

**Применение метода биологической обратной связи по электромиограмме
в восстановительном лечении косолапости**

Учебно-методическое пособие

Кузьмичева О.Л. - кандидат медицинских наук, врач-реабилитолог Центра медицинской реабилитации «Биосвязь»

Рецензент:

Яковлев Н.М. - доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник ГУ НИИ экспериментальной медицины РАМН

Кузьмичева О.А. Применение метода биологической обратной связи по электромиограмме в восстановительном лечении косолапости: Учебно-методическое пособие. - СПб., 2003. - 24 с.

В пособии приведено краткое описание сложной патологии стопы - косолапости, дана ее классификация. Подробно описывается применение метода биологической обратной связи в восстановительном лечении косолапости. Приведены конкретные примеры.

Пособие предназначено для врачей-ортопедов, хирургов, педиатров, реабилитологов, а также слушателей факультетов переподготовки и повышения квалификации.

Применение метода биологической обратной связи по электромиограмме в восстановительном лечении косолапости

Косолапость - это сложная комбинированная деформация стопы, обусловленная стойкой контрактурой голеностопного сустава и суставов стопы и имеющая следующие клинические признаки [4, 7] (рис. 1):

1. **Эквинус** - подошвенное сгибание стопы в голеностопном суставе.
2. **Варус** - поворот подошвенной поверхности внутрь с опусканием наружного края стопы (супинация стопы).
3. **Аддукция** - приведение переднего отдела стопы при одновременном увеличении ее свода.
4. **Ротация** костей голени внутрь.

Степень выраженности клинических признаков значительно варьирует. Большинство ортопедов различают три степени тяжести деформации [26]:

I степень - деформация легко устраняется при ручной коррекции;

II степень - при ручной коррекции возможно лишь частичное устранение деформации из-за значительного сопротивления мягких тканей голени и стопы.

III степень — стойкая деформация и ограничение функции стопы из-за значительных изменений мягких тканей и костей голени и стопы. Полное отсутствие эффекта при попытке ручной коррекции положения стопы.

Различают два вида косолапости: врожденную и приобретенную.

Врожденная косолапость формируется внутриутробно и выявляется сразу при рождении ребенка. Это наиболее частая врожденная патология опорно-двигательного аппарата, составляющая 35,8% от всех врожденных заболеваний опорно-двигательного аппарата [14]. Причем 80% случаев составляют типичные формы врожденной косолапости, когда имеет место только деформация стопы, и 20% составляют нетипичные формы, когда деформация стопы сопровождается другими врожденными аномалиями: артрогриппоз, врожденные дефекты костей голени, амниотические перетяжки. При врожденной косолапости наибольшие изменения выявляются в мягких тканях (мышцах и связках) голени и стопы [14, 15, 20]:

1. Внутренняя и задняя группы связок голеностопного сустава, мышцы-сгибатели (трехглавая мышца голени, задняя большеберцовая мышца, длинный сгибатель пальцев, длинный сгибатель большого пальца) и супинаторы стопы (передняя большеберцовая мышца, длинный разгибатель большого пальца) укорочены и утолщены.

2. Мышцы-пронаторы стопы (длинная и короткая малоберцовые) тонкие, растянутые.

