливались ежедневно врачом-физиологом к. мед. н. Л. В. Поскотиновой исходя из результатов предыдущих обследований, а также по отношению к результатам первого (фоновому) измерения. В качестве управляемого параметра использовали индекс напряжения регуляторных систем, отражающий активность симпатических механизмов регуляции сердечного ритма [1]. Испытуемому необходимо было добиться снижения данного параметра относительно фонового значения. Исследователь также постоянно следил за тем, чтобы частота сердечных сокращений (по временной шкале на основной панели программы) сохранялась в пределах 60-80 уд/мин.

Руководствовались такими критериями эффективности биоуправления (успешности сеанса БОС): стабильность или снижение частоты сердечных сокращений; стабильность или снижение индекса напряжения; стабильность или снижение VLF-части спектра BCP; снижение соотношения VLF/HF; увеличение суммарной мощности спектра, стандартного отклонения RR диапазона (более 10 % от исходного).

В зависимости от степени успешности сеанса БОС результаты ранжировались таким образом: -1 – отрицательный результат; 0 – неоднозначный результат; +1 – положительный результат.

Гелиогеофизические данные любезно предоставлены В. Н. Ишковым, заведующим сектором солнечной электродинамики и прогностической поддержки космических экспериментов Института земного магнетизма и распространения радиоволн РАН. Все 32 суток эксперимента были поделены на магнито-возмущенные (10) – таким дням присваивали значение 1; и магнитоспокойные (22) – присваивали нулевое значение. Также 32 суток эксперимента были поделены на дни, в которые наблюдались прохождения границ секторов ММП (7) – таким дням присваивали значение 1, неустойчивость знака ММП (11) – значение 0.5; либо знак ММП был стабилен (14) – нулевое значение. Следует отметить, что на временном отрезке исследования дни прохождения границ секторов ММП и геомагнитных возмущений не совпадали.

Для исключения артефактов, а также для учета психоэмоциональной составляющей влияния погодных условий фиксировалась полная информация о психологическом, физиологическом состоянии, значимых и специфических событиях жизни испытуемых. Испытуемые не были информированы о состоянии и прогнозах гелиогеофизической обстановки.

За основу деления на типы вегетативной нервной системы был взят индекс напряжения в состоянии покоя. Его диапазон разброса для нормотонии авторы оценивают по-разному – 30-120 усл. ед. [10, 14]; 50-150 усл. ед. [1]. В нашем исследовании мы оценивали диапазон эйтонии в состоянии покоя 50-120 усл. ед. Соответственно, ниже данного диапазона реакцию расценивали как ваготоническую, а выше – как симпатикотоническую. У каждого испытуемого оценивали индекс напряжения в течение всего мониторинга. При условии, что в 50% случаев и более реакция вегетативной нервной системы в покое была в определенном диапазоне, считали соответствующим и тип доминирующей реакции (В – ваготонический, Э – эйтонический, С – симпатикотонический). Эйтонический, симпатикотонический и ваготонический типы были расценены как стабильные вегетативные типы. В случаях, когда тот или иной тип вегетативной регуляции в течение времени мониторинга не проявлялся как доминирующий (менее 50% от всех случаев наблюдения), тип регуляции считался нестабильным с проявлением сочетания преобладающих реакций (ВЭ, СЭ).

После окончания исследований из 17 испытуемых были выделены 1 человек с ваготонией (В), 4 человека с реакциями ваготонии и эйтонии (ВЭ); 5 человек с преобладанием эйтонии (Э); 3 человека с реакциями симпатикотонии и эйтонии (СЭ), 4 лица с преобладанием симпатикотонии (С). Числовое выражение типа вегетативной регуляции получали исходя из степени выраженности симпатической активности: -2 (В), -1 (ВЭ), 0 (Э), +1 (СЭ), +2 (С).

