

43. Марієвський В. Ф. Внутрішньолікарняний гепатит В статистика та реалії / В. Ф. Марієвський // Вестник гигиены и эпидемиологии. — 2005. — Т. 9, № 1. — С. 99—102.
44. Марієвський В. Ф. Епідеміологічна характеристика внутрішньолікарняних гепатитів В і С та стратегія їх профілактики в сучасних умовах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. мед. наук: спец. 14.02.02 — «Епідеміологія» / В. Ф. Марієвський. — К., 2006. — 36 с.
45. Проект концепции общегосударственной программы профилактики парентеральных вирусных гепатитов в Украине. — 2010. — Режим доступа: www.geratix.com.
46. Шагинян В. Р. Вакцинопрофилактика гепатита В в Украине / В. Р. Шагинян, А. Л. Гураль // Український медичний часопис. — 2006. — № 3 (53). — www.umj.com.ua/article/473/.
47. Рязанцева Н. В. Роль иммунофенотипических и цитогенетических изменений лимфоцитов крови в механизмах хронизации вирусной инфекции / Н. В. Рязанцева, О. Б. Жукова, В. В. Новицкий [и др.] // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. — 2003. — № 6 (13). — С. 39—42.
48. Сергеев В. А. Вирусы и вирусные вакцины / В. А. Сергеев, Е. А. Непоклонов, Т. И. Алипер. — М.: «Библионика», 2007. — 524 с.
49. Фролов А. Ф. Персистенция вирусов гриппа А и ее роль в эпидемическом процессе / А. Ф. Фролов // Журн. Микробиол., эпидемиол. и иммунобиол. — 1987. — № 12. — С. 110—113.

УДК: 612.822.8

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ И СОВРЕМЕННАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ ПРАКТИКА

А. Л. Кулик, Н. И. Яблчанский

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, Украина

В обзоре рассмотрена технология биологической обратной связи — перспективного направления в современной клинической медицине. Изложена история метода и различные варианты технической реализации контуров биологической обратной связи. Оценена эффективность применения метода в клинической практике на примере хронической сердечной недостаточности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: биологическая обратная связь, регуляторные системы организма, вариабельность сердечного ритма, сердечная недостаточность

БИОЛОГІЧНИЙ ЗВОРОТНІЙ ЗВ'ЯЗОК І СУЧАСНА КЛІНІЧНА ПРАКТИКА

О. Л. Кулик, М. І. Яблчанський

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Україна

В огляді розглянуто технологію біологічного зворотного зв'язку — перспективного напрямку у сучасній клінічній медицині. Викладена історія методу і різні варіанти технічної реалізації контурів біологічного зворотного зв'язку. Оцінено ефективність застосування методу в клінічній практиці на прикладі хронічної серцевої недостатності.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: біологічний зворотний зв'язок, регуляторні системи організму, варіабельність серцевого ритму, серцева недостатність

BIOFEEDBACK AND MODERN CLINICAL PRACTICE

A. L. Kulik, N. I. Yabluchansky

V. N. Karazin Kharkov National University, Ukraine

In the review the technology of biofeedback is examined — promising direction in modern clinical medicine. The history of the method and variants of the technical implementation of the contours of biofeedback is described. The efficiency of the method in clinical practice on the example of chronic heart failure is discussed.

KEY WORDS: biofeedback, regulatory systems of the body, heart rate variability, heart failure

Термин «биологическая обратная связь» (биофидбек) предложен в конце 1960-х гг. для описания лабораторных процедур, использовавшихся в обучении испытуемых изменять активность мозга, артериальное давление (АД), частоту сердечных сокращений (ЧСС) и другие физиологические параметры, которые в обычных условиях не поддаются контролю [1, 2].

Сегодня понимание биологической обратной связи (далее биофидбека) расширилось и под нею понимают «технология, включающую в себя комплекс исследовательских, лечебных и профилактических физиологических процедур, в ходе которых пациенту посредством внешней цепи обратной связи, организованной преимущественно с помощью микропроцессорной или компьютерной техники, предьявляется информация о состоянии и изменении тех или иных собственных физиологических процессов» [3].

История метода

Первые работы в области биофидбека были выполнены в клинической нейрофизиологии. В 1958 г. Kamiya [4, 5] начал изучать изменения альфа-ритма электроэнцефалограммы (ЭЭГ) испытуемых (альфа-нейрофидбек) при выполнении различных ментальных упражнений. В целях выработки дискриминационного условного рефлекса по условиям опыта периодически звонил колокольчик, а испытуемый должен был сам указать, «генерировал» ли его мозг альфа-ритм непосредственно перед аудиторным стимулом. Многие испытуемые смогли обучиться этому, что привело к дальнейшим исследованиям управления альфа-ритмом.

В последующем Kamiya и сотр. [6] продемонстрировали, что испытуемые могли подавлять активность альфа-ритма, когда им предоставлялась звуковая информация о его наличии. Хотя первоначальные ожидания от возможности произвольно управлять альфа-ритмом оказались преувеличенными, эти исследования были продолжены, так как предполагалось, что они в конечном итоге могут привести к разработке более эффективных клинических методов биофидбека.

Несмотря на оптимистичные ожидания, не удалось продемонстрировать четкую корреляцию между высокой плотностью альфа-ритма и субъективным ощущением покоя и расслабленности. Как оказалось, альфа-ритм не имеет универсального стресс-снижающего действия, отмеченного в ранних исследованиях [7]. Однако, это не послужило причиной полного отказа от концепции нейрофидбека и впоследствии появились многие

другие виды лечения с использованием биофидбека.

Так, Martin Orne и сотр. оспорили утверждение, что альфа-нейрофидбек фактически означает тренинг индивидуума произвольно регулировать мозговую деятельность [8]. В ответ на это J. Hardt и J. Kamiya опубликовали статью, в которой доказывали эффективность нейрофидбека, и что его эффективность не зависела от визуально-моторной информации [9].

В 1978 г. Ancoli и Kamiya исследовали, является ли или нет усиление альфа-ритма на ЭЭГ результатом снижения визуального и глазодвигательного ответа [10]. Они провели метаанализ 45 различных исследований нейрофидбека и пришли к выводу, что в большинство выполненных ранее исследований страдали от методологических недостатков. По их выводам, многие негативные результаты появились из-за слишком короткого периода обучения и неоптимальных условий биофидбека. Как результат, ими было предложено проводить не менее 4 учебных занятий с непрерывным биофидбеком, каждое продолжительностью не менее 10 минут с количественной оценкой достигаемых результатов тренировки.

В дальнейшем, Barry Sterman и сотр. продемонстрировали высокую эффективность нейрофидбека с использованием бета-ритма (бета-нейрофидбек), включая и роль сенсомоторной ритмической активности ЭЭГ [11]. Бета-нейрофидбек был использован в лечении эпилепсии [12, 13], синдрома дефицита внимания и гиперактивности (СДВГ) [14]. Сенсомоторный ритм (SMR, СМР) является ритмической активностью мозга в диапазоне 12–16 Гц, которая может быть зарегистрирована вблизи сенсомоторной области коры. СМР регистрируется во время бодрствования и очень похож, если не идентичен, веретенам сна, которые возникают во второй стадии сна.