Виды

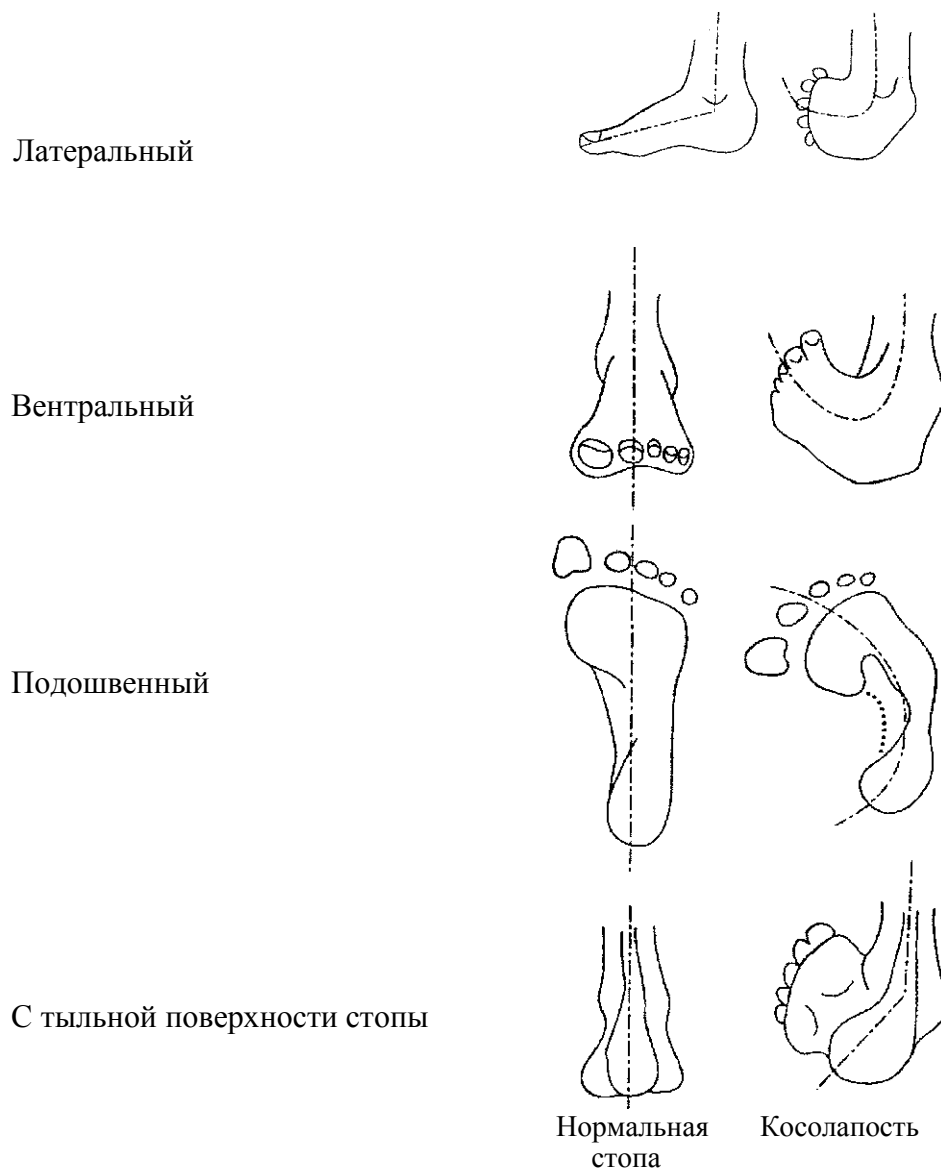


Рис. 1. Схема деформаций стопы при косолапости (по Р.Бернбек и А.Синиос [4]).

Приобретенная косолапость развивается в любом возрасте в результате снижения или выпадения функции малоберцовых мышц.

Наиболее частой причиной этого патологического состояния является нарушение иннервации, возникающее при поражении седалищного и/или малоберцового нервов вследствие травм или гнойно-деструктивных процессов в ягодичной области, голени и стопе; при неврологической патологии (полиомиелит, детский церебральный паралич, энцефалит, радикулит). Поэтому в большинстве случаев приобретенная косолапость является **паралитической**. Однако в ряде случаев деформации стопы по типу косолапости формируются вследствие сложных и неправильно леченых переломов и вывихов костей голени и стопы [27].

Для паралитической косолапости более характерна варусная установка стопы: изолированная или в комбинации с эквинусом.

Лечение косолапости должно быть начато сразу же после ее выявления и направлено на устранение контрактур и деформаций, восстановление опорной и двигательной функций стопы. Лечение косолапости представляет собой длительный трудоемкий процесс и заключается в комбинированном применении различных методов ортопедической коррекции и функционального восстановления [6].

Ортопедические методы лечения направлены на устранение деформаций стопы и восстановление нормального анатомического расположения костей, связок и мышц путем консервативной этапной гипсовой и/или хирургической коррекции.

При лечении паралитической косолапости наряду с устранением контрактур голеностопного сустава и суставов стопы применяют сухожильно-мышечные пересадки задней или передней большеберцовых мышц на наружный край стопы с целью компенсации выпавшей функции малоберцовых мышц для восстановления равновесия между супинаторами и пронаторами стопы.

Функциональное восстановительное лечение включает различные методы консервативной терапии, которые могут применяться как самостоятельно, так и в комбинации с ортопедическими методами консервативной и хирургической коррекции (в период предоперационной подготовки и послеоперационного восстановления).

Для улучшения кровообращения и трофики костей, суставов, мышечно-связочного аппарата голени и стопы применяются физиотерапия, лазеротерапия, иглорефлексотерапия, массаж мышц голени и стопы. Для повышения сократительной способности ослабленных малоберцовых мышц широко применяется электростимуляция - стимуляция сокращений ослабленных мышц с помощью электрического импульса. Однако этот способ пассивной электрогимнастики не устраняет мышечной дистонии, не восстанавливает механизмы управления функцией дефектных мышц, что особенно важно для функциональной реабилитации пациентов.

Для восстановления физиологической функции нижних конечностей и функциональной реабилитации пациента в целом наибольшее значение имеет лечебная физкультура, которая обеспечивает оптимальное решение следующих задач восстановительного лечения:

- устранение важнейшего звена патогенеза косолапости - дистонии и дисфункции мышц-супинаторов и пронаторов стопы путем восстановления и повышения активности ослабленных мышц-пронаторов (малоберцовых);
- увеличение объема движений в голеностопном суставе;
- восстановление опорной и двигательной функции стопы и всей нижней конечности;
- коррекция патологической походки;
- восстановление физиологического стереотипа ходьбы. Традиционная методика лечебной физкультуры при косолапости

[16] представляет собой комплекс специальных упражнений (от 10 до 15) для мышц голени и стопы, выполняемых из различных исходных положений - лежа, сидя, стоя, в ходьбе, с применением специальных пособий: гимнастической лестницы, наклонной плоскости, специальных следовых дорожек. Эти упражнения направлены на растягивание мышц заднемедиальной поверхности голени (сгибателей и супинаторов стопы), активацию ослабленных малоберцовых мышц (пронаторов стопы), увеличение объема движений в голеностопном суставе за счет увеличения разгибания стопы, коррекцию патологической «косолапой» походки.

Режим работы мышц при выполнении рекомендуемых упражнений динамический, то есть такой, при котором сокращение тренируемых мышц происходит кратковременно, при невысоком уровне их активации. Уровень нагрузки определяется подбором специальных упражнений, исходным положением, количеством выполняемых упражнений, количеством и темпом повторений каждого упражнения, продолжительностью занятия.

