

УДК 615.8(075.32)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В РЕАБИЛИТАЦИОННОЙ ПРАКТИКЕ

Ванина А.А., Кичигина А.О., Солодкий С.И.

Курский государственный медицинский университет (КГМУ)

305041, Курск, ул. К. Маркса, 3, Российская Федерация

Актуальность. В последние годы в медицине все больший интерес вызывают немедикаментозные методы лечения, к которым относится метод биологической обратной связи (БОС). В системе реабилитационных мероприятий большой вклад имеет обучение пациента произвольному управлению работой физиологических систем. Лечение с использованием принципов биологической обратной связи позволяет задействовать зрительную, слуховую, проприоцептивную афферентацию.

Цель – оценка возможностей применения метода биологической обратной связи в восстановительной медицине.

Материалы и методы. Основным методом исследования являлся анализ и обобщение опубликованных в литературе данных. Были проанализированы наиболее эффективные способы применения БОС-терапии в реабилитационной практике с использованием материалов открытых научных электронных библиотек (ELIBRARY.RU) и открытых ресурсов для поиска медицинских статей (PUBMED, GOOGLE ACADEMY).

Результаты. В ходе литературного анализа была выявлена широкая сфера применения принципов БОС-терапии. Наиболее частыми показаниями являются женское и мужское недержание мочи и болевые синдромы (мигрень, головная боль напряжения, цервикальный синдром, боль в спине и ишиас, височно-нижнечелюстное расстройство, бруксизм, боль в животе и тазовая боль). Метод БОС способен повышать уровень саморегуляции у здоровых людей, а также у пациентов, страдающих от различных заболеваний. Считается, что такая система биологической обратной связи преобразовывает функции организма в электрические сигналы и дает обратную связь этих биологических сигналов, помогает пациенту получить представление о своем теле и осознавать нарушение функции организма.

Заключение. Использование принципов БОС-терапии действительно возможно во многих сферах медицины. Метод применяется для обеспечения сознательного контроля пациента над своими физиологическими процессами, однако его применение сопровождается необходимостью четкого контроля за исполнением, соблюдением правил и поэтапности процесса.

Ключевые слова: биологическая обратная связь, реабилитация, БОС-терапия, осознанный контроль, восстановительная медицина, физиологические процессы, медицинская реабилитация.

Ванина Анна Александровна – ординатор 1 года по направлению «Лечебная физкультура и спортивная медицина», КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0000-0002-0358-4836. E-MAIL: VANINA.ANNA.46@YANDEX.RU (автор, ответственный за переписку).

Кичигина Анастасия Олеговна – ассистент кафедры спортивной медицины и лечебной физкультуры, КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0000-0001-7244-8021. E-MAIL: KICHIGINAAO@KURSKSMU.NET.

Солодкий Сергей Игоревич – студент 6 курса лечебного факультета, КГМУ, г. Курск. ORCID ID: 0000-0002-0741-6880. E-MAIL: SOLODKIYSER@YANDEX.RU.

УДК 615.8(075.32)

APPLICATION OF THE BIOFEEDBACK METHOD IN REHABILITATION PRACTICE

VANINA A.A., KICHIGINA A.O., SOLODKIY S.I.

KURSK STATE MEDICAL UNIVERSITY (KSMU)

305041, 3, K. MARX STREET, KURSK, RUSSIAN FEDERATION

RELEVANCE. IN RECENT YEARS, INTEREST IN NON-DRUG TREATMENT METHODS HAS INCREASED, WHICH INCLUDE THE BIOFEEDBACK METHOD (BFB). IN THE SYSTEM OF REHABILITATION MEASURES, A LARGE CONTRIBUTION IS MADE BY TEACHING THE PATIENT TO VOLUNTARILY CONTROL THE WORK OF PHYSIOLOGICAL SYSTEMS. TREATMENT USING THE PRINCIPLES OF BIOFEEDBACK ALLOWS YOU TO USE VISUAL, AUDITORY, PROPRIOCEPTIVE AFFERENTATION.

