

О.А. Кузьмичева.

**Метод биологической обратной связи
и его применение в медицинской реабилитации
двигательных расстройств.**

Обзор литературы

Определение метода биологической обратной связи.

Метод биологической обратной связи (БОС) выделился в самостоятельную область исследований более трех десятилетий назад, благодаря бурному развитию электроники и применению её достижений в физиологических исследованиях для решения одной из наиболее актуальных проблем физиологии – проблемы само регуляции и управления физиологическими функциями в живых системах (44).

Физиологической основой этого направления науки явились фундаментальные исследования ученых: И.М. Сеченова и Ч. Шеррингтона, доказавших значение обратной связи как универсального механизма регуляции и само регуляции в живых системах; И.П. Павлова и его учеников, изучавших особенности высшей нервной деятельности и разработавших учение об условном рефлексе; Н.А. Бернштейна, определившего принцип сенсорных коррекций; П.К. Анохина, разработавшего теорию функциональных систем и определившего роль обратной афферентации в регуляции физиологических функций.

Первые исследования по БОС были опубликованы в конце 60-х годов (92, 85). Термин «биологическая обратная связь» ("biofeedback") впервые появился в 1969 году в США, когда было образовано первое научное общество по изучению проблем БОС – "Biofeedback society of America" (66).

Однако в публикациях 70-х, 80-х и даже 90-х годов отсутствовала единая терминология и классификация метода. Для определения одного и того же понятия различные авторы использовали термины: "биоуправление", "управляемый эксперимент", "адаптивное биоуправление", "аутотренинг с обратной связью", "электронная йога", "артифициальная проприоцепция", "функциональное биоуправление". В настоящее время большинство исследователей (44, 16, 62, 36, 35, 61) отдают предпочтение термину "биологическая обратная связь" для обозначения метода обучения

самоконтролю и само регуляции функциональной системы путем подачи субъекту информации о текущем состоянии контролируемой функции по каналам внешней обратной связи (акустической, визуальной и/или тактильной), обеспечиваемой специальными электронными аппаратами.

Классификация метода БОС.

Анализ многочисленных публикаций, посвященных теории и практики БОС, выявляет многообразие подходов и вариаций использования метода при отсутствии единой классификации.

Наиболее полно применяемые большинством авторов критерии классификации методик БОС, изложены в руководстве по медицинской реабилитации О.Г. Когана и В.Л.Найдина (16).

В качестве основного критерия разделения методик БОС выбран показатель физиологической функции, используемый в качестве управляющего параметра при БОС – тренинге:

- Электрофизиологические характеристики функции мышц: амплитуда огибающей ЭМГ, активность отдельных двигательных единиц (55).
- Показатели электрической активности мозга: электроэнцефалограммы (ЭЭГ): α -, β -, Δ -, θ - ритмы; комплекс «пик–волна»; вызванные потенциалы (60, 27, 42, 95, 75).
- Характеристики сосудистой системы:
амплитуда реовазограммы, реоэнцефалограммы (РЭГ), суммарная площадь РЭГ (15, 46); частота сердечных сокращений (ЧСС) (14); время распространения пульсовой волны (44).
- Респираторные показатели, уровень концентрации CO_2 в крови (49, 12, 109).
- Показатели, отражающие состояние вегетативной нервной системы: кожно - гальваническая реакция (КГР), температура кожи (44, 81).
- Биомеханические показатели:
изменения суставного угла (98, 85); сила давления на опору (99, 95); положение головы и симметричность расположения частей тела (77, 104); колебания центра тяжести тела – баланс - биотренинг (50, 78, 97, 102).

В соответствии с контролируемым физиологическим параметром различают БОС по ЭЭГ, по ЭМГ, по ЭКГ, по КГР, по температуре тела и так далее.

По количеству одновременно управляемых параметров и функций различают моно-, би- и мультипараметрическую, моно- и полифункциональную БОС (43, 1, 3, 99).

По отношению к управляемой функции БОС может быть прямой и опосредованной.

По сенсорной модальности предъявляемых сигналов различают акустическую, визуальную и тактильную обратную связь.

По форме предъявления сигнала обратной связи – пороговой и непрерывной.

По способу подкрепления реакции – положительной и отрицательной.

Применение сигналов обратной связи в ЛФК.

Важная роль применения сигналов обратной связи для ускорения формирования двигательного навыка давно известна специалистам по физическому воспитанию и лечебной физкультуре. Именно поэтому гимнастические и балетные классы оснащены зеркалами. В лечебной физкультуре широко применяются различные игровые приемы. Так, например, ещё в 1971 для коррекции двигательных нарушений при детском церебральном параличе (ДЦП) С.А. Бортфельд (8) рекомендовала применение плоской звучащей игрушки, на которую пациент должен был надавливать подбородком при выполнении сгибания головы с целью устранения лабиринтного тонического рефлекса и формирования лабиринтного установочного рефлекса. Применение звучащих игрушек рекомендовалось также и при обучении ходьбе детей с ДЦП (8, 39, 40, 41).

В дальнейшем на основе этой идеи для развития движений у детей с ДЦП были предложены устройства, в которых управляющим параметром являлись биомеханические параметры движения – "внешний узор" движения: изменения суставных углов, положения конечностей и головы.