Статистическую обработку проводили в системе *Statistica 6.0* с помощью метода гамма-корреляции, который целесообразно использовать, если ряды сопоставляемых признаков содержат много значений с одинаковыми значениями признака [22, 23], а также метода ранговой корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сначала была сделана попытка найти общие закономерности связи эффективности биоуправления с ГГФ независимо от их типологической принадлежности. Измерения всех испытуемых были объединены в единую когорту, при этом каждому измерению были сопоставлены значения ГГФ в данные сутки, после чего были рассчитаны коэффициенты гамма-корреляции успешности БОС отдельно с ГМВ и с

изменениями полярности ММП. Величины связи оказались близкими к нулю и статистически не значимыми: $r_T = -0.097$ для геомагнитных возмущений и $r_T = +0.042$ для изменений полярности ММП. Такой результат не является неожиданным, поскольку величина и направление биологических эффектов гелиогеофизических факторов могут быть различными у организмов с разными индивидуально-типологическими свойствами [7, 11], что может обусловить нулевой эффект при тотальном усреднении.

Поэтому дальнейшая обработка данных включала в себя вычисление для каждого испытуемого индивидуальных коэффициентов гамма-корреляции успешности БОС с ГМВ и изменениями полярности ММП, и их содержательный анализ. Результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1
Индивидуальные показатели связи успешности БОС с сопутствующей гелиогеофизической обстановкой

№ испытуемого	Тип вегетативной регуляции в покое		Корреляция успешности БОС с геомагнитной возмущенностью	Корреляция успешности БОС с изменениями полярности ММП
1	-1	ВЭ	-1.00**	+1.00**
2	+1	СЭ	+0.24	+0.53**
3	+2	С	-0.08	-0.08
4	0	Э	-0.46**	+0.39*
5	0	Э	-0.43**	-0.16
6	-1	ВЭ	-0.15	+0.28
7	+1	СЭ	0.00	-0.34*
8	-1	ВЭ	-0.46**	+0.10
9	0	Э	-0.04	-0.51**
10	0	Э	-0.13	+0.01
11	-1	ВЭ	-0.35*	+0.02
12	+2	С	-0.17	-0.17
13	0	Э	-0.43**	+0.22
14	+1	СЭ	+0.61**	-0.05
15	-2	В	-0.43**	+0.26
16	+2	С	+0.08	+0.21
17	+2	С	+0.24	-0.35*

Примечание: ** – коэффициенты гамма-корреляции статистически значимы на уровне $p < 0.05$; * – коэффициенты гамма-корреляции статистически значимы на уровне $p < 0.1$.

Обнаружено, что статистически значимые корреляции (или имеющие тенденцию к достоверной связи) успешности БОС с геомагнитной возмущенностью регистрируются у лиц с типами вегетативной регуляции ВЭ (№№ 1, 6, 11 – 3 человека), В (№ 15 – 1 человек), Э (№№ 4, 5, 13 – 3 человека) и СЭ (№ 14 – 1 человек). Таким образом, у 8 из 17 испытуемых эффективность биоуправления может зависеть от геомагнитной возмущенности. Следует отметить, из этих лиц большинство (7 из 8) относятся к типам вегетативной регуляции с выраженными или, по край-

ней мере, сохранными вагусными механизмами (В, ВЭ, Э). У данных лиц регистрируется обратная зависимость степени эффективности БОС-сеанса и геомагнитной активности. У одного человека с некоторым преобладанием симпатических механизмов (№14, СЭ) выявлена статистически значимая прямая связь эффективности БОС с геомагнитной возмущенностью.

Известно, что геомагнитное возмущение у здоровых лиц вызывает в первую очередь перестройку функции центральной нервной системы [11, 12], в

том числе изменяется скорость сенсомоторных реакций. Таким образом, снижение качества условно-рефлекторной деятельности во время геомагнитных возмущений отражается и на качестве формирования корково-подкорковых взаимосвязей, что может приводить к нарушению формирования эффективной биологической обратной связи. В период геомагнитных возмущений у людей мобилизуются защитные силы, основным проявлением которых становится активизация симпатических влияний. Особенно это актуально для людей с исходно выраженными вагусными влияниями; у данных лиц направленное снижение симпатической активности в период мобилизации резервов организма биологически нецелесообразно. Поэтому у лиц с эйтонией, ваготонией или переходным типом (с преобладанием ваготонии) сеансы биологической обратной связи с целью снижения симпатической активности неэффективны на фоне геомагнитной возмущенности.