Однако традиционная методика ЛФК имеет ряд недостатков, обуславливающих зависимость результативности занятий от индивидуального мастерства специалиста. Так, рекомендации по методике лечебной физкультуры носят общий, описательный характер. Определение уровня нагрузки осуществляется эмпирически, без учета индивидуальных особенностей пациента. Специальные упражнения не обеспечивают необходимый для функциональной перестройки уровень активации ослабленных мышц из-за отсутствия объективного контроля состояния мышц во время тренировки, динамического характера работы и низкого уровня мотивации пациента.

Отсутствие объективного контроля состояния тренируемых мышц во время выполнения упражнений является особенно большим недостатком традиционной методики ЛФК, поскольку при косолапости глубоко нарушено управление функцией малоберцовых мышц. Бесконтрольное выполнение упражнений зачастую приводит к имитации требуемого движения за счет заместительного сокращения более активных мышечных групп голени и даже бедра. Например, при ходьбе на пятках или по наклонной плоскости недостаточность разгибания стопы компенсируется переразгибанием коленного сустава, а упражнения на отведение стопы осуществляются за счет всей конечности путем наружной ротации бедра вместо изолированного отведения стопы за счет сокращения малоберцовых мышц.

Таким образом, существует много методов лечения косолапости и разрабатываются они, начиная уже с Гиппократа. Однако результаты лечения этой патологии, особенно функциональные, до сих пор оставляют желать лучшего. Так, по данным некоторых авторов [9], рецидивы врожденной косолапости после консервативного лечения составляют от 22 до 83%, после оперативного - от 10 до 52%. Это в значительной степени обусловлено недостатками функционального восстановительного

лечения. Известно, что даже многократное относительно успешное исправление деформаций стоп только ортопедическими методами не приводит к полному излечению пациента.

Неудовлетворенность специалистов результатами лечения косолапости является причиной поиска и разработки новых методов, однако практически все работы посвящены ортопедическим методам лечения: исследованию преимуществ консервативных и оперативных методов, обоснованию сроков хирургической коррекции, разработке новых технических решений оперативной коррекции и т.д. [8, 23, 24].

Как ни удивительно, но, несмотря на очевидную актуальность, в литературе за последние 10 лет практически отсутствуют публикации, посвященные новым разработкам в области функционального восстановительного лечения косолапости. В связи с этим, учитывая большую значимость мышечных дисфункций в патогенезе функциональных расстройств при косолапости, нами была разработана методика их устранения, основанная на применении метода биологической обратной связи (БОС) по электромиограмме (ЭМГ-БОС) [18].

БОС, как метод функциональной терапии различных патологических состояний, в последние годы находит все более широкое применение в медицинской реабилитации [21, 25]. Для коррекции двигательных нарушений широко применяется метод ЭМГ-БОС. Необходимость применения этого метода в реабилитации пациентов с двигательными нарушениями в настоящее время признается большинством специалистов, занимающихся восстановительным лечением [22].

Возможности и высокая эффективность метода ЭМГ-БОС убедительно продемонстрированы в многочисленных исследованиях, посвященных проблемам коррекции двигательных расстройств вследствие повреждений центральной и периферической нервной системы [1,3, 12,28,29,30].

Гораздо реже метод ЭМГ-БОС применяется в медицинской реабилитации пациентов с ортопедической патологией. В литературе встречаются лишь отдельные публикации, посвященные его применению при функциональном лечении травматического вывиха плеча [26], коксартроза [10], нарушений осанки и сколиозов [5,19], плоскостопия [17]. Следует отметить, что способ лечения плоскостопия разработан нами (О.А.Кузьмичева, А.А. Сметанкин) в Центре медицинской реабилитации «Биосвязь» и на него получен патент РФ на изобретение № 2152769 от 20 июля 2000 года.

Предлагаемый способ функционального восстановительного лечения косолапости также разработан нами (О.А.Кузьмичева, А.А. Сметанкин), патент РФ на изобретение № 2152768 от 20 июля 2000 года.

Суть предлагаемого метода заключается в устранении ведущего звена патологии: дисфункции мышц-супинаторов и пронаторов стопы путем поэтапного восстановления функции дефектных мышц-пронаторов (малоберцовых мышц) методом ЭМГ-БОС. Для реализации метода нами использовались аппараты ЭМГ-БОС производства ЗАО «Биосвязь» (Санкт-Петербург):

1. Аппарат с биологической обратной связью по световому и звуковому сигналам для восстановления двигательной функции мышц «**Митон-БОС**» (государственное регистрационное удостоверение Министерства Здравоохранения РФ № 29/03030497/1417-00, сертификат соответствия № РОСС RU. ME20.B01860). Двухканальный стационарный прибор БОС «Митон» позволяет одновременно контролировать функцию двух мышечных групп (например, сгибателей и разгибателей какого-либо сустава).

2. Устройство для нервно-мышечной релаксации с биологической обратной связью «**Миотоник**» (государственное регистрационное удостоверение Министерства Здравоохранения РФ № 29/03020501/2100-01, сертификат соответствия № РОСС RU. ME20.B01861). «Миотоник» — портативный одноканальный прибор БОС, обеспечивающий работу в двух режимах: непрерывном и пороговом.