Например, для коррекции гиперкинезов у детей с ДЦП применялись игрушки - тренажеры: кукла, движения которой отражали произвольные движения ребенка; вертолет для тренировки билатеральных движений рук ребенка (107, 103).

Авторы G.H. Wannstedt и R.M. Herman (102) предложили прибор, в котором параметры звука (громкость и частота) менялись пропорционально силе давления на опору. Этот прибор они использовали для коррекции нарушений походки у пациентов с гемипарезом.

Авторы B.R. Selger, D.Y. Caudrey (98) для коррекции ходьбы у пациентов с ДЦП и с последствиями травмы использовали аппараты, которые отражали изменения нагрузки на опору сигналами зрительной обратной связи.

C.G. Kukulka, J.V. Basmajian (88) оценивали результаты коррекции рекурвации коленного сустава у пациентов с гемипарезом с помощью управления углом сгибания коленного сустава с применением обратной связи.

Югославскими учеными L. Vodovnik и S. Hebersek (101) был предложен способ лечения пациентов с гемипарезом путем коррекции гониометрических параметров в ходьбе с применением комбинированного метода обратной связи и электростимуляции мышц.

Однако большинство биотехнических устройств не получили широкого практического применения из-за узкой направленности аппаратов, а также потому, что отражали лишь внешнюю схему движения, не контролируя изменений состояния мышц, обеспечивающих эти движения.

Применение метода ЭМГ – БОС.

Оценка внутренней структуры движения возможна лишь с помощью аппаратов ЭМГ – БОС, которые отражают сигналами обратной связи изменения амплитуды электромиограммы мышц, обеспечивающих это движение. Между амплитудой ЭМГ и величиной напряжения мышцы существует прямая пропорциональная зависимость (62).

Метод ЭМГ – БОС получил наиболее широкое распространение в медицинской реабилитации пациентов с двигательными нарушениями. Определение метода БОС как нового функционального метода лечения было дано Д. Басмаджаном и представителями его школы [2, 66, 67].

Впервые возможность произвольной регуляции биоэлектрической активности мышц была показана в работах

Е Jacobson (83)]. Затем, в 70 – 80-х годах исследованию возможности произвольного управления человеком активностью собственных двигательных единиц было посвящено большое количество работ. Положительные результаты этих исследований, полученные в различных лабораториях, послужили основанием для применения имплантируемых игольчатых электродов с целью восстановления произвольного контроля функции паретичных мышц у пациентов с гемипарезами. Всеми исследователями были получены хорошие клинические результаты, отмечено существенное улучшение функции паретичных мышц.

Однако, несмотря на возросший интерес клиницистов к методу БОС по параметрам активности ДЕ, он не получил широкого распространения из-за необходимости применения вкалывающихся игольчатых электродов.

Общепринятой стала более простая методика с использованием накожных поверхностных электродов, традиционно применяемых в электромиографических исследованиях. Упрощение технологии обусловило значительное возрастание интереса специалистов к возможностям метода ЭМГ – БОС. Появилось большое количество работ, посвященных различным аспектам применения этого метода, которые могут быть разделены на два направления:

1. "Прямое" применение метода ЭМГ – БОС, когда сигналы обратной связи отражают изменения функционального состояния тренируемой мышцы.

Эта методика применяется для развития и восстановления двигательной функции, нарушенной вследствие различных патологических состояний (51, 6, 7, 54), а также для улучшения функции мышц тазового дна с целью решения гинекологических, урологических и проктологических проблем (73, 108).

2. "Непрямое" применение метода ЭМГ – БОС для неспецифической релаксационной тренировки, когда при обучении пациента общей релаксации сигналы обратной связи отражают изменения состояния мышц - индикаторов: мимических мышц, верхней порции трапецевидных.

Эта методика особенно широко применяется психологами и психотерапевтами для лечения головных болей напряжения, мигрени, коррекции психоэмоционального состояния при неврозах (37, 64, 94, 97, 104, 87, 72).

В ряде работ (82, 78, 74) показана эффективность применения метода для коррекции таких патологических состояний как невралгия тройничного нерва, спазмы мимических мышц при заикании, бруксизме.

Однако, наибольший интерес к методу ЭМГ – БОС и его возможностям проявляют специалисты, занимающиеся восстановлением и развитием двигательной функции.

Применение метода ЭМГ - БОС в неврологии.

В клинической практике метод ЭМГ – БОС впервые был применен для лечения больных с центральными парезами (91). С тех пор сохраняется высокий интерес специалистов к этой проблеме.

Наибольшее количество публикаций посвящено применению метода для коррекции двигательных расстройств вследствие повреждений центральной нервной системы и, прежде всего, последствий инсульта (62, 51, 52, 54, 55, 53, 13, 17, 35, 96, 86, 93). Все авторы отмечают высокую эффективность метода и лишь в одной работе (69) высказаны сомнения по поводу целесообразности его применения для улучшения походки в острой стадии инсульта.

Важное значение метода ЭМГ – БОС в реабилитации нейрохирургических больных убедительно продемонстрировано в работах В.Т. Бежанова. (4), О.Г. Когана и В.Л. Найдина (16).

Возможности и эффективность применения метода для развития движений у пациентов с детским церебральным параличом показаны многими авторами (10, 31, 32, 56, 6, 33).