OBJECTIVE: EVALUATION OF THE POSSIBILITIES OF APPLYING THE PRINCIPLES OF BIOFEEDBACK IN RESTORATIVE MEDICINE.

MATERIALS AND METHODS. THE MAIN METHOD OF THE STUDY WAS THE ANALYSIS AND GENERALIZATION OF SPECIALIZED LITERARY SOURCES. THE MOST EFFECTIVE WAYS OF USING BIOFEEDBACK THERAPY IN REHABILITATION PRACTICE WERE ANALYZED USING MATERIALS FROM OPEN SCIENTIFIC ELECTRONIC LIBRARIES (ELIBRARY.RU) AND OPEN RESOURCES FOR SEARCHING MEDICAL ARTICLES (PUBMED, GOOGLE ACADEMY).

RESULTS. DURING THE LITERATURE ANALYSIS, A WIDE SCOPE OF APPLICATION OF BIOFEEDBACK THERAPY PRINCIPLES WAS REVEALED. THE MOST COMMON INDICATIONS ARE FEMALE AND MALE URINARY INCONTINENCE AND PAIN SYNDROMES (MIGRAINE, TENSION HEADACHE, CERVICAL SYNDROME, BACK PAIN AND SCIATICA, TEMPOROMANDIBULAR DISORDER, BRUXISM, ABDOMINAL PAIN AND PELVIC PAIN). THE METHOD IS ABLE TO INCREASE THE LEVEL OF SELF-REGULATION IN HEALTHY PEOPLE, AS WELL AS IN PATIENTS SUFFERING FROM VARIOUS DISEASES. SUCH A BIOFEEDBACK SYSTEM TRANSFORMS BODY FUNCTIONS INTO ELECTRICAL SIGNALS AND SO-CALLED PARAMETERS AND, BY GIVING FEEDBACK OF THESE BIOLOGICAL SIGNALS, HELPS THE PATIENT GET AN IDEA OF HIS BODY AND BE AWARE OF THESE IMPAIRED BODY FUNCTIONS.

CONCLUSION. THE USE OF BIOFEEDBACK THERAPY PRINCIPLES IS REALLY POSSIBLE IN MANY AREAS OF MEDICINE. THE METHOD IS USED TO ENSURE THE PATIENT'S CONSCIOUS CONTROL OVER THEIR PHYSIOLOGICAL PROCESSES. HOWEVER, THE APPLICATION IS ACCOMPANIED BY THE NEED FOR STRICT CONTROL OVER THE IMPLEMENTATION, COMPLIANCE WITH THE RULES AND THE STEP-BY-STEP NATURE OF THE PROCESS.

KEYWORDS: BIOFEEDBACK, REHABILITATION, BIOFEEDBACK THERAPY, CONSCIOUS CONTROL, RESTORATIVE MEDICINE, PHYSIOLOGICAL PROCESSES, MEDICAL REHABILITATION.

VANINA ANNA A. – 1 YEAR RESIDENT IN THE DIRECTION OF «THERAPEUTIC PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS MEDICINE», KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0000-0002-0358-4836. E-MAIL: VANINA.ANNA.46@YANDEX.RU (THE AUTHOR RESPONSIBLE FOR THE CORRESPONDENCE).

KICHIGINA ANASTASIA O. – ASSISTANT OF THE DEPARTMENT OF SPORTS MEDICINE AND THERAPEUTIC PHYSICAL EDUCATION, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0000-0001-7244-8021. E-MAIL: KICHIGINAAO@KURSKSMU.NET.

SOLODKIY SERGEY I. – 6 YEAR STUDENT OF THE FACULTY OF MEDICINE, KSMU, KURSK, RUSSIAN FEDERATION. ORCID ID: 0000-0002-0741-6880. E-MAIL: SOLODKIYSER@YANDEX.RU.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Метод биологической обратной связи – это современный метод реабилитации, в основе которого лежит принцип возврата данных о функционировании работающей системы обратно к центру. Основная цель этого метода состоит в том, чтобы активировать внутренние резервы организма для восстановления и улучшения физиологических навыков [4]. Конечным ориентиром данной методики выступает успешная саморегуляция физиологических механизмов организма человека. Результаты практического изучения эффективных способов активации адаптивных систем центральной нервной системы, а также изучение работы и регуляции как физиологических функций и процессов, так и специфических особенностей возникновения и развития патологических процессов были заложены в основу создания исследуемого метода [4].