У лиц с исходной симпатикотонией (типы СЭ, С), фактор геомагнитной возмущенности, по-видимому, приводит к повышению лабильности нейроструктур, в результате чего вегетативная нервная система становится более податливой к саморегуляции. Однако достоверное увеличение эффективности БОС-сеансов при усилении геомагнитной возмущенности наблюдали лишь у 1 человека (№ 14, СЭ). У остальных лиц с преобладанием симпатических механизмов на ритм сердца (СЭ, С) эффекты биоуправления получились разнонаправленными, что выразилось в отсутствии достоверных корреляций с ГМА у лиц данных типов. Тем не менее, есть некоторая тенденция к увеличению эффективности БОС-тренинга у лиц с типами СЭ (№ 2), С (№№ 16, 17). Очевидно, что лица с преобладанием симпатических механизмов регуляции ритма сердца (СЭ, С) имеют более выраженные способности к биоуправлению с целью снижения симпатической активности именно в дни геомагнитной возмущенности. Данная закономерность нуждается в дальнейшем изучении с привлечением лиц с признаками артериальной гипертензии. В будущем

полученные результаты могут быть фундаментальной основой для проведения медико-профилактических мероприятий у лиц с нейровегетативными нарушениями на основе биоуправления с учетом геомагнитной обстановки.

Связь успешности БОС с изменениями полярности ММП менее выражена, чем с геомагнитными возмущениями. Об этом свидетельствуют разнонаправленные корреляционные связи успешности БОС и типа вегетативной регуляции у отдельных испытуемых. Тем не менее, при изменениях полярности ММП успешная реализация БОС более вероятна у представителей типов с выраженными или сохранными вагусными механизмами (о чем будут свидетельствовать ниже приведенные данные). В предыдущих исследованиях было показано, что в результате длительного мониторинга установлено, что среди вегетативных реакций на фактор смены знака ММП у испытуемых преобладают снижение симпатической активности или увеличение парасимпатической активности [8].

Далее для выявления общих тенденций связи типа вегетативной реактивности с успешностью БОС при различных вариациях геомагнитного поля было проведено сопоставление полученных индивидуальных коэффициентов гамма-корреляции (из табл. 1) с типом вегетативной регуляции испытуемых с помощью метода ранговой корреляции Спирмена.

Результаты этого анализа графически представлены на рис. 1 (для связи успешности БОС с ГМВ) и рис. 2 (для связи успешности БОС с изменениями полярности ММП): при этом выявляются зависимости их величины от типа вегетативной реактивности испытуемых. Так, ранговая корреляция Спирмена (с поправкой на связанные ранги) вегетативной регуляции (при ранжировании их типов по возрастанию симпатической активности) и геомагнитной возмущенностью является положительной ($r_s = +0.68$, $p < 0.003$), а между типом вегетативной реактивности и изменчивостью знака ММП – отрицательной ($r_s = -0.4851$, $p < 0.043$).

Выявленные тенденции подытожены в табл. 2.

Таблица 2

Выявленные тенденции связи успешности БОС с гелиогеофизической обстановкой в зависимости от преобладающего типа вегетативной реактивности

Тип вегетативной реактивности	Преобладание вагусных ← механизмов ритма сердца, либо нормотония	→ Преобладание симпатических механизмов ритма сердца
ГГФ		
Геомагнитные возмущения	БОС успешней на фоне магнитоспокойной обстановки	БОС успешней на фоне магнитовозмущенной обстановки
Изменения полярности ММП	БОС успешней на фоне изменений полярности ММП	БОС успешней на фоне устойчивой полярности ММП