Отдельные публикации посвящены применению метода ЭМГ – БОС в реабилитации пациентов с другой неврологической патологией. Так исследователи J. Guercio, R. Chittum, M. McMorrow (79) получили положительные результаты при применении метода релаксации и ЭМГ – БОС для уменьшения атаксии вследствие приобретенного повреждения головного мозга.

В.С. Лобзин и Н.Д. Цацкина (26), J.S. Brach et al. (68) показали возможность уменьшения пареза мимических мышц при неврите лицевого нерва с помощью метода ЭМГ – БОС.

В.В. Бутуханов (9), С.Н. Кучкин и Р.Е. Ахундова (21), В.S. Brucker, N.V. Bulaeva (70) доказали эффективность БОС - тренинга для увеличения амплитуды ЭМГ произвольного сокращения мышц при тренировке пациентов с последствиями повреждения спинного мозга.

Применение метода ЭМГ – БОС в ортопедии и травматологии

Применению метода ЭМГ – БОС в медицинской реабилитации пациентов с ортопедической и травматологической патологией посвящено гораздо меньше исследований, причем касаются они отдельных нозологических форм.

Авторы Н.М. Яковлев, О.А. Соловьев, А.Л. Чужов, А.А. Сметанкин (63) показали, что использование метода позволяет в 1,5 раза, по сравнению с традиционными методами, сократить сроки восстановления объема движений в локтевом суставе и силы мышц плеча у детей со сгибательно-разгибательной посттравматической контрактурой локтевого сустава.

Цыкунов М.Б. (50) при травматических вывихах плеча в комплексе функционального восстановительного лечения в период иммобилизации рекомендовал применение изометрических напряжений мышц-стабилизаторов плечевого сустава под контролем электромиографа со зрительной и слуховой внешней обратной связью.

Методика обучения управлению мышцами стабилизаторами плечевого сустава при привычном вывихе плеча представлена учеными канадской фирмы Thought Technology L. Saboe, J. Chepeha, D. Reid, G. Okamura, M. Grace.

А.Ф. Сажин (40) рекомендовал применение метода ЭМГ - БОС в комплексном лечении плече лопаточного периартроза.

Методика ЭМГ - БОС – тренинга при патологии коленного сустава представлена исследователями из США и Канады (77, 76, 65, 90).

И.Б. Героева (11) доказала значение применения метода БОС для тренировки отводящих мышц бедра при функциональном лечении больных с коксартрозом. Сравнение результатов лечения с применением традиционной ЛФК и метода БОС показало, что мышечная сила возросла в 2 раза больше при применении метода БОС.

В работах О.А. Кузьмичевой и А.А. Сметанкина (45, 46, 21) доказана высокая эффективность и необходимость применения метода ЭМГ – БОС в восстановительном лечении деформаций стопы.

Наибольшее количество исследований по применению метода ЭМГ – БОС в ортопедии посвящено такой распространенной патологии как нарушения осанки и сколиозы [58, 7, 23, 24, 5, 34]. Во всех работах при сравнении с традиционной методикой ЛФК, показано более быстрое нарастание силы мышечного корсета и формирование навыка правильной осанки в случае применения метода ЭМГ – БОС.

В литературе встречаются работы, в которых авторы используют метод ЭМГ – БОС для контроля состояния мышц во время манипуляций на шейном отделе позвоночника (30, 89, 106).

Высокая эффективность и необходимость применения метода ЭМГ - БОС для "переобучения" мышц показана в работах, посвященных восстановительному лечению пациентов после микрохирургических аутомиопластических операций.

Так В.Д. Комаревцевым (18) выполнено исследование, посвященное разработке оптимального комплекса реабилитации детей с последствиями паралича Эрба - Дюшенна. С целью улучшения функции руки этим пациентам проводилась реконструктивно - восстановительная аутомиопластическая операция: пересадка широчайшей мышцы спины в позицию задней порции дельтовидной мышцы. В послеоперационном периоде с целью "переобучения" широчайшей мышцы, увеличения её силы и увеличения объема движений в плечевом суставе в занятия ЛФК включали специальные упражнения, во время выполнения которых пациент наблюдал за электромиограммой этой мышцы на экране электронейромиографа. В результате исследования 28 детей (3–15 лет) автором установлено, что применение такой методики способствовало более быстрому и полноценному функционированию трансплантируемых мышц с улучшением функции верхней конечности.

В. Woolner (108) приводит описание случая переобучения методом ЭМГ – БОС *m. gracilis*, перемещенной после ректальной травмы.

В Центральном научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова (г. Москва), выполнен ряд исследований, посвященных применению метода БОС при различной ортопедотравматологической патологии

(11, 25, 28, 29, 20), результаты которых обобщены и представлены И.С. Косовым (19) в диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук. В работе дано клинико-физиологическое обоснование целесообразности применения метода БОС и изложены принципы использования БОС в комплексной программе медицинской реабилитации пациентов с заболеваниями и повреждениями опорно-двигательного аппарата. Разработаны частные методики и проведена оценка эффективности их применения для коррекции двигательных нарушений различного происхождения: при повреждении капсульно - связочного аппарата коленного сустава, при двигательных нарушениях вследствие удлинения бедренной кости методом дистракционного остеосинтеза, при травматических повреждениях плечевого сустава и у детей с последствиями родового повреждения плечевого сплетения.