3. **Аппаратно-программный комплекс** для коррекции расстройств функциональных систем организма путем преобразования электрофизиологических сигналов в звуковые и зрительные сигналы обратной связи **КАПфс-БОС-«БИОСВЯЗЬ»** (государственное регистрационное удостоверение Министерства Здравоохранения РФ № 29/03010402/3932-02, сертификат соответствия № РОСС RU. ME20.B02924), в состав которого входит персональный компьютер современной конфигурации, оснащенный программным обеспечением «**Миотренажер**». Комплекс обеспечивает графическое отображение огибающей электромиограммы контролируемой мышцы на экране монитора, а специально разработанная программа «Миотренажер» предлагает несколько различных режимов тренировки мышц.

4. **Комплекс-тренажер миографический игровой** с биологической обратной связью КМИ-БОС-«БС» (государственное регистрационное удостоверение Министерства Здравоохранения РФ № 29/03020501/2267-01, сертификат соответствия № РОСС RU. ME20.B02040), в состав которого входит прибор «Миотоник» и игровая приставка типа «Sega», «PlayStation» и т.д., включаемая «Миотоником».

5. Устройство для коррекции нарушений двигательных функций с биологической обратной связью «**Корректор движений**» -двухканальный прибор ЭМГ-БОС (государственное регистрационное

удостоверение Министерства Здравоохранения РФ № 29/03020493/141860, сертификат соответствия № РОСС RU. ME20.B01860).

Функциональное восстановительное лечение косолапости методом ЭМГ-БОС проводится в три этапа, на каждом из которых решаются следующие специальные задачи:

I этап. Подготовительный.

- Идентификация пациентом мышц-пронаторов (малоберцовых).
- Восстановление и тренировка проприоцепции и кинестезии (мышечного чувства)

малоберцовых мышц.

II этап. Основной.

- Повышение сократительной способности и силы ослабленных малоберцовых мышц.

III этап. Заключительный.

- Коррекция дефектов походки.
- Формирование физиологического стереотипа ходьбы. Уровень нагрузки подбирается на

каждом занятии в соответствии

с результатами тестирования тренируемой мышцы. Для этого в начале занятия, после наложения электродов аппарата ЭМГ-БОС, пациенту предлагают выполнить специальное упражнение с максимальным сокращением контролируемой мышцы (отведение стопы с пронацией из исходного положения сидя). Для максимальной активации тестируемой мышцы исследователь оказывает сопротивление выполняемому движению. Аппарат ЭМГ-БОС определяет амплитуду биопотенциала, возникающего в мышце. Этот показатель рассматривается как максимальная амплитуда сокращения контролируемой мышцы и используется для определения уровня нагрузки и оценки результативности занятий.

Для решения специальных задач I и III этапов во время тренировки степень активации мышц устанавливается в диапазоне 25-50% от максимальной амплитуды, на II этапе - в диапазоне от 50 до 75%. Уровень нагрузки регулируется уровнем чувствительности аппарата ЭМГ-БОС и количеством повторений упражнения.

Тренировка сократительной способности и силы мышц на II этапе лечения проводится в изометрическом режиме, поскольку известно, что изометрический режим тренировки до утомления по сравнению с динамическим позволяет быстрее и в большей степени увеличить силу и сократительную способность мышц [2, 13].

Особенностью предлагаемой методики является также то, что во время занятия учитываются физиологические закономерности тренировочного процесса, этапы его развития: состояния вработывания, устойчивой работоспособности и утомления [И]. Так, вработывание характеризуется повышением сократительной способности мышцы на 3-5 минуте тренировки. В связи с этим для максимальной реализации возможности мышцы необходимо повысить порог срабатывания сигналов обратной связи аппарата ЭМГ-БОС. При утомлении снижается способность мышцы к сохранению установленного уровня активации. Поэтому на приборе ЭМГ-БОС следует снизить порог срабатывания сигналов обратной связи для того, чтобы обеспечить необходимую для получения тренирующего эффекта длительность занятия (не менее 15 мин).

Выбор аппарата ЭМГ-БОС обусловлен лечебной задачей и возможностями аппарата.

На первом этапе при выработке мышечного чувства пациент должен установить взаимосвязь между своими ощущениями и сокращением соответствующих мышц. Для этой цели наиболее эффективно применение аппаратов с высоким уровнем чувствительности и возможностью объективного измерения биоэлектрической активности мышц: «Митон-БОС», компьютерный комплекс «Миотренажер».

На втором этапе для повышения сократительной способности и силы малоберцовых мышц целесообразно применение аппаратов, обеспечивающих наиболее высокий уровень мотивации пациента: игровой миографический комплекс-тренажер, «Миотренажер», «Митон-БОС».

На третьем этапе для коррекции дефектов походки важно добиться координации сокращения и расслабления мышц с фазами ходьбы и затем проводить тренировки во время ходьбы. Для этой цели наиболее удобен двухканальный портативный аппарат «Корректор движений».

Эффективность решения специальных лечебных задач оценивается поэтапно и определяет длительность каждого этапа. Продолжительность занятия составляет 15-45 мин. Длительность курса лечения составляет в среднем 25-35 занятий при 2-5 посещениях в неделю.

Предлагаемый способ функционального восстановительного лечения косолапости осуществляется следующим образом.