Также В. Sterman показал, что у обезьян и кошек, прошедших СМР-тренинг отмечались повышение порогового уровня монометилгидразина (вещества, вызывающего судороги). Эти исследования показывают, что СМР связан с процессами торможения в двигательных областях коры и, следовательно, усиление СМР через оперантные рефлексы увеличивает способность контролировать припадки [13].

Исследования сканограмм мозга позволили связать СДВГ с изменениями работы коры передней поясной извилины (anterior cingulate cortex, ACC) в задачах, связанных с выборочным вниманием. В 2006 г. Johanne Levesque и сотр. опубликовали результаты

исследований функциональной МРТ (fMRI), демонстрирующие нормализацию активации АСС в задачах с выборочным вниманием у испытуемых с СДВГ, прошедшим нейрофидбек-тренинг. Испытуемые были рандомизированы либо в группу нейрофидбека, либо в группу контроля; в группе контроля не было отмечено никаких изменений в активации АСС по сравнению с группой нейрофидбека [15].

В последние 15–20 лет отмечается резкое повышение интереса к нейрофидбеку, связанное с более глубоким пониманием тонких механизмов, лежащих в его основе. Нейрофидбек с альфа- и тета-ритмом использовался в лечении алкогольной [16–20] и других зависимостей, а также тревожных расстройств [21–22]. Нейрофидбек на этих низких частотах сильно отличается от нейрофидбека с бета-ритмом или СМР. Бета- и СМР-нейрофидбек можно рассматривать как наиболее физиологичный метод, усиливающий процессы торможения в сенсомоторных зонах коры и подавляющий альфа-ритм. С другой стороны, альфа-тета-нейрофидбек, имеет в своей основе психотерапевтическую модель и включает в себя доступ к болезненным или подавленным воспоминаниям через альфа-тета состояние (термин, который происходит от регистрируемого паттерна ритма на ЭЭГ).

В 2010 г. Т. Ros и соотр. было проведено исследование, впервые продемонстрировавшее наличие нейропластического эффекта, происходящие непосредственно после нейрофидбека [23]. Как было показано, достаточно получасового сеанса нейрофидбека, чтобы вызвать длительные изменения в возбудимости коры головного мозга и корковой активности. Авторы отметили, что ответ коры на транскраниальную магнитную стимуляцию (transcranial magnetic stimulation, TMS) был значительно усилен после нейрофидбека и сохранялся, по крайней мере, 20 минут.

Одной из интересных областей исследований биофидбека стала эмпирическая оценка висцеральных или гладкомышечных оперантных условных рефлексов, принимая во внимание, что в 1938 г. Skinner не смог продемонстрировать выработку оперантного вазоконстрикторного условного ответа [24].

N. Miller и соотр. (прежде всего, L. DiCara) занимались выработкой оперантных условных рефлексов вегетативной нервной системы на животных. В 1968 г. DiCara и Miller [25] продемонстрировали, что курарезированных крыс можно научить избегать удара электрическим током, снижая частоту сердечных сокращений. Хотя попытки Miller

повторить эти результаты были неудачными, все же удалось показать, что висцеральные оперантные условные рефлексы с помощью биофидбека могут быть выработаны и у человека [26].

Были ли первоначальные выводы Miller искажены артефактами измерений или сложным взаимодействием различных факторов, не известно до сих пор. Однако публикация его ранних исследований по висцеральным оперантным условным рефлексам у животных заинтересовала многих ученых и вдохновила исследовать подобные явления на человеке, что и привело в конечном итоге к разработке новых, более сложных технологий биофидбека.

H. D. Kimmel исследовал инструментальные оперантные условные рефлексы вегетативной нервной системы (ВНС) у человека. Опираясь на результаты более ранних экспериментов в развитии оперантных условных рефлексов управления кожногальваническими реакциями (КГР), он обнаружил, что изменение КГР субъектов могло быть обусловлено использованием приятных запахов [27]. Далее он просуммировал итоги исследований, в том числе 16 исследований биофидбека с КГР, 5 — с сердечным ритмом и 3 — вазомоторными реакциями, которые поддержали предположение, что на ВНС можно влиять с помощью оперантных условных рефлексов [28].

Эти выводы были подвергнуты критике Katkin и Murray [29], которые тоже получили положительные результаты, но связывали их с эффектом медиаторов.

Lang и Melamed продемонстрировали формирование оперантного рефлекса у девятимесячного ребенка [30]. Впоследствии, Frezza и Holland [31] показали, что слюноотделение у человека также можно контролировать с помощью оперантных условных рефлексов.

Elmer и Alyce Green [32] разработали клинический протокол для тренировки управления кожей температурой с помощью биофидбека. Использовались данные о периферической температуре кожи в качестве меры вазодилатации и комбинацию температурного биофидбека с аутогенной тренировкой Schultz и Luthe [33].

Sargent, Green и Walters [34] применили температурный биофидбек для лечения мигрени. Пациентов обучали повышать температуру кончиков пальцев (вазодилатация), снижая температуру в области лба (вазоконстрикция). По их данным почти 75 % испытуемых смогли уменьшить продолжительность и интенсивность приступов мигрени. Более поздние исследования подтвердили эти результаты.

Thomas Budzynski и соотр. использовали электромиографическую тренировку (ЭМГ-биофидбек) для обучения пациентов снижать напряжение в мышцах лба при головных болях мышечного генеза [35]. Они показали, что за 16-недельный период тренировки снизились интенсивность головных болей и средний уровень мышечного напряжения с 10 до 3,5 микровольт. В их исследованиях были предусмотрены две контрольные группы пациентов с головной болью — первая группа получала «ложный» или псевдобифидбек, а во второй группе бифидбек не применялся вообще. Ни в одной из них не отмечалось такого же улучшения, как в группе ЭМГ-бифидбека.

В 1960 Marinacci и Horande продемонстрировали, что ЭМГ-бифидбек может быть применен в лечении нервно-мышечных расстройств [36]. В 1977 г. Vaker и соотр. предложили шкалу для стратификации пациентов, перенесших инсульт, по степени прогресса в восстановлении нервно-мышечного контроля [37]. Vasmajian показал, что пациенты могут обучиться контролировать активность отдельных мотонейронов [38, 39]. При постоянных физических упражнениях с ЭМГ-бифидбеком, функционирование мышц во многих случаях может быть постепенно восстановлено, даже в тех случаях, когда она была полностью утрачена. В Brucker занимался практическим применением этой методики восстановления контроля над отдельными мышечными группами при травмах спинного мозга и других случаях паралича. К сожалению, этот впечатляющий прорыв в лечении различных видов параличей и парезов еще не широко известен. J. Cram и S. Donaldson разработали стандартизованные методы ЭМГ-бифидбека специальные упражнения для различных групп мышц.

В связи с накоплением значительного числа исследований в 1968 г. в Санта-Монике, США, было проведено первое заседание Bio-Feedback Research Society (BRS). В 1976 г. BRS была переименована в Biofeedback Society of America (BSA).