На основании проведенных исследований автором был сделан вывод о том, что использование средств биоуправления в комплексных программах функционального лечения отличается высокой эффективностью и позволяет добиться компенсации нарушений двигательной функции, приблизив её клиническую оценку к норме.

Таким образом, анализ литературы, посвященной применению метода ЭМГ – БОС для коррекции двигательных расстройств, показал, что этот метод вызывает большой интерес специалистов и является перспективным направлением медицинской реабилитации в неврологии, ортопедии и травматологии.

Список литературы.

1. Адамчук А.В., Захаров С.М., Луцев А.Н., Скоморохов А.А. Полифункциональный мультипараметрический комплекс для функционального биоуправления. //Биоуправление в медицине и спорте: Материалы I Всероссийской конференции 26-27 апреля 1999 г. – Омск, 1999. – С. 68-71.
2. Басмаджан Д.В. Тренировка отдельных спинальных клеток и её применение в обучении управлению миоэлектрическими устройствами для больных с физиологическими недостатками. //Биоэлектрическое управление. Человек и автоматические системы. – М.: Наука, 1970.– С. 326 – 340.
3. Бахтина И.А., Захарова В.В., Трофимов О.Е., Штарк М.Б. Поведенческая терапия и полифункциональное биоуправление в первичной профилактике ишемической болезни сердца и гипертонии. //Биоуправление в медицине и спорте: Материалы II Всероссийской конференции 23-24 марта 2000 г. – Омск, 2000. – С. 6–8.
4. Бежанов В.Т. Возможности компьютеризированной системы биологической обратной связи в реабилитации нейрохирургических больных. //Биоуправление: теория и практика.– Новосибирск: Наука, 1988.– С. 89 – 96
5. Блюменталь О.Н., Андреева А.А. Реабилитационно – восстановительные мероприятия у детей с нарушениями осанки. //Биоуправление в медицине и спорте: Материалы I Всероссийской конференции 26-27 апреля 1999г. – Омск, 1999. – С. 26–27.
6. Богданов О.В., Варман Б.Г., Мовсисянц С.А., Пинчук Д.Ю. Метод функционального биоуправления в лечении двигательных нарушений у детей с патологией нервной системы. //Актуальные вопросы нейрохирургии детского возраста: Труды Ленингр. НИИ нейрохирургии им. А.Л. Поленова.– Л.,1990.– С. 263–266.
7. Богданов О.В., Николаева Н.И., Михайленок Е.Л. Коррекция нарушений осанки и сколиоза у школьников методами функционального биоуправления. // Журнал невропатологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 1990 – № 8.– С. 47–49.
8. Бортфельд С.А. Двигательные нарушения и лечебная физкультура при детском церебральном параличе. – Л.: Медицина, 1971.– 247 с.
9. Бутуханов В.В. Использование ЭМГ-обратной связи для ускорения восстановительных процессов у больных с повреждением спинного мозга. //Бюлл. Сиб. отд. АМН СССР – 1989.– №2. – С. 97–100.
10. Варман Б.Г. Анализ функциональных преобразований различных звеньев двигательного анализатора при восстановительном лечении детей с двигательными расстройствами приемами биоуправления с обратной связью. //Автореф. дис. ... канд. мед наук. – Л.– 1985. – 22 с.
11. Героева И.Б. Функциональные методы профилактики развития и компенсации статодинамических нарушений при лечении коксартроза. //Автореф. дис. ...д-ра мед. наук.– М.,1995.– 32 с.
12. Гришин О.В., Зубков А.А., Гришин В.Г. Клиническое применение капнографии в биоуправлении для диагностики и лечения гипервентиляционного синдрома. // Биоуправление-3: теория и практика.– Новосибирск: ИМБК, 1998. – С. 122-129.
13. Демиденко Т.Д. Реабилитация при цереброваскулярной патологии. – М: Медицина,1989 – 208 с.
14. Джафарова О.А., Донская О.Г. Особенности регуляции ритма сердца при игровом биоуправлении по ЧСС. // Биоуправление в медицине и спорте: Материалы I Всероссийской конференции 26-27 апреля 1999 г. – Омск, 1999. – С. 71–74.
15. Коган О.Г., Михайлов В.П. Теоретические и практические вопросы применения биологической обратной связи по РЭГ при церебральной форме вегето-сосудистой дистонии. //Биоуправление: теория и практика. – Новосибирск: Наука, 1988.– С. 28-32.
16. Коган О.Г., Найдин В.Л. Медицинская реабилитация в неврологии и нейрохирургии.– М.: Медицина, 1988. – 304 с.
17. Команцев В.Н., Львова Р.И., Богданов О.В. Оптимизирующий эффект функционального биоуправления в восстановительной терапии постинсультных больных. // Тез. докл. VI Все-