Принцип применения метода биологической обратной связи демонстрирует, что эффективное функционирование любой биологической системы зависит от возврата информации о ее работе [3]. Это эффективный инструментальный психофизиологический метод, который может повышать способность к саморегуляции у здоровых людей, а также у пациентов, страдающих от различных заболеваний. Такая система биологической обратной связи способна преобразовывать (нарушенные) функции организма в электрические сигналы и так называемые параметры и, давая обратную связь этих биологических сигналов, помогать пациенту получить представление о своем теле и осознавать эти нарушенные функции организма [9].

Типичными используемыми для применения метода параметрами являются уровень и реакция проводимости кожи, периферическая температура, частота сердечных сокращений и различные качества пульса, вариабельность сердечного ритма, электромиография, электроэнцефалография. Используя обратную связь этих биосигналов и навыки, полученные на занятиях с использованием данных тренажеров, пациент получает возможность корректировать дефициты функций организма в соответствии с целью лече-

ния [10]. Особую актуальность в настоящее время приобретают методы реабилитации с применением биологической обратной связи, роботизированных устройств и интерфейсов «мозг-компьютер», поскольку такие методы позволяют активизировать природные физиологические ресурсы головного мозга. Особая роль в применении БОС-терапии отдается позитивной мотивации больного, которая необходима для успешной динамики лечения. [15].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным методом исследования послужил анализ и обобщение опубликованных в литературе результатов исследований. Были проанализированы наиболее эффективные способы применения БОС-терапии в реабилитационной практике с использованием материалов открытых научных электронных библиотек (ELIBRARY.RU) и открытых ресурсов для поиска медицинских статей (PUBMED, GOOGLE ACADEMY). Поиск проводился по ключевым словам и терминам, в том числе в переводе на английский язык, включающим «биологическая обратная связь», «БОС-терапия», «медицинская реабилитация», «BIOFEEDBACK», «адаптивная физическая культура».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе анализа литературных источников был выявлен ряд возможностей в использовании БОС-терапии в реабилитации пациентов различных клинических профилей. Метод БОС применяется во многих областях медицины. Тревожные расстройства, управление стрессом, зависимости, управление гипертонией, школьные проблемы и спортивные психологические вмешательства (тренировка пиковой производительности), депрессия, синдромы выгорания и дефицита внимания являются классическими показаниями применения БОС. Также к показаниям для применения терапии биологической обратной связи являются болевые синдромы (боль в спине, мигрень, цервикальный синдром, цервикальный синдром, височно-нижнечелюстное расстройство).

Метод биологической обратной связи нашел свое применение в урологии, где данную методику применяют при лечении пациентов с недержанием мочи [12]. Большинство исследователей указывают, что применение БОС повышает эффективность тренировок мышц тазового дна [1]. В опубликованном Кохрановском обзоре был рассмотрен анализ результатов 25 клинических исследований, в которых приняли участие 1583 женщины. В итоге обзора данных исследований было выяснено, что по сравнению с теми, кто выполнял упражнения для тазовых мышц без БОС, при применении терапии по принципу биологической обратной связи женщины, которым проводили лечение, достоверно чаще отмечали полное или частичное излечение от недержания мочи [3]. При этой патологии БОС-терапию используют для тренировок мышц тазового дна [3]. Тренировка мышц тазового дна (ТМТД) считается лечением первой линии, как это предложено Международным обществом по недержанию мочи (ICS), и было доказано, что она гарантирует результаты при недержании мочи [7]. Направляемая ТМТД также положительно влияет на приверженность больных и способствует увеличению эффективности тренировок [14]. Такая тренировка обеспечивает поддержку тазовых органов и помогает в закрытии мышц сфинктера уретры, таким образом, приводя к снижению недержания [14]. Следовательно, его назначают для увеличения силы, выносливости и координации мышц. При помощи перинеометра в ходе тренировок можно выработать навык произвольного сокращения м. ривососсугеусу женщин. Стоит отметить, что в данном случае не возникает повышение внутрибрюшного давления из-за сокращения близлежащих мышц.