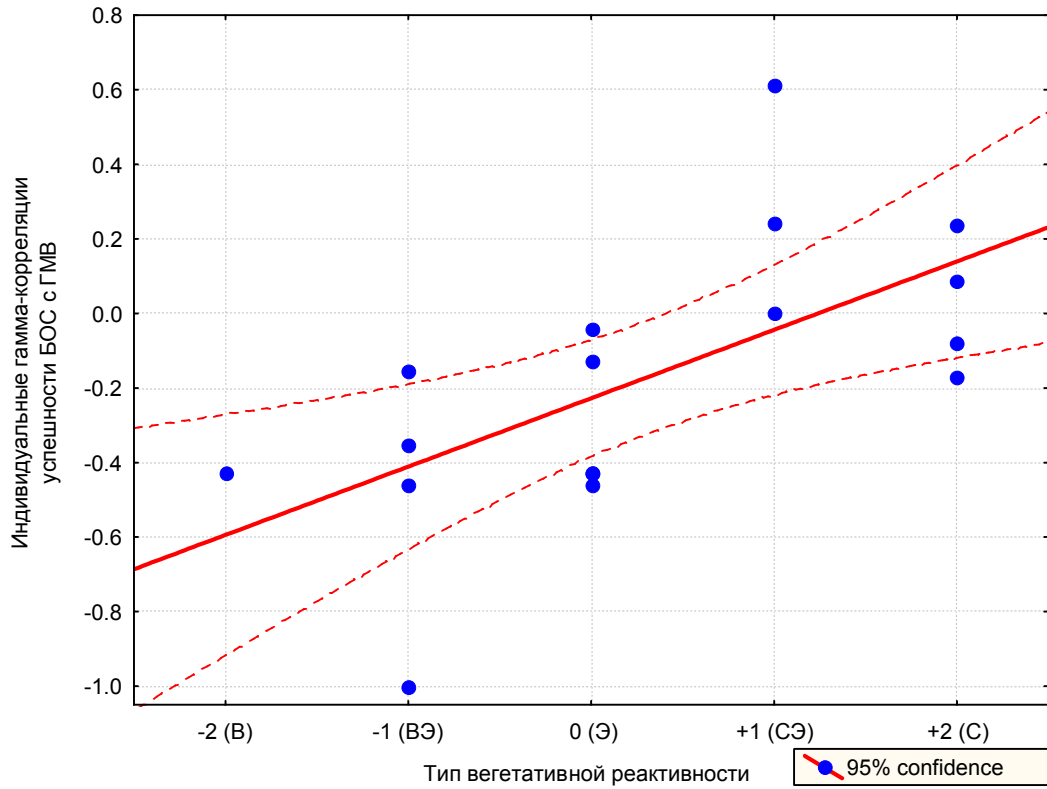


Рис. 1. Сопоставление индивидуальных коэффициентов гамма-корреляции между успешностью БОС и геомагнитной возмущенностью с типом вегетативной реактивности испытуемых.