- российского съезда невропатологов, г. Иваново, 10-12 октября 1990 г.– М., 1990. – Т. 2 – С. 132–133.
18. Комаревцев В.Д. Реабилитация детей с последствиями родового паралича Дюшенна - Эрба после аутомиопластических операций.//Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры.– 1992. – № 1.– С. 36–38.
 19. Косов И.С. Использование биологической обратной связи для восстановления функции мышц при заболеваниях и повреждениях опорно-двигательного аппарата.// Автореф. дис. ...д-ра мед. наук.– М., 2000.– 36 с.
 20. Косов И.С. Особенности двигательных нарушений у детей с последствиями родового повреждения плечевого сплетения и их коррекция средствами БОС по ЭМГ.// Вестник травматологии и ортопедии.– 2000.– № 2.– С.12-14.
 21. Кузьмичева О.А. Применение метода биологической обратной связи в восстановительном лечении деформаций стоп у детей: Дисс. ...канд. мед. наук. – СПб., 2002.– 160 с.
 22. Кучкин С.Н., Ахундова Р.Е. Применение методов ЛФК и миофасциального расслабления с использованием БОС в реабилитации больных, имеющих повреждения спинного мозга.// Биоуправление с медицине и спорте. Материалы II Всероссийской конференции 23 – 24 марта 2000. Омск – 2000– с. 19-20.
 23. Лаврикова В.И. Функциональное состояние позно-соматических и межреберных мышц у детей, больных сколиозом, при коррекции методом ФБУ. Автореф. дис. ... канд. мед. наук.– М., 1998.– 20 с.
 24. Лаврикова В.И., Кожевникова М.И., Синяков В.С. ЭМГ – БОС при лечении сколиоза у детей в режиме статических нагрузок. //Биоуправление в медицине и спорте: Материалы I Всероссийской конференции 26-27 апреля 1999г. – Омск, 1999. – С.31-33.
 25. Леванова И.В., Цыкунов М.Б., Малахов О.А., Кожевников О.В., Косов И.С. Эффективность биологической обратной связи в лечении пареза Эрба-Дюшенна у детей.// Материалы Российского национального конгресса "Человек и его здоровье". – СПб, 1999.– С. 173.
 26. Лобзин В. С., Цацкина Н. Д. Адаптивное биоуправление с электромиографической обратной связью в терапии паралича Белла.// Журнал невропатологии и психиатрии им. Корсакова. –1989.– № 5.– С. 54-57.
 27. Лопатин А.А. Опыт использования альфа - тета тренинга для некоторых категорий кризисных пациентов// Биоуправление-3: теория и практика.–Новосибирск: ИМБК, 1998.– С. 188 – 193.
 28. Миронов С.П., Малахов О.А., Самков А.С., Кожевников О.В., Косов И.С. Патофизиологические механизмы формирования контрактур суставов при удлинении конечностей и их коррекция методом функционального биоуправления // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2000.– № 1.– С. 3-8.
 29. Миронов С.П., Цыкунов М.Б., Косов И.С. Биологическая обратная связь как перспективное направление реабилитации в травматологии и ортопедии при нарушениях двигательной функции. // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 1999.– № 4. – С. 3-8.
 30. Орлова М.А. Диагностика и лечение нестабильности шейного отдела позвоночника у детей.// Автореф. дис. ...канд. мед. наук.– СПб.,1996. – 22с.
 31. Пинчук Д. Ю. Физиологический анализ коррекции двигательных расстройств приемами функционального биоуправления при тяжелых формах ДЦП.// Автореф. дис. ...канд. мед. наук.– Л.,1987. – 24 с.
 32. Пинчук Д. Ю. Влияние приемов функционального биоуправления на изменение мышечного тонуса у больных детским церебральным параличом. //Актуальные вопросы биологии и медицины: Фундаментальные и прикладные проблемы: Сб. науч. тр. / Ин-т экспериментальной медицины АМН СССР. –Л., 1989 – 1990.– Вып. 2.– С. 136-148.
 33. Пинчук Д. Ю., Сирбиладзе К. Т., Дроздов О. А. Приемы функционального биоуправления в реабилитации двигательных нарушений у детей. //Науч. конф. молодых ученых России, посвященная 50-летию Академии медицинских наук: Тез. докл. – М.,1994.– С. 382.
 34. Пинчук Д.Ю., Сезнева Т.Н., Катышева М.В., Вашалова Н.А., Павлова В.Б., Юрьева Р.Г. Использование метода биологической обратной связи (БОС) по параметрам электромиограммы (ЭМГ) в восстановительном лечении детей со сколиотической болезнью позвоноч-