В неврологии биологическую обратную связь по параметрам электромиограммы (ЭМГ), или функциональное биоуправление, применяют для лечения ДЦП и инсульта [13]. Наиболее оптимальным является использование в сочетании с сеансами БОС по ЭМГ процедур рефлексотерапии (акупунктура, транспинальные микрополяризации) по специализированным схемам, направленным, в первую очередь, на улучшение трофических функций нервной

системы: усиление кровообращения, нормализация обменных и регуляторных процессов позвоночного столба – все это способствует повышению эффективности тренировок с БОС. Дети с церебральным параличом имеют ограничения в использовании нейронной информации для выполнения плавных движений и поддержания равновесия во время ходьбы [8]. Сущность данной методики заключается в организации тренировок активных движений с использованием зрительной и звуковой информации о выполняемом движении в режиме реального времени. Может использоваться датчик, который непрерывно отслеживает равновесие и обеспечивает тактильную биологическую обратную связь для своего пользователя посредством вибрационного стимула в реальном времени, чтобы помочь пациентам с нарушениями равновесия и постурального контроля, такими как церебральный паралич. Получая такие данные, больной начинает сознательно корректировать необходимое движение [13]. После серии сеансов у детей с ДЦП улучшаются показатели, характеризующие движения рук, а также показатели концентрации внимания.

Основная задача системы «мозг-компьютер» (ИМК) заключается в реабилитации пациентов, перенёсших инсульт. В ее основе лежит принцип распознавания намерений, с помощью системы интерфейсов, которые основаны на кинестетическом воображении движений. Биологическая обратная связь в сочетании с вспомогательной тренировкой ходьбы может поощрять активное участие пациентов, предотвращая двигательную зависимость от вспомогательных устройств. В ходе работы люди становятся более искусными в реагировании на биологическую обратную связь при повторном воздействии [16].

Для пациентов с центральным вестибулярным головокружением были разработаны специальные программы компьютерных игровых тренажеров, в которых используется механизм биологической обратной связи. Подобные системы активно используются для реабилитации подобных заболеваний. Прослеживается значительное снижение базовых показателей при изучении ряда исследований: скорости

отклонения центра давления, площади статокинезиограммы в используемых тестах. Эти данные показывают значительный уровень эффективности применения БОС-терапии у пациентов с центральным вестибулярным головокружением [1, 2].

Также БОС-терапия применяется для лечения врожденных и приобретенных деформаций позвоночника. В ходе тренировок по БОС-методу у пациентов со сколиозом формируется крепкий мышечный корсет, который обеспечивает фиксацию позвоночника, коррекцию имеющихся деформаций, а также улучшение осанки и увеличение амплитуды движений грудной клетки. [5, 6]. Пациент во время сеанса лечения изменяет положение плечевого и тазового поясов под контролем сигнала обратной связи, и частичное улучшение деформации позвоночника достигается за счет его «растяжения», а также перераспределения неравномерной мышечной нагрузки на позвоночник. Во время сеанса на экран монитора выводится понятная информация (в графическом форме) о регистрации и анализе суммарной поверхностной ЭМГ симметричных параспинальных мышц. Получая эту информацию, пациент корректирует позу путем изменения уровней активации этих мышц [5].