В 1981 г. основана независимая неприбыльная организация Biofeedback Certification Institute of America (BCIA), в марте 2010 г. переименованная в Biofeedback Certification International Alliance (<http://www.bcia.org/>), имевшая своей целью сертификацию и контроль приборов и методик бифидбека, а также обучение и сертификацию врачей, практикующих бифидбек.

В дальнейшем, в связи с расширением поля деятельности, в 1989 г. BSA была переименована в Association for Applied Psy-

chophysiology and Biofeedback (AAPB, <http://www.aapb.org/>). В 1995 г. было основано Society for the Study of Neuronal Regulation (SSNR), в 2006 переименованное в International Society for Neurofeedback & Research (ISNR, <http://www.isnr.org/>). По примеру США, в ряде других стран были созданы организации и профессиональные общества, занимающиеся проблемами бифидбека, например в Чехии (Feedback Institute, Ltd. and EEG-Biofeedback institute, <http://www.eeg-bfb-i.cz>), Австрии (The Austrian Society of Biofeedback and Psychophysiology, <http://www.austria-biofeedback.at/>), Франции (BFKT — Association pour l'Enseignement du Biofeedback Thérapeutique, <http://www.bek.fr>), Германии (Biofeedback in der Medizin, <http://www.schlafmedizin.com/>) и т. д., многочисленные региональные и международные конференции. В 1996 г. был основан Biofeedback Foundation of Europe (BFE, <http://www.bfe.org/>). В 2008 г. произошло объединение ресурсов AAPB, BCIA и ISNR в Biofeedback Neurofeedback Alliance [40].

По проблемам бифидбека выпускается два специализированных научных журнала: Biofeedback Magazine (<http://www.aapb-biofeedback.com/toc/biof/current>) и Applied Psychophysiology and Biofeedback Journal (<http://www.aapb.org/magazine.html>)

Контурь и технологии бифидбека

Контурь бифидбека обычно реализуются через регистрацию доступных для измерения быстрореактивных физиологических параметров, например, таких как кожная температура, кожно-гальваническая реакция, биоэлектрическая активность мышц или головного мозга, частоты дыхания или сердечных сокращений, вариабельности сердечного ритма, артериального давления, и др. [1]. Наиболее распространенным являются контурь кожной термометрии, кожно-гальванической реакции, электромиографии, дыхания, ЭЭГ, вариабельности сердечного ритма.

Бифидбек с контуром кожной термометрии является одним из самых первых и простых. Технически прибор температурного бифидбека состоит из пластинки, меняющей свое сопротивление в зависимости от температуры. Электрическое сопротивление пластины измеряется и может быть преобразовано обратно в градусы температуры, и отображены в виде графика или рисунка для обратной связи с испытуемым. Хотя кожная температура в основном, отражает диаметр артериол, повышение и понижение температуры реализуются через различные механизмы и их регуляция требует различ-

ных навыков [41]. Так, повышение температуры на руках реализуется через дилатацию артериол, вызываемую бета2-адренергическими гормональными влияниями [42]. Снижение кожной температуры происходит из-за вазоконстрикции, вызываемой повышением активности симпатических С-волокон [43]. Метод является неинвазивным и требует только крепления датчика на коже (обычно, на кончиках пальцев), электро-травма при этом полностью исключена. Температурный биофидбек применяется в лечении хронической боли, головной боли (мигрени и головной боли напряжения), артериальной гипертензии, болезни Рейно, при тревожных расстройствах и стрессе [44].

Биофидбек с контуром кожно-гальванической реакции (КГР). КГР основывается на оценке изменений биоэлектрических свойств поверхности кожи в связи с состоянием и изменением активности потовых желез, как компоненте оборонительных, эмоциональных и др. реакций организма. Датчик КГР-биофидбека представлен двумя (или более) накожными электродами, которые измеряют изменения электрического сопротивления кожи во время сеанса (или обучению приемам) психической релаксации. КГР-биофидбек используется, как правило, в стресс-менеджменте и других психотерапевтических техниках [45,46]. Было показано, что во время сеансов медитации и релаксации электрическое сопротивление кожи возрастает, а при стрессе и отрицательных эмоциях снижается.

Биофидбек с сочетанием температурного и кожно-гальванического контуров заключается в том, что испытуемому одновременно предъявляются информация с двух типов датчиков — температурного и КГР. Пациент, получая данную информацию, обучается лучше контролировать свое эмоциональное состояние. Это сочетание контуров часто используется в психотерапии в лечении некоторых заболеваний (мигрень, болезнь Рейно) [44], зачастую в сочетании с аутогенной тренировкой.

Биофидбек с контуром электромиографии (ЭМГ) использует биоэлектричество, возникающее при работе мышц как индикатор мышечного напряжения. ЭМГ-сигнал считывается с помощью электродов, расположенных на интересующих исследователя группах мышц. Пациент получает информацию о степени напряжения исследуемой мышцы и учится произвольно добиваться ее расслабления. В настоящее время ЭМГ-биофидбек как стандартный метод терапии используется в лечении мышечной ригидности и мышечных спазмов, болевого

синдрома и в физиотерапии для восстановления нервно-мышечного контроля [47–50]. ЭМГ-биофидбек является также стандартным компонентом любой программы общей релаксации [51].

Биофидбек с контуром дыхания. В этом контуре может быть использованы различные приборы: например, усилители (динамики), позволяющие слышать свое собственное дыхание, спирометры, пневмографы, капнометры. Такие инструменты могут обучать пациента правильному ритму и глубине дыхания и даже стимулировать переход от грудного дыхания на считающееся более здоровым диафрагмальное или брюшное дыхание. Дыхательный биофидбек применяется при тревожных расстройствах, астме, хронических обструктивных заболеваниях легких, артериальной гипертензии, панических атаках и стрессе [44, 52].

Биофидбек с контуром электроэнцефалографии (ЭЭГ) или нейрофидбек (NFB) — метод, с которого собственно и началось развитие биофидбека. Испытуемому предъявляются показания биопотенциалов мозга, регистрируемые при помощи электроэнцефалографа или просто информация о преобладающем ритме и в конце процесса обучения испытуемый может сознательно менять паттерн своей ЭЭГ. Нейрофидбек применяется в лечении таких состояний, как алкогольная зависимость [16–20], СДВГ [53–54], тревожные расстройства [21–22] (включая обсессивно-компульсивные расстройства и посттравматический стресс), депрессии [55], мигрени и генерализованные эпилептические припадки.

Биофидбек с контуром variability сердечного ритма (BCP), когда испытуемому предъявляются данные анализа последовательности R-R интервалов, отражающие деятельность регуляторных систем организма.

BCP-биофидбек реализуется в различных вариантах. Первые методики заключались в применении бихевиористской психотерапии, релаксации или управления стрессом с использованием техники BCP, как индикатора равновесия регуляции. Приборы BCP-биофидбека, разработанные позднее, могут «руководить» испытуемым для поддержания оптимального соотношения деятельности регуляторных систем организма или смещения их баланса в необходимую сторону. В последнее время в контурах BCP-биофидбека применяется так называемая респираторная синусовая аритмия (PCA, RSA) — тонкая картина изменения ЧСС, которая связана с типом дыхания и регулирующим влиянием блуждающего нерва на сердце. При этом

прибор ВСП-биофидбека задает испытуемому частоту дыхания, которая усиливает симпатические или парасимпатические влияния на сердце [56–57].