- ника в условиях специализированного реабилитационного центра. // Биологическая обратная связь.– 2000.– № 2.– С. 26-31.
35. Пинчук Д.Ю., Юрьева Р.Г. Биологическая обратная связь по параметрам электромиограммы в реабилитации пациентов с последствиями церебрального инсульта.// Биологическая обратная связь.–1999.– № 3. – С. 24-28.
 36. Розенбаум Л Само регуляция стрессовых реакций. // Биоуправление-2: теория и практика./ Под ред. М.Б. Штарка, Р.Колла.– Новосибирск: ИМиБК СО РАМН, 1993. – С. 25-29.
 37. Рябус М.В. Лечение головной боли напряжения методом биологической обратной связи.// Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М, 1998. – 24 с.
 38. Сажин А.Ф. Адаптивное биоуправление в комплексном лечении плече лопаточного периартроза.– Волгоград, 1989.– 10 с.– Деп. в Волгоградский гос. мед ин-те 15.03.89.
 39. Семенова К.А. Лечение двигательных расстройств при ДЦП.– М.: Медицина, 1976.– 230 с.
 40. Семенова К.А., Мастюкова Е.М., Смуглин М.Я. Клиника и реабилитационная терапия ДЦП. – М.: Медицина, 1972.– 241 с.
 41. Семенова К.А., Махмудова Н.М. Медицинская реабилитация и социальная адаптация больных детским церебральным параличом.– Ташкент: Медицина Уз ССР, 1979. – 488 с.
 42. Скок А.Б., Шубина О.С., Джафарова О.А., Веревкин Е.Г. Энцефалографический метод альфа – тета тренинга для лечения аддитивных расстройств// Биоуправление-3: теория и практика.–Новосибирск: ИМБК, 1998.– С. 180–187.
 43. Сороко С.И., Кукуев В.Б. Методика оценки, контроля и коррекции функциональных состояний человека с помощью устройства многопараметрической обратной связи. // Биоуправление: теория и практика./ Под ред. М.Б. Штарка и Н.Н. Василевского.– Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1988.– С. 58-63.
 44. Сохадзе Э.М., Химченко В.И., Штарк М.Б. Биологическая обратная связь: анализ тенденций развития экспериментальных исследований и клинического применения. // Биоуправление: теория и практика./ Под ред. М.Б. Штарка и Н.Н. Василевского.– Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1988.– С. 4-12.
 45. Способ лечения плоскостопия: Патент РФ № 2152769. МКИ ⁷ А 61 Н 1/ 00 / О.А. Кузьмичева, А.А Сметанкин (РФ).– 20 с.: табл.
 46. Способ лечебной физкультуры при косолапости: Патент РФ № 2152768. МКИ ⁷ А 61 Н 1/ 00 / О.А. Кузьмичева, А.А. Сметанкин (РФ).– 30 с.
 47. Тауб Э., Скул П. Д. Некоторые методологические соображения по поводу температурной биологической обратной связи.//Биоуправление-2: теория и практика.– Новосибирск: ИМиБК СО РАМН, 1993. – С. 33-35.
 48. Флейшман А. Н., Дьячков В.А. Влияние реоэнцефалографического биоуправления на физическую работоспособность//Биоуправление-2: теория и практика.– Новосибирск: ИМиБК СО РАМН, 1993. – С. 135-139.
 49. Фрид Р. Регистрация и оценка гипервентиляционных нарушений в клинической физиологии.// Биоуправление-2: теория и практика.– Новосибирск: ИМиБК СО РАМН, 1993. – С. 93-107.
 50. Цыкунов М.Б. Функциональное восстановительное лечение при травматических вывихах плеча. // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1986.– № 12.– С. 13-17.
 51. Черниговская Н.В. Адаптивное биоуправление в неврологии. – Л., 1978. – 134 с.
 52. Черниговская Н.В., Мовсисянц С.А., Тимофеева А.Н. Клиническое значение адаптивного биоуправления. – Л.: Медицина, 1982.– 128 с.
 53. Черникова Л.А., Кашина Е.М. Клинические, физиологические и нейропсихологические аспекты баланс-биотренинга у больных с последствиями инсульта.// Биоуправление-3: теория и практика.–Новосибирск: ИМБК, 1998.– С. 81-87.
 54. Черникова Л.А., Некрасова Е.М. Метод электромиографической обратной связи в лечении больных с двигательными нарушениями центрального генеза. // Биоуправление: Теория и практика.– Новосибирск: Наука.–1988.– С. 142 - 151.
 55. Черникова Л.А., Некрасова Е.М., Торопова Н.Г. Применение биологической обратной связи по электромиограмме в клинике нервных болезней.// Биоуправление-2: теория и практика. – Новосибирск: Наука, 1993.– С. 125-127.