I этап

- Обучение пациента идентификации малоберцовых мышц.
- Восстановление мышечного чувства

В начале сеанса поверхностный электромиографический электрод прибора ЭМГ-БОС накладывают на двигательную точку длинной малоберцовой мышцы (граница верхней и средней трети латеральной поверхности голени - рис. 2).

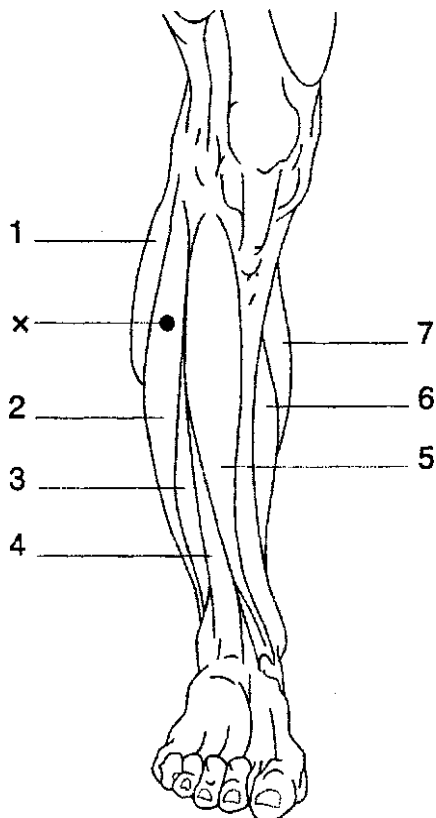


Рис. 2. Проекция мышц правой голени (вид спереди) и точка наложения ЭМГ-электрода при лечении косолапости (по О.А.Кузьмичевой [17]):

1 - икроножная мышца; 2 - длинная малоберцовая мышца; 3 - короткая малоберцовая мышца; 4 - длинный разгибатель пальцев; 5 - передняя большеберцовая мышца; 6 - камбаловидная мышца; 7 - икроножная мышца;
x - точка наложения ЭМГ- электрода.

Пациент принимает исходное положение: сидя на стуле, ноги согнуты в коленях, стопы на опоре. Его обучают правильному выполнению специального для малоберцовых мышц упражнения: отведению переднего отдела стопы с пронацией (приподнимание наружного края стопы) так, чтобы при выполнении движения пятка и основание первого пальца от опоры не отрывались. При обучении с целью получения максимального сокращения мышцы инструктор оказывает сопротивление пронации стопы. На применяемом аппарате ЭМГ-БОС устанавливается высокий уровень чувствительности, такой, чтобы пациент получал информацию об изменении состояния малоберцовых мышц даже при их минимальном сокращении.

Многократное повторение упражнения позволяет пациенту установить зависимость между собственными ощущениями, возникающими при мышечном сокращении, и изменениями сигналов обратной связи: загоранием светодиодной шкалы («Митон-БОС») или смещением графика ЭМГ на экране монитора («Миотренажер») при одновременном изменении сигналов звуковой обратной связи.

Таким образом, с помощью управления сигналами обратной связи пациент обучается управлению мышечным сокращением.

Контроль состояния мышечного чувства проводится на аппаратах «Миотоник», «Митон-БОС» и компьютерном комплексе «Миотренажер». Для этого пациент выполняет рекомендованное упражнение 3-5 раз, стараясь запомнить ощущение, возникающее при сокращении контролируемой

мышцы. Затем создаются условия, при которых пациент лишен возможности получать сигналы обратной связи: отключается звуковой сигнал, и аппарат ЭМГ-БОС располагается так, чтобы пациент не видел шкалу или экран. Пациент должен воспроизвести мышечное сокращение такой же величины «вслепую», при этом инструктор контролирует амплитуду мышечного сокращения по изменениям сигнала визуальной обратной связи. Оценивается возможность воспроизведения пациентом требуемой величины мышечного сокращения без сигналов обратной связи («вслепую»). Упражнение выполняется 5 раз подряд. Фиксируется количество положительных результатов (достижение установленного уровня активации мышцы «вслепую»). Соотношение положительных результатов к общему числу повторений, например 1:5, 2:5, 4:5, характеризует состояние мышечного чувства.

На **I этапе** занятие прекращается при наступлении первых признаков утомления, так как утомление сопровождается активацией других мышечных групп и появлением заместительных движений, что нежелательно, поскольку основная задача первого этапа - обучение правильному выполнению движения за счет сокращения именно малоберцовых мышц.

Длительность одного сеанса - в среднем 15 мин.

Продолжительность I этапа составляет 2-5 сеансов и зависит от индивидуальных особенностей пациента.

II этап

- Повышение сократительной способности малоберцовых мышц.

Занятие начинается с тестирования тренируемых мышц - определения величины максимальной активности при выполнении специального упражнения (расположение электродов и упражнение аналогичны первому этапу). Уровень активации мышцы во время тренировки устанавливается в диапазоне 50-75% от полученного значения максимальной амплитуды сокращения путем соответствующего расположения пороговых меток: нижний порог - 50%, верхний - 75%.

Во время сеанса пациент выполняет специальное упражнение (отведение переднего отдела стопы с пронацией) в изометрическом режиме. Выходной сигнал с прибора ЭМГ-БОС «Миотоник» запускает компьютерную игру, причем игра останавливается в случае выхода текущего значения ЭМГ за пределы порогов. При сохранении установленного уровня активности тренируемой мышцы, когда световой сигнал обратной связи, отражающий значение амплитуды ЭМГ, не выходит за пределы порогов, на экране телевизора развивается игровая ситуация (например, происходит движение автомобиля).