ВСП-биофидбек применяют в лечении артериальной гипертензии [60], астмы [61, 62], депрессии [63, 64], фибромиалгии [65], др.

Регуляторные системы в биофидбеке

Биофидбек представляет собой инструмент оптимизации регуляторных систем организма путем самоконтроля или внешнего контроля с целенаправленным изменением отражающих их функциональных показателей через инструментальное замыкание петли обратной связи между контролируемыми функциональными показателями и мозгом [66].

Все регуляторные системы условно могут быть разделены на три звена: аффекторное (сенсорное, чувствительное), интегративное (центральное), эффекторное (моторное или двигательное) [67].

Аффекторное звено представлено органами чувств и различными рецепторами (чувствительные нервные волокна, зрение, слух, осязание, термо-, механо-, баро-, хемо-, осморцепторы и т. д.) [68].

Интегративное звено представлено, собственно, центральной нервной системой и производит динамическую оценку, анализ и синтез поступающей информации, принимает и передает на моторное звено принимаемые решения, направленные на оптимизацию регуляторных систем организма в соответствии с задачами биофидбека [69]. Это, в первую очередь, автономная нервная система, высшие вегетативные центры, прежде всего, межоточного мозга, с представительством в моторной, премоторной, орбитальной и иных зонах коры мозга [70].

Связанный с межоточным мозгом гипоталамус имеет связи с корой, вегетативными центрами ствола головного и спинного мозга, и контролирует безусловно- и условнорефлекторную регуляцию дыхания, кровообращения, метаболизма, др. [70].

Ниже анатомически находятся мезоэнцефалический и бульбарный вегетативные центры. От бульбарного центра (в числе других) исходят блуждающие нервы, которые входят в состав парасимпатической нервной системы (ПНС). И наконец, в боковых рогах спинного мозга находятся тораколюмбальный и сакральный вегетативные центры спинного мозга, первый образует начальную часть симпатической нервной системы (СНС), а второй — сакральный отдел парасимпатической нервной системы [71]. Благодаря тому, что автономная нерв-

ная система на различных уровнях связана с корой, режим работы интегративного звена может быть изменен (в определенных рамках) эмоциями или сознательным волевым актом, а формирующиеся при этом нейронные связи в коре способствуют закреплению навыков управления физиологическими параметрами.

Эфферентные импульсы передают сигнал на эффекторное звено (миокард, гладкомышечные волокна, скелетные мышцы, железы, др.) с целью выполнения необходимых действий [71].

Из-за тесного переплетения контуров регуляции точкой воздействия биофидбека может стать любой физиологический параметр. Так, задавая ритм дыхания, можно влиять на ЧСС и параметры ВСП.

Любой параметр, вынесенный вовне с помощью инструментальной петли обратной связи и тем самым «предъявленный» испытуемому, может стать предметом регуляции в биофидбеке.

Взаимозаменяемость контролируемых физиологических параметров и контуров — одна из замечательных особенностей технологии биофидбека.

Эффективность биофидбек-регуляции связана с формированием соответствующих нейронных связей [23] и возможностью последующего прямого доступа к ним, а также с вовлечением в петли биофидбека не только эффекторных (симпатический и парасимпатический отделы ВНС, гуморальная система), но и сенсорных (зрение, слух) систем, а также с пластичностью головного мозга.

Наиболее перспективным с нашей точки зрения представляется РСА-ВСП-биофидбек, в котором не используются психологические техники, а управляющие ритмом сигналы предъявляются испытуемому через реальный или программный метроном с вовлечением зрительного или/и слухового анализаторов и включением в петлю обратной связи сердечно-сосудистой и дыхательной систем, имеющих тесные связи между своими управляющими центрами в продолговатом мозге [70].

Использование управляемого метрономизированного дыхания позволяет оценить связи между самими ядрами дыхательного центра, связи этих ядер с ядрами блуждающего нерва, и с высшими отделами коры головного мозга. Подчиненность (до определенного предела) дыхательного центра высшим отделам коры опосредует прямые центральные влияния на спектр ВСП. Тесная функциональная связь дыхательных и парасимпатических ядер у здоровых людей и ее частые нарушения у больных с различными

заболеваниями позволяют оценивать качество этой связи в дыхательных пробах, что имеет огромное клиническое значение [70].

Биологическая обратная связь в современной клинической практике

Миниатюризация и удешевление микропроцессорной техники привело к ее широкому распространению практически во всех сферах человеческой деятельности [72], в том числе и медицине [73].

Возможность считывать и обрабатывать информацию об изменениях разнообразных биологических параметров в контурах биофидбека в режиме реального времени (особенно это касается ВСП-биофидбека) упростило и стандартизировало процедуры и дало возможность получать контролируемые результаты.

В последние годы помимо персональных компьютеров, ноутбуков, нетбуков стало возможным в реализации биофидбека использование смартфонов и иных мобильных устройств [74–76].

Биофидбек сегодня применяется в пульмонологии [61, 62], гастроэнтерологии [77–80], педиатрии [81–83], урологии [84–85], гериатрии, иных разделах медицины [86], однако магистральными направлениями остаются неврология и кардиология [87].

Одно из наиболее широких распространений он получил в кардиологии, где используется в лечении артериальной гипертензии, стенокардии, инфаркта миокарда [87], др.

Так как все сердечно-сосудистые заболевания объединяет хроническая сердечная недостаточность (ХСН), как их закономерный исход, есть смысл в рамках обзора остановиться на опыте использования биофидбек именно при ХСН.

ХСН включает в себя снижение насосной функции сердца и, соответственно, снижение кровоснабжения органов. В ответ на снижение насосной функции сердца происходит активация симпатических нервов сердца [88], что приводит к стимуляции бета-адренергических рецепторов кардиомиоцитов и гладкомышечных клеток сосудов, и результирующее увеличение числа сердечных сокращений помогает справиться с текущей гемодинамической нагрузкой.

Если нарушение сердечной деятельности наступило остро и является ограниченным во времени, СНС компенсирует его. Однако, постоянная гиперактивация СНС, в конечном итоге, создает больше проблем, чем решает при ХСН [88, 89]. Клеткам миокарда требуется больше энергии, происходит развитие оксидативного стресса, снижение чув-

ствительности рецепторов, активация процессов некроза и апоптоза. В результате, декомпенсация ХСН только ускоряется.

Токсичность гиперактивации СНС является причиной эффективности бета-адренергических блокаторов в лечении ХСН, но, в дальнейшем, ситуация осложняется полиморфизмом адренергических рецепторов и неоднородностью ответов на бета-блокаторы [79]. Можно с уверенностью сказать, что, по большей части, целью терапии ХСН является инактивация эффектов СНС.

В дополнение к этому ХСН сопровождается уменьшением роли ПНС, что также чревато ее утяжелением, как и из-за чрезмерной активации СНС [90]. В опытах на животных [91] и у человека с ХСН [92], показано, что стимуляция блуждающего нерва приводит к положительным эффектам, которую предлагают рассматривать как один из методов терапии ХСН. Помимо регуляции сердечной деятельности, ПНС может также участвовать в регуляции воспалительных процессов при ХСН.