56. Шайтор В.М. Физиологические механизмы восстановления движений при лечении спастических форм детского церебрального паралича приемами функционального биоуправления на фоне нетрадиционной фармакокоррекции. //Автореф. дис. ... канд. мед. наук.– Л.–1989.– 20 с.
57. Шипош К.А. Значение аутогенной тренировки и биоуправления с БОС электрической активностью мозга в терапии неврозов.– Автореф. дис. ... канд. мед. наук.– Л., 1980.– 22с.
58. Шкарпетова И. Е. Коррекция осанки у больных детей диспластическим сколиозом с помощью функционального биоуправления с обратной связью.// Механизмы повреждения и восстановления целостного мозга : Тез. докл.4-го выезд. заседания науч. совета по планированию и координации молекулярно-биол. исслед. в обл. медицины при Президиуме АМН СССР, Науч. Совета АН и АМН СССР по физиологии человека и Президиума СО АМН СССР.– 1987.– С. 141-142.
59. Штарк М.Б. Заметки о биоуправлении (сегодня и немного о завтра).// Биоуправление-3: теория и практика.– Новосибирск: ИМБК, 1998.– С. 5-13.
60. Штарк М.Б., Скок А.Б. Применение электроэнцефалографического биоуправления в клинической практике.(Литературный обзор)// Биоуправление-3: теория и практика.– Новосибирск: ИМБК, 1998.– С. 130-141.
61. Штарк М.Б., Скок А.Б., Шубина О.С. Биоуправление в клинической практике// Биоуправление в медицине и спорте: Материалы I Всероссийской конференции 26-27 апреля 1999 г. – Омск, 1999. – С. 6-19.
62. Яковлев Н.М., Сметанкин А.А. Новый методологический подход в функциональном лечении больных с двигательными нарушениями при помощи портативных приборов с ЭМГ - БОС.//Биологическая обратная связь: нейромоторное обучение в клинике и спорте.– СПб., 1991. – С. 3-30.
63. Яковлев Н.М., Соловьев О.А., Чужов А.Л., Сметанкин А.А. Применение ЭМГ - обратной связи в реабилитации детей с повреждениями локтевого сустава.// Ортопедия, травматология и протезирование. – 1990– № 7.– С. 33 – 35.
64. Arena J.G., Bruno G.M., Brucks A. G. The use of EMG biofeedback for the treatment of chronic tension headache.// This protocol is made available to the profession by an educational grant from Thought Technology Ltd. Copyright. – Thought Technology Ltd. –1993.– 4 p.
65. Banovetz J.M., Banovetz S.L., Albright J.P. Basic science and conservative care of patellofemoral dysfunction: a review of the literature.// Iowa-Orthop-J. – 1996.– 16.– P. 88-96.
66. Basmajian J.V. Biofeedback in rehabilitation: a review of principles and practices.// Arch. Phys. Med. Rehab. – 1981. – 62.– P. 469-475.
67. Basmajian J.V., Gowland C., Brandstater M.E., Swanson L. EMG –feedback treatment of upper limb in hemiplegic stroke patients: Apilotstudy. //Arch. Phys. Med. –1982. – 63, 12. – P. 613–616.
68. Brach J.S., Van Swearingen J.M., Lenert J., Johnson P.C. Facial neuromuscular retraining for oral synkinesis [see comments]. // Plast Reconstr Surg.– 1998.– Feb;101(2).– P.554-555.
69. Bradley L.; Hart B.B.; Mandana S.; Flowers K.; Riches M.; Sanderson P. Electromyographic biofeedback for gait training after stroke. // Clin. Rehabil. –1998. –Feb; 12(1) .– P. 11-22.
70. Brucker B.S., Bulaeva N.V. Biofeedback effect on electromyography responses in patients with spinal cord injury.//Arch. Phys. Med. Rehabil.–1996.– Feb; 77(2).– P.133-137.
71. Brudny J., Korein J., Grynbaum B.B. Helping hemiparetics to help themselves// J.A.M.A.- 1979.- Vol.241, № 3.- P. 814-820.
72. Bussone G., Grazi L., D'Amico D., Leone M., Andrasik F. Biofeedback-assisted relaxation training for young adolescents with tension-type headache: a controlled study. // Cephalalgia. –1998– Sep; 18(7).– P. 463-467.
73. Corcos J., Drew S., West L. The Use of electromyographic biofeedback for training pelvic floor musculature. // This protocol is made available to the profession by an educational grant from Thought Technology Ltd. Copyright. Thought Technology Ltd. – 1992. – 4p.
74. Crider A.B., Glaros A.G. A meta-analysis of EMG biofeedback treatment of temporomandibular disorders. //J. Orofac. Pain. –1999. – Winter; 13(1). – P. 29-37.
75. Day L.R., Cook J.A. EEG biofeedback in the treatment of alcoholism: a single subject design// Proceedings of 28-th annual meeting of AAPB. – San Diego, USA. – 1997.– P. 10-11.