БОС-терапия часто используется при синдромах мышечной боли, которые возникают в случаях онкозаболеваний, в течение которых обычно органом-мишенью является скелет. Пациент получает представление о своем организме и может повысить самоконтроль при выполнении упражнений благодаря так называемой мио-обратной связи, в которой используется поверхностная ЭМГ-обратная связь. Биологическая обратная связь также может использоваться в качестве дополнительного инструмента предварительной реабилитации для лучшего использования дыхательных упражнений перед торакальной хирургией или упражнениями для мышц тазового дна перед необходимой операцией на предстательной железе или гинекологической операцией из-за онкологии [11]. Использование биологической обратной связи является отличным дополнительным инструментом в реабилитации этих пациентов. У умирающих пациентов, страдающих от терминальной стадии рака, которые не могут полноценно

коммуницировать, полезна для определения правильной дозировки обезболивающих препаратов. Очень сильная боль (так называемая прорывная боль) – это огромный стресс для этих больных. Это зачастую приводит к снижению вариабельности сердечного ритма. С помощью анализа этой обратной связи появляется возможность оптимизировать обезболивающие препараты. Пациенты могут получать стресс еще и от таких «классических» симптомов, как головная боль (мигрень, головная боль напряжения), помимо симптомов рака и побочных эффектов необходимого лечения рака. БОС-терапия помогает пациенту уменьшая боль. Также благодаря этой методике можно скорректировать и уменьшить прием препаратов, путем повышения самоконтроля, и, следовательно, снизить возникающие в будущем побочные эффекты [11].

В ходе литературного обзора также были выявлены основные этапы применения терапии по принципу биологической обратной связи:

1. Полное информирование пациента о заболевании, применяемом методе и ходе лечения;
2. Идентификация пациентом специфических мышц или другой области воздействия;
3. Укрепление необходимых мышц или других областей;
4. Выработка необходимого рефлекса.

Однако обеспечить эффективность выполняемых тренировок можно лишь соответствуя ряду правил:

1. Задание должно даваться с учетом функциональных способностей пациента;
2. По ходу тренировки специалист, который ее проводит, должен давать указания, понятные для больного;
3. Пациент во время тренировки должен концентрировать свое внимание конкретно на изолировании требующих включения специфических отделов организма;
4. Сеансы упражнений должны разделяться на несколько подходов;
5. Пациент в процессе тренировки, находясь в разных положениях и с разной техникой, должен стараться точно воспроизводить упражнения.

ВЫВОДЫ

Таким образом, обеспечение осознанного контроля пациента над своими физиологическими процессами своего организма является главной целью терапии биологической обратной связи. Принципы БОС можно широко применять во многих сферах медицины. Лечение помогает больным контролировать правильность выполнения упражнений, так как информация доводится непосредственно до пациента. Несмотря на успешные примеры применения БОС-терапии и положительные результаты данного метода, существуют и ряд трудностей, возникающих при использовании биологической обратной связи: отсутствие единой стандартной методики лечения, чрезвычайное разнообразие схем терапии, необходимость соблюдения ряда правил и строгая поэтапность процесса. Но, несмотря на объективные и субъективные трудности, можно проследить положительную динамику лечения при правильном использовании методик.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРОВ

Ванина А.А. – написание текста, обработка материала;

Кичигина А.О. – редактирование, дизайн окончательного варианта статьи;

Солодкий С.И. – анализ и обобщение данных, формулировка выводов.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Авторы заявляют об отсутствии финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аполихина И.А., Чочуева А.С., Саидова А.С. Тренировки мышц тазового дна в режиме биологической обратной связи на приборе PELVIC-FIT. *Эффективная фармакотерапия*. 2018;23:18-23.