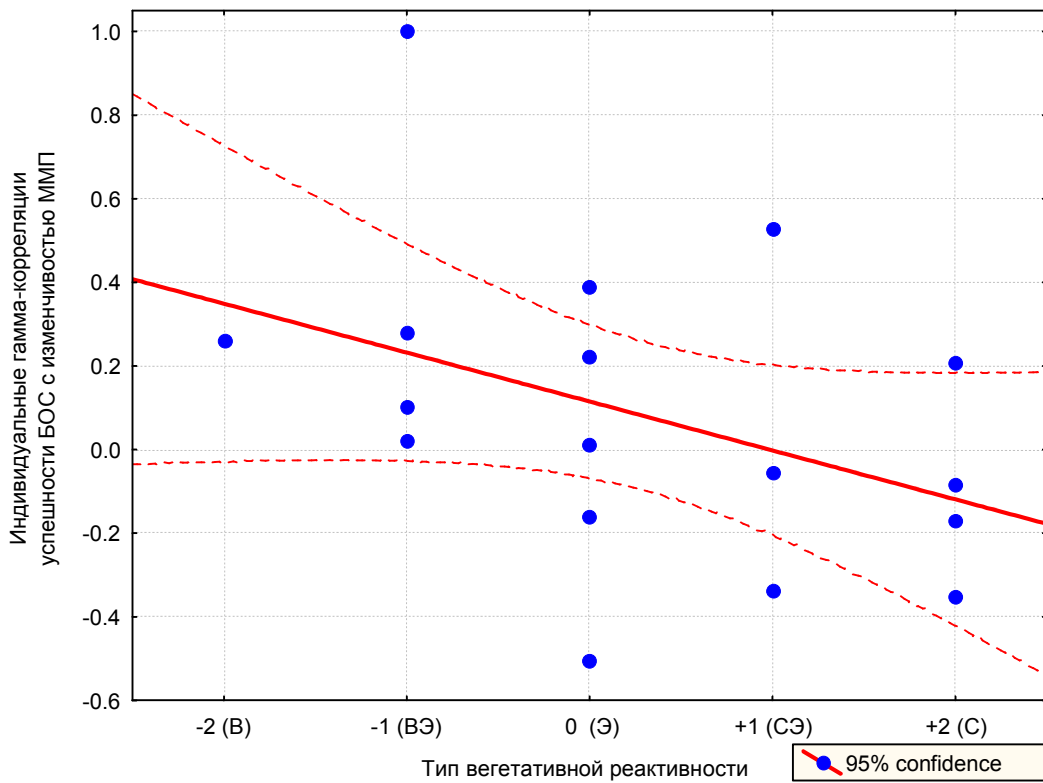


Рис. 2. Сопоставление индивидуальных коэффициентов гамма-корреляции между успешностью БОС и изменчивостью ММП с типом вегетативной реактивности испытуемых.

Обозначенные тенденции согласуются с результатами исследования зависимости неспецифических адаптационных реакций организма от ГГФ у представителей разных типов вегетативной реактивности: лица с ваготоническим типом регуляции более чувствительны к фактору геомагнитной возмущенности, нежели с симпатикотоническим типом; с повышением геомагнитной возмущенности реактивность организма ваготоников имеет тенденцию сильнее сдвигаться в сторону неспецифической адаптационной реакции стресса [6, 9].

Результаты, полученные в настоящем исследовании, открывают перспективы дальнейших исследований и ставят новые вопросы: как будет изменяться успешность БОС в случае совпадения во времени геомагнитных возмущений и смен знака ММП? Как изменяется успешность БОС во время повышения вспышечной активности Солнца? Стоит отметить, что вспышечная активность была на очень низком уровне во время проведения рассмотренного эксперимента.

Было бы полезно использовать другие варианты типизации испытуемых, а также проанализировать зависимость эффективности БОС по другим электрофизиологическим показателям (например, по частотно-амплитудным характеристикам ЭЭГ) от гелиогеофизической обстановки. В перспективе подобные исследования имеет смысл провести в разных климатических зонах, сопоставив успешность БОС не только с гелиогеофизическими факторами, но и с другими метеорологическими и экологическими показателями.

ВЫВОДЫ

1. На фоне магнитовозмущенной обстановки вероятно снижение качества биоуправления параметрами ритма сердца у лиц с преобладанием вагусных механизмов на ритм сердца.

2. На фоне изменений полярности межпланетного магнитного поля существует вероятность снижения эффективности биоуправления параметрами ритма сердца у испытуемых с преобладанием симпатических механизмов на ритм сердца.

3. В процессе применения метода биологической обратной связи следует учитывать индивидуально-типологические черты физиологического статуса испытуемого и фоновые показатели гелиогеофизической обстановки.

ЛИТЕРАТУРА

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

2. Биоуправление в клинической практике / Штарк М. Б., Павленко С. С., Скок А. Б., Шубина О. С. // Неврологический журнал. – 2000. – Т. 5, № 4. – С. 52-56.

3. Бреус Т. К., Раппопорт С. И. Магнитные бури: медико-биологические и геофизические аспекты. – М.: Советский спорт, 2003. – 192 с.

4. Владимирский Б. М., Темурьянц Н. А. Влияние солнечной активности на биосферу – ноосферу (Гелиобиология от А. Л. Чижевского до наших дней). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2000. – 374 с.

5. Волновая структура сердечного ритма и ее связь с вариациями интенсивности потока гамма-квантов вторичного космического происхождения / Салихов Н. М., Пак Г. Д., Крякунова О. Н., Чубенко А. С. // Мат. IV Всероссийского симпозиума с междунар. участием «Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение». – Ижевск: УдГУ, 2008. – С. 307-310.

6. Григорьев П. Е. Связь адаптационных реакций с гелиогеофизическими факторами у испытуемых с различным вегетативным статусом // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. XV, № 2. – С. 133-135.