При изменении функционального состояния мышцы во время сеанса значения порогов изменяют. Так, при вработывании и превышении сигнала обратной связи, отражающего значение текущей амплитуды ЭМГ тренируемой мышцы, величины верхнего порога три и более раз за 15 с, значения верхнего и нижнего порогов увеличивают на 10% (от максимального значения амплитуды ЭМГ, определенного при тестировании в начале занятия). При утомлении и снижении амплитуды текущей ЭМГ ниже нижнего порога также три и более раз за 15 с величину верхнего порога не меняют, а величину нижнего порога уменьшают на 10%, при этом происходит увеличение межпорогового диапазона.

Общая продолжительность тренировочного сеанса для одной мышечной группы составляет от 15 до 45 мин.

При двусторонней косолапости и необходимости тренировки симметричных мышечных групп правой и левой ноги за одно амбулаторное посещение может быть проведено два сеанса тренировки поочередно для каждой ноги.

Курс лечения составляет 10-15 сеансов для каждой ноги от 2 до 5 раз в неделю.

III этап

- Коррекция дефектов походки
- Формирование физиологического стереотипа ходьбы.

В начале занятия поверхностные ЭМГ- электроды аппарата ЭМГ-БОС также устанавливаются на двигательные точки длинных малоберцовых мышц правой и левой ноги. Поочередно (справа и слева) измеряется максимальная амплитуда ЭМГ длинной малоберцовой мышцы при выполнении отведения переднего отдела стопы из исходного положения: сидя на стуле, стопы на опоре.

В соответствии с полученными значениями по каждому каналу устанавливают пороговые величины: 25% нижний порог и 50% -верхний. Затем пациент обучается поочередному (правой и левой ногой) выполнению упражнения (отведение переднего отдела стопы без отрыва пятки от опоры при сокращении малоберцовых мышц в диапазоне от 25 до 50% максимальной амплитуды) сначала в положении сидя, затем стоя. После сокращения контролируемой мышцы в установленном диапазоне в

течение 5 с пациент выполняет расслабление малоберцовых мышц, устанавливая стопу на опору, сохраняя при этом достигнутое положение отведения переднего отдела.

Правильность выполнения упражнения и достижение установленной амплитуды сокращения малоберцовой мышцы подтверждается положительным звуковым сигналом обратной связи.

Затем упражнение выполняется другой ногой по аналогичной схеме.

После усвоения упражнения пациент выполняет его в ходьбе, передвигаясь по дорожке в режиме «шаржированной» походки.

В фазу переднего шага производится акцентированное отведение переднего отдела стопы при опоре на пятку. При этом малоберцовые мышцы сокращаются, и при превышении амплитуды ЭМГ значения нижнего порога возникает звуковой сигнал обратной связи, который должен сохраняться в течение всего времени сокращения мышцы - 5 с.

В фазу опоры пациент сохраняет отведение переднего отдела стопы (в положении гиперкоррекции). При этом малоберцовые мышцы расслабляются, и амплитуда ЭМГ длинной малоберцовой мышцы устанавливается ниже нижнего порога. О правильности выполненного движения свидетельствует отсутствие звукового сигнала в течение 5 с. В это время в фазе переднего шага находится другая нога.

Рисунок движения напоминает упражнение «ходьба "ёлочкой"».

Длительность одного сеанса по формированию нового стереотипа ходьбы определяется индивидуальными возможностями пациента. Сеанс заканчивается при появлении следующих признаков утомления:

- неправильная постановка стоп;
- неустойчивость амплитуды сокращения малоберцовых мышц, что сопровождается отсутствием или постоянным звучанием сигналов обратной связи при ходьбе;
- применение пациентом компенсаторных и заместительных движений.

Продолжительность сеансов постепенно увеличивается от 15 до 45 мин.

Минимальная длительность этого этапа составляет 10 занятий.

Критерием эффективности занятий этого периода является освоение пациентом навыка активной коррекции «косолапой» походки и физиологическая постановка стоп при самоконтроле.

Предлагаемый метод был применен нами для функционального восстановительного лечения 32 пациентов с врожденной косолапостью в возрасте от 4 до 15 лет. Двусторонняя косолапость отмечалась у 19 пациентов, односторонняя - у 13. Только консервативное ортопедическое лечение было проведено у 17 пациентов, а хирургическое и комбинированное - у 15. Причем 5 пациентов из них (33%) перенесли повторные хирургические вмешательства.

Восстановительное лечение в большинстве случаев проводилось эпизодически и включало преимущественно массаж, физиотерапию и у некоторых пациентов - иглорефлексотерапию.

Традиционная методика лечебной физкультуры применялась отдельными курсами для восстановительного лечения у 18 пациентов.

Обследование при приеме на лечение в ЦМР «Биосвязь» выявляло практически у всех пациентов выраженные нарушения функционального состояния пораженной конечности и разной степени ограничения двигательных возможностей. При обращении в ЦМР давность заболевания и последнего курса лечения составляла в большинстве случаев от 2 до 9 лет. Только 5 пациентов были направлены к нам на восстановительное лечение сразу после окончания очередного этапа ортопедической коррекции.

Курс функционального лечения предлагаемым методом составлял в среднем 25-35 сеансов, проводимых от 2 до 5 раз в неделю, и продолжался 2,5-3 мес.