76. Draper V. The use of electromyographic biofeedback for postoperative quadriceps femoris muscle recovery. // This protocol is made available to the profession by a Physical Therapy Education Grant from Thought Technology Ltd. Copyright. Thought Technology Ltd. – 1991.– 4 p.
77. Felder C.R., Leeson M.A. The use of Electromyographic Biofeedback for Training the Vastus Medialis Obliquus in patients with patellofemoral Pain.// This protocol is made available to the profession by an educational grant from Thought Technology Ltd. Copyright. Thought Technology Ltd. – 1990.– 4p.
78. Glaros A.G., Tabacchi K.N. Effect of parafunctional clenching on TMD pain.// J. Orofac. Pain. – 1998. – Spring; 12(2). – P. 145-152.
79. Guercio J., Chittum R., McMorrow M. Self-management in the treatment of ataxia: a case study in reducing ataxic tremor through relaxation and biofeedback. // Brain Inj. –1997. – May; 11(5): 353-362
80. Harris F., Spelman F., Hymer I. Electronic sensory aids as treatment for cerebral palsied children.// Phys. Ther.– 1974.–54.– P. 354 – 365.
81. Hocherman S., Diskstein R., Pillar T. Platform training and postural stability in hemiplegia. // Arch. Phys. Med. Rehabil. –1984.– 65, h. – P. 588-592.
82. Hudzinski L.G., Walters P.J. The Use of Electromyographic Biofeedback for the Treatment of Facial Pain. // This protocol is made available to the profession by an educational grant from Thought Technology Ltd. Copyright. Thought Technology Ltd. –1993. – 4 p.
83. Jacobson E. Progressive relaxation. – Chicago: Univ. of Chicago.– 1929.
84. Jones-Alexander J., Blanchard E.B. Thermal biofeedback: An investigation of learning criteria to assess handwarming ability in migraine and mixed headache patients // Proceedings of 27-th annual BFB meeting.– New-Mexico, USA.– 1996.– P. 69-70.
85. Kamiya J.. Conscious control of brain waves. // Psychol. Today.– 1968.–V. 1.
86. Kraft G.H., Fitts S.S., Hammond M.C. Techniques to Improve Function of the Arm and Hand in Chronic Hemiplegia. // Arch. Phys. Med. Rehabil. –1992.– Vol. 73, March.– P. 220-227.
87. Kroner H. B., Mohn U., Pothmann R. Comparison of biofeedback and relaxation in the treatment of pediatric headache and the influence of parent involvement on outcome.// Appl. Psychophysiol. Biofeedback. –1998.– Sep; 23(3). – P. 143-157.
88. Kukulka C.G., Basmajian I.V. Assessment of and audiovisual feedback device used in motor training.// Amer. J. Phys. Med.– 1975.– 54.– P. 194-208.
89. Lee MY, Wong MK, Tang FT, Chang WH, Chiou WK. Design and assessment of an adaptive intermittent cervical traction modality with EMG biofeedback.//J. Biomech. Eng.– 1996.– Nov; 118(4).–P. 597-600.
90. Maitland ME; Ajemian SV; Suter-E. Quadriceps femoris and hamstring muscle function in a person with an unstable knee.// Phys. Ther. –1999.– Jan; 79(1).– P. 66-75.
91. Marinacci A.A., Horande M. EMG in neuromuscular reeducation.// Bull. Los Angeles Neurosoc – 1960.– 25.– P. 38 – 41
92. Miller N.E. Learning of visceral and glandular responses. //Science.– 1969.– V. 163.– P. 434-445.
93. Moreland J.D., Thomson M.A., Fuoco A.R. Electromyographic biofeedback to improve lower extremity function after stroke: a meta-analysis.//Arch. Phys. Med. Rehabil.– 1998.– Feb; 79(2).–P. 134-140.
94. Palmerud G., Sporrang H., Herberts P., Kadefors R. Consequences of trapezius relaxation on the distribution of shoulder muscle forces: an electromyographic study.// J. Electromyogr. Kinesiol. – 1998.– Jun; 8(3).– P. 185-193.
95. Rasey H.W., Lubar J.F. EEG biofeedback for the enhancement of attentional processing in normal college students // Proceedings of 27-the annual BFB meeting – New-Mexico, USA.– 1996.– P. 110-111.
96. Rathkolb O., Baykoushev St., Baykousheva V. Myobiofeedback in motor reeducation of wrist and fingers after hemispherical stroke. // Electromyography and Clin. Neurophysiology – 1990.– 30– P. 89-92.
97. Rokicki L.A., Holroyd K.A., France C.R., Lipchik G.L., France J.L., Kvaal S.A. Change mechanisms associated with combined relaxation/EMG biofeedback training for chronic tension headache. //Appl. Psychophysiol. Biofeedback.–1997. – Mar; 22(1). – P. 21-41.

98. Selger B.R., Caudrey D.Y. Biofeedback therapy to active symmetrical gait in children with hemiplegic cerebral palsy: long – term efficacy. // Arch. Phys. Med. – 1983. – 4. – p. 120-162.
99. Shiwa S., Sasaki T., Matsuda T., Furumitsu I. Biofeedback therapy using MULTI feedback for patients with psychosomatic disorders. // Biobehavioral self-regulation. – Tokio: Springer-Verlag. – 1995. – P. 308-313.
100. Shumway-Cook K.A., Anson D., Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1988. – 69. – P. 395-400.
101. Vodovnik L., Hebersek S. Improvements in voluntary control of Paretic muscles due to electrical stimulation. – 1973. – P. 101-116.
102. Wannstedt G.H., Herman R.M. Use of augmented sensory feedback to active symmetrical standing. // Phys. Ther. – 1978. – 58. – P. 553-559.
103. Wannstedt G., Craik R.L. Evaluation of the limb load Monitor Available from REG, Moss Rehab. // Hospit. Philadelphig. – 1977.
104. Wenck L.S., Leu P.W., D'Amato R.C. Evaluating the efficacy of a biofeedback intervention to reduce children's anxiety. // J. Clin. Psychol. – 1996. – Jul; 52(4). – P. 469-473.
105. Winstein C.J., Gardner E.R., McNeal D.R., Barto P.S., Nicholson D.E. Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1989. – 70. – P. 755-762.
106. Wong A.M., Lee M.Y., Chang W.H., Tang F.T. Clinical trial of a cervical traction modality with electromyographic biofeedback. // Am. J. Phys. Med. Rehabil. – 1997. – Jan-Feb; 76(1). – P. 19-25
107. Wooldridge C., Russel G. Head position training with the cerebral palsied child: An application of biofeedback techniques. // Arch. Phys. Med. Rehabil. – 1976. – 57. – P. 407 – 414.
108. Woolner B. Biofeedback reeducation in gracilis muscle transposition after rectal trauma: a case presentation. // J. Wound. Ostomy. Continence. Nurs. – 1997. – Jan; 24(1). – P. 38-50.
109. Yoshioka K., Shiracura K., Ikuta K., Hiraki K., Yamamoto K., Iwasaki T., Kondo T., Hirokawa Y. Behavioral therapy for bronchial asthma using biofeedback training // Biobehavioral self-regulation – Tokio: Springer-Verlag, – 1995. – P. 412-418.