7. Григорьев П. Е., Мартынюк В. С., Темурьянц Н. А. Инфранианная ритмика физиологических показателей крыс с разными конституциональными особенностями и вариации космической погоды // Таврический медико-биологический вестник. – 2003. – №3. – С. 142-148.

8. Григорьев П. Е., Поскотинова Л. В. Индивидуальные особенности связей динамики вегетативных регуляторных процессов с гелиометеофакторами // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2007. – Т. 20 (59), № 1. – С. 47-57.

9. Индивидуальная чувствительность человека к гелиогеофизическим факторам / Верко Н. П., Григорьев П. Е., Кокарева М. А., Добрева И. И. // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58), №4. С. 41-46.

10. Кочурина Н. А., Медведев М. А., Земляков Ю. И. Адаптивные возможности студентов, использующих электронные средства обучения // Бюллетень СО РАМН. – 2005. – № 13 (117). – С. 102-105.

11. Макарова И. И. Усиление напряжения геомагнитного поля Земли изменяет активность правого полушария мозга // Тез. Докл 2-го Междунар. Конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». – СПб, 2000. – С. 42.

12. Медико-биологические эффекты геомагнитных возмущений / Агаджанян Н. А., Ораевский В. Н., Макарова И. И., Канониди Х. Д. – М.: «Тривант», 2001. – 136 с.

13. Метод биологической обратной связи в комплексном лечении больных бронхиальной астмой / В. А. Дробышев, Е. А. Иванюков, Э. В. Никитина и др. // Биологическая обратная связь. – 2000. – № 1. – С. 52-53.

14. Ноздрачев А. Д., Щербатых Ю. В. Современные способы оценки функционального состояния

автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 6. – С. 95-101.

15. Одинцов В. И., Конрадов В. И. Роль секторной структуры ММП в геомагнитных, физико-химических и биофизических процессах // Геофизические процессы и биосфера. – 2005. – Т. 4, № 1/2. – С. 5-18.

16. Особенности синхронизации физиологических процессов у крыс с вариациями космической погоды при гипокинезии и действии КВЧ-излучения / Григорьев П. Е., Мартынюк В. С., Темуриянц Н. А., Чуян Е. Н. // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. Труды Крымского гос. мед. ун-та им. С.И.Георгиевского. – 2004. – Т. 141. – С. 45-49.

17. Патент – 2317771 РФ, МПК А61В5/0452. Способ коррекции вегетативных дисбалансов с помощью комплекса для обработки кардиоинтервалограмм и анализа variability сердечного ритма “Варикард 2.51”, работающего под управлением компьютерной программы ISCIM 6.1 (BUILD 2.8), с использованием биологической обратной связи / Поскотина Л. В., Семенов Ю. Н.; Институт физиологии природных адаптаций УрО РАН. – № 2006110652/14; Заяв.

03.04. 2006; Опубл. 27.02.2008. – Бюлл. № 6.

18. Темуриянц Н. А., Грабовская Е. Ю., Нагаева Е. И. Некоторые причины невоспроизводимости результатов исследований биологической эффективности слабых ПЕМП СНЧ // Геополитика и геоэкодинамика регионов. – 2007. – Т.3, №1. – С. 46-59.

19. Темуриянц Н. А., Владимирский Б. М., Тишкин О. Г. Сверхнизкочастотные электромагнитные сигналы в биологическом мире. – К.: Наукова Думка, 1992. – 188 с.

20. Шварц М. С. Современные проблемы биоуправления // Биоуправление-3. Теория и практика. – Новосибирск, 1998. – С. 14-24.

21. Effect of common driving sources to the feedback analysis of heart rate variability / K. Yana, S. Nishiyama, K. Mitsui et al. // Methods Inf Med. – 2007. – Vol. 46(2). – P. 202-205.

22. Reliability of Health Information on the Internet: An Examination of Experts' Ratings / Craigie M., Loader B., Burrows R., Muncer S. // J Med Internet Res. – 2002. – N 4 (1). – e 2.

23. Siegel S. Castellan N. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. – New York: McGraw Hill Book Co., Inc., 1988. – 312 p.