Levine и сотр. [93] установили, что в крови пациентов с ХСН наблюдается повышение уровня провоспалительных цитокинов, таких как фактор некроза опухоли альфа, интерлейкин-6 и интерлейкин-1, а их уровень коррелирует с клиническим прогнозом [94, 95]. Притом, что исследования эффективности применения противовоспалительных препаратов при ХСН были менее успешными, вероятно, из-за недооценки сложности активации ПНС [94], исследования К. Tracey и сотр. показали, что стимуляция блуждающего нерва может ингибировать воспалительные процессы, связанные с сепсисом [96, 97].

Существует гипотеза, что дисбаланс автономной нервной системы и состояние хронического воспаления при ХСН могут быть связаны между собой [96–98], и при обоих процессах результат может дать применение биофидбека в дополнение к техникам управления стрессом. Если пациента с ХСН можно научить снижать активность СНС и усиливать контроль ПНС, вполне возможно добиться уменьшения негативных последствий автономного дисбаланса или даже обратить его вспять.

Будут ли эти эффекты биофидбека ограничены только повышением качества жизни и улучшением клинического состояния, или же они повлияют на процессы ремоделирования миокарда, еще предстоит установить. Так как повышение активности ПНС может влиять на хронические воспалительные процессы, предполагается, что обучение биофидбеку может иметь прямое влияние на

воспалительные процессы, замедляя прогрессирование ХСН [99].

Предположение, что саморегуляция может играть значимую роль в лечении ХСН, не ново. Показано, что такие пациенты легче справляются с болезнью и испытывают меньший эмоциональный стресс, если чувствуют, что контролируют свое состояние [100]. Pischke и соотр. показали, что после обучения методикам контроля стресса пациенты с ХСН со сниженной ($\leq 40\%$) фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) могли применять эти методики так же эффективно, как и пациенты с ФВ ЛЖ $< 40\%$ [101]. Повышению качества жизни этих пациентов способствовало применение техник релаксации [102, 103] и медитации [104], но при медитации происходило снижение уровня норадреналина (маркера активации СНС) в крови [104].

Использование специальных психологических методик способствует уменьшению выраженности клинических симптомов, а также уровня тревоги и депрессии у больных с ХСН [105]. Их обучение контролируемому медленному дыханию есть составная часть многих техник биофидбека. Причем, даже простое использование медленного дыхания приводит к уменьшению одышки [106], увеличению насыщения крови кислородом [107], повышению толерантности к физической нагрузке [106, 107], усилению ответа барорефлекса [108].

В 1997 г., Moseg и его коллеги показали, что пациенты с ХСН были в состоянии повысить кожную температуру, несмотря на

сосудистые изменения связанные с болезнью, причем проведение даже одной сессии приводило к значимым клиническим улучшениям [109].

Luskin и др. продемонстрировали, что при использовании биофидбека вместе с техниками управления стрессом позволяет повысить уровень психологического комфорта, толерантность к физической нагрузке и снизить выраженность симптомов депрессии [110].

Swanson с соотр. продемонстрировали улучшение толерантности к физической нагрузке после применения биофидбека у больных с ХСН с ФВ ЛЖ $\geq 31\%$, однако при значениях ФВ ЛЖ менее 30% улучшения достигнуть не удалось [111].

Можно ожидать, что обучение биофидбеку, сглаживая чрезмерную активацию СНС и повышая активацию ПНС, позволяет оптимизировать сердечную регуляцию, чем улучшает процессы в миокарде при ХСН в дополнение к улучшению клинического состояния и качества жизни пациентов.

Биофидбек — новое перспективное направление в современной клинической медицине, возможности которого еще далеко до конца не изучены и не исчерпаны. На настоящем этапе развития компьютерных наук и микропроцессорной техники оно получило новый сильный импульс своего развития, который будет только усиливаться, и в ближайшее время должен ознаменоваться широким внедрением во все отрасли человеческой деятельности, связанные со здоровьем, в первую очередь, в клиническую практику, и в особенности, кардиологию.

ЛИТЕРАТУРА

1. Durand V. M. Abnormal psychology : an integrative approach / V. M. Durand, D. Barlow. — Belmont, CA : Wadsworth Cengage Learning, 2009. — 331 p.
2. Control over brain activation and pain learned by using real-time functional MRI / R. C. deCharms, F. Maeda, G. H. Glover [et al.] // Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. — 2005. — № 102 (51). — P. 18626—31.
3. «What is biofeedback?». Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback // Режим доступа : <http://www.aapb.org>.
4. Kamiya J. Conscious Control of Brain Waves / J. Kamiya // Psychology Today. — 1968. — № 1. — P. 56—60.
5. Kamiya J. Operant control of the EEG alpha rhythm // Altered states of consciousness. C. Tart (Ed.). — NY : Wiley, 1969. — 575 p.
6. Visual evoked responses in subjects trained to control alpha rhythms / J. Kamiya, E. Callaway, C. L. Yeager // Psychophysiology. — 1969. — № 6. — P. 683—95.
7. Miller N. E. Editorial : Biofeedback : evaluation of a new technic / N. E. Miller // N Engl J Med. — 1974. — № 290 (12). — P. 684.
8. Orne M. T. Aversive situational effects on alpha feedback training / M. T. Orne, D. A. Paskewitz // Science. — 1974. — № 186. — P. 458—560.
9. Hardt J. V. Conflicting results in EEG alpha biofeedback studies : Why amplitude integration should replace percent time / J. V. Hardt, J. Kamiya // Biofeedback and Self-Regulation. — 1976. — № 1. — P. 63—75.
10. Ancoli S. Methodological issues in alpha biofeedback training / S. Ancoli, J. Kamiya // Biofeedback and Self-Regulation. — 1978. — № 3. — P. 159—183.
11. Serman M. B. Forebrain inhibitory mechanisms: cortical synchronization induced by basal forebrain stimulation / M. B. Serman, C. D. Clemente // Exp Neurol. — 1962. — № 6. — P. 91—102.