Эффективность проводимого лечения оценивалась по динамике показателей клинического и электрофизиологического исследований.

В результате проведенного лечения у всех 32 пациентов отмечалось повышение электрогенеза и соответственно сократительной способности дефектных малоберцовых мышц в 2-2,5 раза, увеличение объема активного разгибания в голеностопном суставе на 5-10°, улучшение опорной и двигательной функции дефектной конечности, улучшение качества локомоций, активная коррекция дефектов походки при самоконтроле.

В двух случаях два курса функционального лечения с применением метода ЭМГ-БОС позволили отказаться от повторной хирургической коррекции.

Для сравнения результативности предлагаемой методики с традиционной методикой ЛФК было проведено обследование 18 пациентов с врожденной косолапостью в возрасте от 4 до 15 лет, получавших функциональное лечение по традиционной методике ЛФК. Они составили контрольную группу. Оценка эффективности занятий проводилась по тем же критериям, что и в основной группе.

Анализ полученных данных позволяет сделать вывод о низкой результативности традиционной методики. Так, нарушения управления функцией малоберцовых мышц (включение замещающих движений при выполнении тестового упражнения) отмечалось при обследовании после курса лечения у 16 (90%) пациентов. У всех 18 (100%) пациентов отмечалась сниженная амплитуда биоэлектрической активности малоберцовых мышц, нарушение опорной и двигательной функции стопы, патологическая походка и затруднения при попытке её коррекции.

В качестве иллюстраций приводим выписки из историй болезни пациентов, посещавших занятия в Центре медицинской реабилитации «Биосвязь».

Клинический пример 1

Пациент К.И., 5 лет. Диагноз: Врожденная правосторонняя косолапость.

Родители обратились в ЦМР «Биосвязь» с жалобами на нарушения походки у ребенка: прихрамывание и приведение переднего отдела правой стопы при ходьбе, затруднения при беге и прыжках.

Из анамнеза известно, что врожденная правосторонняя косолапость выявлена у ребенка при рождении. Лечение проводилось консервативно на протяжении первого года жизни, начиная с периода новорожденное™, и включало этапную гипсовую коррекцию в сочетании с массажем и физиотерапией. Последний курс гипсования проведен в возрасте 10 месяцев. С тех пор лечение не проводилось.

При осмотре пациента выявлены следующие особенности:

- физическое развитие соответствует возрасту;
- мышечный тонус равномерно снижен;
- осанка вялая, с нарушениями функционального характера во фронтальной и сагиттальной плоскостях;

- нарушения походки: легкое прихрамывание на правую ногу, варусная установка и приведение переднего отдела правой стопы при ходьбе.

Функциональные показатели снижены:

- прыжки на одной ноге: слева - подпрыгивает 10 раз, справа - 2 раза;
- равновесие на одной ноге: слева - 45 с., справа - 2 с.;
- угол разгибания в голеностопном суставе справа: активно - 95°, пассивно - 86°.

Электромиографические показатели: амплитуда ЭМГ длинной малоберцовой мышцы при отведении стопы с максимальным сокращением мышцы составила справа (косолапость) - 80 мкВ, слева (контроль) - 300 мкВ.

Исследование мышечного чувства выявило выраженные нарушения в управлении функцией малоберцовых мышц: при попытке изолированного отведения стопы справа отмечались выраженные замещающие и компенсаторные движения, при тестировании соотношение правильно выполненных движений к их общему числу составило 1:5.

Курс функционального восстановительного лечения по предлагаемой методике составил 27 сеансов. Первый этап - обучение пациента идентификации малоберцовых мышц справа проводился с помощью аппарата «Митон-БОС» и составил 5 сеансов.

На втором этапе, продолжавшемся 12 сеансов, для повышения сократительной способности малоберцовых мышц справа применялся игровой тренажер «Био-Битман».

Заключительный этап продолжался 10 сеансов, коррекция нарушений походки и восстановление физиологического стереотипа ходьбы проводилась с помощью портативного аппарата ЭМГ-БОС «Корректор движений».

В результате проведенного лечения произошли следующие изменения в состоянии ребенка:

- улучшилась опорная функция правой ноги: длительность удержания равновесия на правой ноге увеличилась с 2 до 15 с.;
- увеличился объем активного разгибания в голеностопном суставе с 95° до 86°;
- улучшилась походка: исчезла хромота, улучшилась постановка стоп при ходьбе с самоконтролем;
- увеличилось количество прыжков, выполняемых на правой ноге с 2 до 7 раз подряд.

Положительная динамика клинических показателей подтверждена результатами повторного электромиографического исследования. Амплитуда ЭМГ длинной малоберцовой мышцы справа при максимальном сокращении мышцы во время отведения стопы составила 300 мкВ, увеличившись более чем в 3 раза. При этом произошла коррекция асимметрии электрогенеза мышц здоровой и пораженной сторон.

Сопоставление электрофизиологических данных с динамикой клинических показателей позволило оценить результат проведенного лечения как значительное улучшение.

Данный пример демонстрирует высокую эффективность предлагаемой методики функционального восстановительного лечения, которая позволила за 27 сеансов при систематических

занятиях от 3 до 5 раз в неделю добиться высокого функционального результата у ребенка-дошкольника с давностью заболевания пять лет при полном отсутствии лечения в течение четырех лет.

Клинический пример 2

Девочка КН., 6 лет. Диагноз: двусторонняя врожденная косолапость.