2. Илларионова Е.М. вестибулярная реабилитация больных с головокружением в неврологической практике. *Смоленский медицинский альманах*. 2021;1:130-132.
3. Кротова Н.О., Кузьмин И.В., Улитко Т.В. Метод биологической обратной связи в лечении и реабилитации женщин с недержанием мочи. *Вестник восстановительной медицины*. 2020;6(100):57-65.
4. Кунельская Н.Л., Резакова Н.В., Гудкова А.А., Гехт А.Б. Метод биологической обратной связи в клинической практике. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2014;114(8):46-50.
5. Ларина Н.В., Павленко В.Б., Корсунская Л.Л., Дягилева Ю.О., Фалалеев А.П., Михайлова А.А., Орехова Л.С., Пономарева И.В. Возможности реабилитации детей с синдромом ДЦП с применением роботизированных устройств и биологической обратной связи. *Бюллетень сибирской медицины*. 2020;19(3):156-165.
6. Сезнева Т.Н., Павлова В.Б., Ващалова Н.А., Балабанов Ю.В., Грачев А.В. опыт использования метода бос по параметрам ЭМГ в восстановительном лечении детей с идиопатическим сколиозом. *Медицина. Социология. Философия. Прикладные исследования*. 2022;2:23-29.
7. ALOUINI S, MEMIC S, COUILLANDRE A. PELVIC FLOOR MUSCLE TRAINING FOR URINARY INCONTINENCE WITH OR WITHOUT BIOFEEDBACK OR ELECTROSTIMULATION IN WOMEN: A SYSTEMATIC REVIEW. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH*. 2022;19(5):2789. DOI: 10.3390/IJERPH19052789. PMID: 35270480. PMCID: PMC8910078.
8. ARGUNSAN H, YALCIN B. BALANCE CONTROL VIA TACTILE BIOFEEDBACK IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY. *ACTA BIOENG BIOMECH*. 2023;25(1):161-171. PMID: 38314571.
9. CREVENNA R. BIOFEEDBACK IN MEDICINE WITH A FOCUS ON CANCER REHABILITATION. *WIEN KLIN WOCHENSCHR*. 2022;134(S):1-2. DOI: 10.1007/s00508-021-01994-w. PMID: 35133476.
10. CREVENNA R, *ONKOLOGISCHE REHABILITATION. GRUNDLAGEN, METHODEN, VERFAHREN UND WIEDEREINGLIEDERUNG*. HEIDELBERG, BERLIN, NEW YORK: SPRINGER, 2020. 339 p.
11. CREVENNA R, PALMA S, LICHT T. CANCER

- PREHABILITATION – A SHORT REVIEW. *MEMO-MAGAZINE OF EUROPEAN MEDICAL ONCOLOGY*. 2021;14:39-43. DOI: 10.1007/s12254-021-00686-5.
12. CREVENNA R. *PHYSIKALISCHE MEDIZIN UND REHABILITATION. EIN KURZLEHRBUCH. 1ST ED.* WIEN: FACULTAS, 2018. 249 p.
13. HE M.X., LEI C.J., ZHONG D.L., LIU Q.C., ZHANG H., HUANG Y.J., LI Y.X., LIU X.B., LI J., JIN R.J., WAN L. THE EFFECTIVENESS AND SAFETY OF ELECTROMYOGRAPHY BIOFEEDBACK THERAPY FOR MOTOR DYSFUNCTION OF CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY: A PROTOCOL FOR SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. *MEDICINE*. 2019;98(33):e16786. DOI: 10.1097/MD.00000000000016786.
14. LUGINBUEHL H., LEHMANN C., KOENIG I., KUHN A., BUERGIN R., RADLINGER L. INVOLUNTARY REFLEXIVE PELVIC FLOOR MUSCLE TRAINING IN ADDITION TO STANDARD TRAINING VERSUS STANDARD TRAINING ALONE FOR WOMEN WITH STRESS URINARY INCONTINENCE: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL. *INTERNATIONAL UROGYNECOLOGY JOURNAL*. 2021;1-10. DOI: 10.1007/s00192-021-04701-5.
15. ORNE M.T. THE EFFICACY OF BIOFEEDBACK THERAPY. *ANNUAL REVIEW OF MEDICINE*. 1982;197(30):489-503. DOI: 10.1146/ANNUREV.ME.30.020179.002421.
16. SPOMER A.M., CONNER B.C., SCHWARTZ M.H., LERNER Z.F., STEELE K.M. AUDIOVISUAL BIOFEEDBACK AMPLIFIES PLANTARFLEXOR ADAPTATION DURING WALKING AMONG CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY. *J NEUROENG REHABIL*. 2023;20(1):164. DOI: 10.1186/s12984-023-01279-5. PMID: 38062454. PMCID: PMC10704679.