12. Serman M. B. Suppression of seizures in an epileptic following sensorimotor EEG feedback training / M. B. Serman, L. Friar // *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* — 1972. — № 33 (1). — P. 89—95.
13. Serman M. B. Basic concepts and clinical findings in the treatment of seizure disorders with EEG operant conditioning / M. B. Serman // *Clin Electroencephalogr.* — 2000. — № 31 (1). — P. 45—55.
14. Evaluation of the effectiveness of EEG neurofeedback training for ADHD in a clinical setting as measured by changes in TOVA scores, behavioral ratings, and WISC-R performance / J. F. Lubar, M. O. Swartwood, J. N. Swartwoov [et al.] // *Applied Psychophysiology and Biofeedback.* — 1995. — № 20 (1). — P. 83—99.
15. Levesque J. Effect of neurofeedback training on the neural substrates of selective attention in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A functional magnetic resonance imaging study / J. Levesque, M. Beauregard // *Neuroscience Letters.* — 2006. — № 394. — P. 216—221.
16. Peniston E. G. Alpha theta brainwave training and beta-endorphin levels in alcoholics / E. G. Peniston, P. J. Kulkosky // *Alcohol Clin Exp Res.* — 1989. — № 13 (2). — P. 271—279.
17. Alterations in EEG amplitude, personality factors, and brain electrical mapping after alpha theta brainwave training: a controlled case study of an alcoholic in recovery / S. L. Fahrion, E. D. Walters, L. Coyne [et al.] // *Alcohol Clin Exp Res.* — 1992. — № 16 (3). — P. 547—552.
18. Watson C. G. Alpha biofeedback therapy in alcoholics: an 18-month follow-up / C. G. Watson, J. Herder, F.T. Passini // *J Clin Psychol.* — 1978. — № 34 (3). — P. 765—9.
19. Saxby E. Alpha theta brainwave neurofeedback training: an effective treatment for male and female alcoholics with depressive symptoms / E. Saxby, E. G. Peniston // *Journal of Clin Psychol.* — 1995. — № 51 (5). — P. 685—693.
20. EEG alpha theta brainwave synchronization in Vietnam theater veterans with combat-related post-traumatic stress disorder and alcohol abuse / E. G. Peniston, D. A. Marrinan, W. A. Deming [et al.] // *Advances in Medical Psychotherapy.* — 1993. — № 6. — P. 37—50.
21. Moore N. C. A review of EEG biofeedback treatment of anxiety disorders/ N. C. Moore // *Clin Electroencephalogr.* — 2000. — № 31(1). — P. 1—6.
22. Sattlberger E. Treatment of anxiety disorder with slow-wave suppression EEG feedback: A case study / E. Sattlberger, J. E. Thomas // *Biofeedback.* — 2000. — № 28 (4). — P. 17—19.
23. Endogenous Control of Waking Brain Rhythms Induces Neuroplasticity in Humans / T. Ros, M. A. M. Munneke, D. Ruge [et al.] // *European Journal of Neuroscience.* — 2010. — № 31 (4). — P. 770—778.
24. Skinner B. F. The behavior of organisms: an experimental analysis / B. F. Skinner. — Oxford, England: Appleton-Century, 1938. — 457 p.
25. DiCara L. V. Instrumental learning of systolic blood pressure responses by curarized rats: dissociation of cardiac and vascular changes / L. V. DiCara, N. E. Miller // *Psychosom Med.* — 1968. — № 30 (5). — P. 489—94.
26. Miller N. E., Dworkin B. R. Visceral learning: Recent difficulties with curarized rats and significant problems for human research / P. A. Obrist, A. H. Black, J. Brener & L. V. DiCara (Eds.) // *Cardiovascular psychophysiology.* Chicago: Aldine Publishing Co. — 1974. — P. 312—331.
27. Kimmel H. D. Operant conditioning of the GSR / H. D. Kimmel, F. A. Hill // *Psychological Reports.* — 1960. — № 7. — P. 555—562.
28. Kimmel H. D. Instrumental conditioning of autonomically mediated responses in human beings / H. D. Kimmel // *Am Psychol.* — 1974. — № 29 (5). — P. 325—35.
29. Katkin E.S. Instrumental conditioning of autonomically mediated behavior: theoretical and methodological issues / E. S. Katkin, E. N. Murray // *Psychol Bull.* — 1968. — № 70 (1). — P. 52—68.
30. Lang P. J. Avoidance conditioning therapy of an infant with chronic ruminative vomiting / P. J. Lang, B. G. Melamed // *J Abnorm Psychol.* — 1969. — № 74 (1). — P. 1—8.
31. Frezza D. A. Operant conditioning of the human salivary response / D. A. Frezza, J. G. Holland // *Psychophysiology.* — 1971. — № 8 (5). — P. 581—7.
32. Green E. Beyond Biofeedback / E. Green, A. Green. — New York: Delacorte Press, 1977. — 369 p.
33. Schultz J. H. Autogenic therapy: Vol. 1. Autogenic methods / J. H. Schultz, W. Luthe. — New York: Grune and Stratton, 1969. — 255 p.
34. Sargent S. D. The use of autogenic feedback training in a pilot study of migraine and tension headaches / S. D. Sargent, E. E. Green, E. D. Walters // *Headache.* — 1972. — № 12. — P. 120—125.
35. EMG biofeedback and tension headache: a controlled outcome study / T. H. Budzynski, J. M. Stoyva, C. S. Adler [et al.] // *Semin Psychiatry.* — 1973. — № 5 (4). — P. 397—410.
36. Marinacci A. A. Electromyogram in neuromuscular re-education / A. A. Marinacci, M. Horande // *Bull Los Angel Neuro Soc.* — 1960. — № 25. — P. 57—71.
37. Developing strategies for biofeedback. Applications in neurologically handicapped patients / M. Baker, E. Regenos, S. L. Wolf [et al.] // *Phys Ther.* — 1977. — № 57 (4). — P. 402—8.
38. Wolf S. L. Effects of a specific cutaneous cold stimulus on single motor unit activity of medial gastrocnemium muscle in man / S. L. Wolf, W. D. Letbetter, J. V. Basmajian // *Am J Phys Med.* — 1976. — № 55 (4). — P. 177—83.
39. Basmajian J. V. Motor learning and control: a working hypothesis / J. V. Basmajian // *Arch Phys Med Rehabil.* — 1977. — № 58 (1). — P. 38—41.

40. Striefel S. The Case for Clinical Practice Guidelines for Neurofeedback and General Biofeedback / S. Striefel // *Biofeedback*. — 2008. — № 36 (4). — P. 121—125.
41. Andreassi J. L. *Psychophysiology : Human behavior and physiological response* (5th ed.) / Andreassi J. L. — Hillsdale, NY : Lawrence Erlbaum and Associates, Inc., 2007. — 538 p.
42. Cohen R. A. Beta-adrenergic vasodilator mechanism in the finger / R. A. Cohen, J. D. Coffman // *Circulation Research*. — 1981. — № 49. — P. 1196—1201.
43. Freedman R. R. Nonneural beta-adrenergic vasodilating mechanism in temperature biofeedback / R. R. Freedman, S. C. Sabharwal, P. Ianni [et al.] // *Psychosomatic Medicine*. — 1988. — № 50 (4). — P. 394—401.
44. Yucha C. Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback / C. Yucha, D. Montgomery. — Wheat Ridge, CO : AAPB, 2008. — 259 p.
45. Khazan I. Psychophysiological stress assessment using biofeedback / I. Khazan // *J Vis Exp*. — 2009. — № 29. — P. 1443.
46. Kreibig S. D. Psychophysiological effects of emotional responding to goal attainment / S. D. Kreibig, G. H. Gendolla, K. R. Scherer // *Biol Psychol*. — 2010. — № 84 (3). — P. 474—87.
47. Bendtsen L. The Role of Muscles in Tension-Type Headache / Bendtsen L., Fernandez-de-la-Penas C. // *Curr Pain Headache Rep*. — 2011. — Jul 7. — [Epub ahead of print].
48. Ma C. Comparing biofeedback with active exercise and passive treatment for the management of work-related neck and shoulder pain : a randomized controlled trial / Ma C., Szeto G. P., Yan T. [et al.] // *Arch Phys Med Rehabil*. — 2011. — № 92 (6). — P. 849—58.
49. De Biase M. E. Increased EMG response following electromyographic biofeedback treatment of rectus femoris muscle after spinal cord injury / M. E. De Biase, F. Politti, E. T. Palomari [et al.] // *Physiotherapy*. — 2011. — № 97 (2). — P. 175—9.
50. Kim M. H. Effects of a visual feedback device for hip adduction on trunk muscles and sitting posture in visual display terminal workers / M. H. Kim, W. G. Yoo // *Asia Pac J Public Health*. — 2011. — № 23 (3). — P. 378—85.
51. Andrasik F. Biofeedback in headache : an overview of approaches and evidence / F. Andrasik // *Cleve Clin J Med*. — 2010. — № 77 Suppl 3. — P. 72—6.
52. Fried R. *The hyperventilation syndrome: Research and clinical treatment* / R. Fried. — Baltimore : Johns Hopkins University Press, 1987. — 165 p.
53. Butnik S. M. Neurofeedback in adolescents and adults with attention deficit hyperactivity disorder / S. M. Butnik // *Journal of Clinical Psychology*. — 2005. — № 61 (5). — P. 621—625.
54. Masterpasqual F. Neurofeedback in psychological practice / F. Masterpasqual, K. N. Healey // *Professional Psychology : Research & Practice*. — 2003. — № 34 (6). — P. 652—656.
55. Hammond C. D. Neurofeedback Treatment of Depression and Anxiety / C. D. Hammond // *Journal of Adult Development*. — 2005. — № 12 (2/3).
56. Кулик А. Л. Захват и удержание показателей variability сердечного ритма метрономизированной частотой дыхания у здоровых добровольцев / А. Л. Кулик, А. К. Задедихин, В. И. Шульгин [и др.] // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Медицина*. — № 898. Випуск 19. — 2010. — С. 46—52.
57. Кулик А. Л. Сравнение различных методик нахождения оптимальных частот дыхания на основе изучения соотношений спектральных показателей variability сердечного ритма / А. Л. Кулик, А. К. Задедихин, В. И. Шульгин [и др.] // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Медицина*. — № 898. Випуск 19. — 2010. — С. 53—55.
58. Кулик А. Л. Временные колебания спектральных показателей variability сердечного ритма у здоровых добровольцев / А. Л. Кулик, А. К. Задедихин, В. И. Шульгин [и др.] // *Клиническая информатика и Телемедицина*. — 2010. — Т. 6. Вып. 7. — С. 47—50.
59. Белал С. А. С. Качество биологической обратной связи у здоровых добровольцев в алгоритме метрономизированного дыхания при старте с возрастной физиологической нормы / С. А. С. Белал, К. И. Линская, А. Л. Кулик // *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Медицина*. — № 938. Випуск 21. — 2011. — С. 29—37.
60. Effect of slow abdominal breathing combined with biofeedback on blood pressure and heart rate variability in prehypertension / S. Z. Wang, S. Li, X. Y. Xu [et al.] // *J Altern Complement Med*. — 2010. — № 16 (10). — P. 1039—45.
61. Ritz T. Behavioral interventions in asthma : biofeedback techniques / T. Ritz, B. Dahme, W. T. Roth // *J Psychosom Res*. — 2004. — № 56 (6). — P. 711—20.
62. Biofeedback treatment for asthma / P. M. Lehrer, E. Vaschillo, B. Vaschillo [et al.] // *Chest*. — 2004. — № 126 (2). — P. 352—61.
63. Heart rate variability. Applications in psychiatry / D. Servant, R. Logier, Y. Moustier [et al.] // *Encephale*. — 2009. — № 35 (5). — P. 423—8.
64. A pilot study on the effects of heart rate variability biofeedback in patients with depression and in healthy subjects / M. Siepmann, V. Aykac, J. Unterdorfer [et al.] // *Appl Psychophysiol Biofeedback*. — 2008. — № 33 (4). — P. 195—201.
65. A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia / A. L. Hassett, D. C. Radvanski, E. G. Vaschillo [et al.] // *Appl Psychophysiol Biofeedback*. — 2007. — № 32 (1). — P. 1—10.

66. Schwartz M. S. Biofeedback : A Practitioner's Guide. 3rd ed. / M. S. Schwartz, F. Andrasik. — NY : Guilford Press, 2003. — 930 p.
67. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. — М. : Медицина, 1975. — 448 с.
68. Физиология человека : в 3-х томах. / Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса (Пер. с англ. под ред. акад. П. Г. Костюка). — Т. 1. — М. : Мир, 1996. — 323 с.
69. The neural networks underlying auditory sensory gating / A. Mayer, F. Hanlon, A. Franco [et al.] // *NeuroImage*. — 2009. — № 44 (1). — P. 182—189.
70. Яблучанский Н. И. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу [электронный ресурс] / Н. И. Яблучанский, А. В. Мартыненко // Режим доступа к ресурсу : <http://dspace.univer.kharkov.ua/handle/123456789/1462>.
71. Триумфов А. В. Топическая диагностика заболеваний нервной системы / А. В. Триумфов. — М. : МЕДпресс-информ, 2007. — 277 с.
72. Moore's Law — Raising the Bar // Режим доступа до ресурсу : http://download.intel.com/museum/Moores_Law/Printed_Materials/Moores_Law_Background.pdf.
73. Ruffin M. The microprocessor and medicine / M. Ruffin // *Physician Executive*. — 1997. — № 23 (3). — P. 36—40.
74. A smartphone based respiratory biofeedback system / Zh. Zhang, H. Wu, W. Wang [et al.] // *Biomedical Engineering*. — 2010. — Vol. 2. — P. 717—720.
75. Development of Android application for therapeutic exercise biofeedback system on Smartphone-tablet platform // Режим доступа до ресурсу : <http://www.clarity-centre.org/content/development-android-application-therapeutic-exercise-biofeedback-system-smartphone-tablet-pl>.
76. Biofeedback and smartphones // Режим доступа до ресурсу : <http://brianshall.com/content/biofeedback-and-smartphones>.
77. Biofeedback improvement of lower esophageal sphincter pressures and reflux symptoms / A. Gordon, E. Gordon, M. Berelowitz [et al.] // *J Clin Gastroenterol*. — 1983. — № 5 (3). — P. 235—7.
78. Influence of breathing pattern on the esophagogastric junction pressure and esophageal transit / R. K. Mittal, H. A. Shaffer, S. Parollisi [et al.] // *Am J Physiol*. — 1995. — № 269 (4 Pt 1). — P. 577—83.
79. Electrogastrographic biofeedback : a technique for enhancing normal gastric activity / R. M. Stern, K. Vitellaro, M. Thomas [et al.] // *Neurogastroenterol Motil*. — 2004. — № 16 (6). — P. 753—7.
80. Eckardt V. F. Is biofeedback therapy an effective treatment for patients with constipation? / V. F. Eckardt // *Nat Clin Pract Gastroenterol Hepatol*. — 2006. — № 3 (4). — P. 198—9.
81. Neurofeedback in ADHD : a single-blind randomized controlled trial / R. Bakhshayesh, S. Hansch, A. Wyschkon [et al.] // *Eur Child Adolesc Psychiatry*. — 2011. — Aug 13. — [Epub ahead of print].
82. Neurofeedback in autism spectrum disorders / M. Holtmann, S. Steiner, S. Hohmann [et al.] // *Dev Med Child Neurol*. — 2011. — Jul 14. — [Epub ahead of print].
83. Effectiveness of biofeedback for dysfunctional elimination syndrome in pediatrics: a systematic review / D. J. Desantis, M. P. Leonard, M. A. Preston [et al.] // *J Pediatr Urol*. — 2011. — № 7 (3). — P. 342—8.
84. Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women / R. Herderschee, E. J. Hay-Smith, G. P. Herbison // *Cochrane Database Syst Rev*. — 2011 — № 7. — CD009252.
85. Combination therapy of biofeedback with electrical stimulation for chronic prostatitis/chronic pelvic pain syndrome / Z. S. Yang, X. B. Zu, L. Qi // *Zhonghua Nan Ke Xue*. — 2011. — № 17 (7). — P. 611—4.
86. Evaluation of a biofeedback-assisted meditation program as a stress management tool for hospital nurses : a pilot study / S. M. Cutshall, L. J. Wentworth, D. L. Wahner-Roedler [et al.] // *Explore*. — 2011. — № 7 (2). — P. 110—2.
87. Kranitz L. Biofeedback applications in the treatment of cardiovascular diseases / L. Kranitz, P. Lehrer // *Cardiol Rev*. — 2004. — № 12 (3). — P. 177—81.
88. The sympathetic nervous system in heart failure / F. Triposkiadis, G. Karayannis, G. Giamouzis [et al.] // *J Am Coll Cardiol*. — 2009. — № 54. — P. 1747—1762.
89. Floras J. S. Sympathetic nervous system activation in human heart failure / J. S. Floras // *J Am Coll Cardiol*. — 2009. — № 54. — P. 375—385.
90. Parasympathetic withdrawal is an integral component of autonomic imbalance in congestive heart failure : demonstration in human subjects and verification in a paced canine model of ventricular failure / P. F. Binkley, E. Nunziata, G. J. Haas [et al.] // *J Am Coll Cardiol*. — 1991. — № 18. — P. 464—472.
91. Vagal nerve stimulation markedly improves long-term survival after chronic heart failure in rats / M. Li, C. Zheng, T. Sato [et al.] // *Circulation*. — 2004. — № 109. — P. 120—124.
92. Long term vagal stimulation in patients with advanced heart failure : first experience in man / P. J. Schwartz, G. M. DeFerrari, A. Sanzo [et al.] // *Eur J Heart Failure*. — 2008. — № 10. — P. 884—891.
93. Elevated circulating levels of tumor necrosis factor in severe chronic heart failure / B. Levine, J. Kalman, L. Mayer [et al.] // *N Engl J Med*. — 1990. — № 323. — P. 236—241.
94. Mann D. L. Inflammatory mediators and the failing heart : past, present and the foreseeable future / D. L. Mann // *Circ Res*. — 2002. — № 91. — P. 988—998.

95. Parish R. C. Inflammation in chronic heart failure / R. C. Parish, J. D. Evans // *Ann Pharmacother.* — 2008. — № 42. — P. 1002—1016.
96. Tracey K. J. The inflammatory reflex / K. J. Tracey // *Nature.* — 2002. — № 420. — P. 853—859.
97. Tracey K. J. Reflex control of immunity / K. J. Tracey // *Nat Rev Immunol.* — 2009. — № 9. — P. 418—428.
98. Autonomic imbalance and immune activation in chronic heart failure—pathophysiological links / E. A. Jankowska, P. Ponikowski, M. F. Piepoli [et al.] // *Cardiovasc Res.* — 2006. — № 70. — P. 434—445.
99. McKee M. G. Biofeedback in the treatment of heart failure / M. G. McKee, C. S. Moravec // *Cleve Clin J Med.* — 2010. — № 77, Suppl 3. — P. 56—9.
100. Perceived control reduces emotional stress in patients with heart failure / K. Dracup, C. Westlake, V. S. Erickson [et al.] // *J Heart Lung Transplant.* — 2003. — № 22. — P. 90—93.
101. Lifestyle changes and clinical profile in coronary heart disease patients with an ejection fraction of <or = 40 % or > 40 % in the Multicenter Lifestyle Demonstration Project / C. R. Pischke, G. Weidner, M. Elliott-Eller [et al.] // *Eur J Heart Failure.* — 2007. — № 9. — P. 928—934.
102. A relaxation response randomized trial on patients with chronic heart failure / B. H. Chang, A. Henricks, Y. Zhao [et al.] // *J Cardiopulm Rehab.* — 2005. — № 25. — P. 149—157.
103. Yu D. S. F. Effects of relaxation therapy on psychologic distress and symptom status in older Chinese patients with heart failure / D. S. F. Yu, D. T. F. Lee, J. Woo // *Psychosom Res.* — 2007. — № 62. — P. 427—437.
104. Meditation reduces sympathetic activation and improves the quality of life in elderly patients with optimally treated heart failure : a prospective randomized study / J. A. Curiati, E. Bocchi, J. O. Freire [et al.] // *J Altern Complement Med.* — 2005. — № 11. — P. 465—472.
105. The support, education and research in chronic heart failure study (SEARCH) : a mindfulness-based psychoeducational intervention improves depression and clinical symptoms in patients with chronic heart failure / M. J. Sullivan, L. Wood, J. Terry [et al.] // *Am Heart J.* — 2009. — № 157. — P. 84—90.
106. The effect of specific inspiratory muscle training on the sensation of dyspnea and exercise tolerance in patients with congestive heart failure / P. Weiner, J. Waizman, R. Magadle [et al.] // *Clin Cardiol.* — 1999. — № 22. — P. 727—732.
107. Slow breathing increases arterial baroreflex sensitivity in patients with chronic heart failure / L. Bernardi, C. Porta, L. Spicuzza [et al.] // *Circulation.* — 2002. — № 105. — P. 143—145.
108. Altered baroreflex gain during voluntary breathing in chronic heart failure / L. Mangin, A. Monti, C. Medigue [et al.] // *Eur J Heart Fail.* — 2001. — № 3. — P. 189—195.
109. Voluntary control of vascular tone by using skin-temperature biofeedback-relaxation in patients with advanced heart failure / D. K. Moser, K. Dracup, M. A. Woo [et al.] // *Altern Ther Health Med.* — 1997. — № 3. — P. 51—60.
110. A controlled pilot study of stress management training of elderly patients with congestive heart failure / F. Luskin, M. Reitz, K. Newell [et al.] // *Prev Cardiol.* — 2002. — № 5. — P. 168—172.
111. The effect of biofeedback on function in patients with heart failure / K. S. Swanson, R. N. Gevirtz, M. Brown [et al.] // *Appl Psychophysiol Biofeedback.* — 2009. — № 34. — P. 71—91.