Родители обратились в Центр медицинской реабилитации «Биосвязь» с жалобами на нарушения походки (косолапая походка), затруднения при беге и прыжках.

Из анамнеза известно, что врожденная двусторонняя косолапость выявлена у ребенка при рождении. Ортопедическое лечение проводилось консервативно методом этапной гипсовой коррекции с трехнедельного возраста в течение первого года жизни. Повторное гипсование не проводилось. В последующем применялись съемные гипсовые лонгеты на ночь, ортопедическая обувь. Физиотерапия, массаж, ЛФК применялись эпизодически, в течение последних двух лет восстановительное лечение не проводилось.

При осмотре пациентки выявлены следующие особенности:

- физическое развитие соответствует возрасту ;
- нарушения осанки во фронтальной и сагитальной плоскостях ;
- при ходьбе опора на полную стопу, варусная установка и приведение передних отделов стопы более выражены справа, умеренная рекурвация коленных суставов;
- бег, прыжки на двух и на одной ноге выполняет, но прыжки низкие, тяжелые, амортизация снижена;
- снижено время сохранения равновесия на одной ноге: слева - 15 с, справа - 7 с;
- объем пассивных движений в голеностопных суставах полный;
- ограничено активное разгибание стопы: слева - 90° , справа - 95°.

Электромиографическое исследование малоберцовых мышц слева и справа при их максимальном сокращении во время отведения стопы выявило небольшое снижение электрогенеза мышц. Амплитуда ЭМГ составила:

слева: короткой малоберцовой мышцы - 110 мкВ, длинной малоберцовой -180 мкВ;

справа: короткой малоберцовой - 100 мкВ, длинной малоберцовой - 150 мкВ.

Девочка была принята на курс лечения предлагаемым способом. Сеансы проводились 2 раза в неделю на I этапе, 3 раза в неделю на II и 5 раз в неделю на заключительном III этапе.

Выбор мышц для контроля аппаратом ЭМГ-БОС, исходное положение и упражнения аналогичны примеру 1.

В связи с двусторонним характером патологии на II этапе во время занятий проводилась поочередная тренировка малоберцовых мышц слева и справа на аппарате ЭМГ-БОС «Био-Битман».

Контрольное обследование выявило значительное улучшение функционального состояния тренируемых мышц: объем активного разгибания в голеностопном суставе справа и слева увеличился до 85°, значительно увеличилась электрическая активность максимального сокращения малоберцовых мышц при выполнении специального упражнения:

слева: длинной малоберцовой мышцы с 180 мкВ до 400 мкВ, короткой малоберцовой мышцы со 110 мкВ до 250 мкВ;

справа: длинной малоберцовой мышцы со 150 мкВ до 350 мкВ, короткой малоберцовой мышцы со 100 мкВ до 220 мкВ.

В связи с этим было решено перейти к следующему, заключительному этапу восстановления. Таким образом, продолжительность II этапа у этой пациентки составила 10 сеансов, при трех посещениях в неделю. Третий этап продолжался 15 сеансов при 5 посещениях в неделю. Общая продолжительность курса лечения предлагаемым способом составила у этой пациентки 27 сеансов.

Заключительный осмотр, помимо указанных выше изменений состояния малоберцовых мышц, выявил значительное улучшение функциональных возможностей нижних конечностей: увеличились показатели удержания равновесия на одной ноге слева с 15 с до 45 с., справа с 7 с до 20 с. Улучшилось качество локомоций: бега, прыжков. Сформировался навык активной коррекции дефектов походки при самоконтроле.

Данный пример демонстрирует высокую эффективность предлагаемого способа при более выраженной форме патологии -двусторонней косолапости, на фоне отсутствия функционального лечения в течение нескольких лет.

Клинический пример 3

Пациент В.С., 8 лет. Диагноз: Врожденная левосторонняя косолапость.

Родители обратились в Центр медицинской реабилитации «Биосвязь» с жалобами на гипотрофию мышц левой нижней конечности, нарушения функции левой ноги, нарушения походки:

щадит левую ногу и хромота при ходьбе, неправильная постановка левой стопы при ходьбе («косопит»).

Из анамнеза известно, что врожденная левосторонняя косолапость выявлена у ребенка при рождении. С трехнедельного возраста и до трех лет проводилось консервативное ортопедическое лечение: этапная гипсовая коррекция, ортопедическая обувь. Функциональное восстановительное лечение проводилось бессистемно. В связи с отсутствием необходимого результата в возрасте трех лет ребенку была произведена хирургическая коррекция косолапости (полная левосторонняя тенотомия), после которой гипсование было продолжено еще в течение 6 месяцев.

Функциональное восстановительное лечение в виде массажа, физиотерапии, ЛФК традиционным способом проводилось бессистемно и кратковременно. 2 года спустя при контрольном ортопедическом осмотре выявлен рецидив деформации стопы по типу косолапости и была произведена повторная хирургическая коррекция деформации с целью устранения сгибательной контрактуры голеностопного сустава и приведения переднего отдела стопы. Для фиксации достигнутого результата применялась гипсовая иммобилизация в течение 6 месяцев.

Для проведения функционального восстановительного лечения ребенок был направлен к нам. При первичном осмотре пациента выявлены следующие особенности:

- 1) при ходьбе щадит левую ногу, прихрамывает, приводит передний отдел левой стопы;
- 2) снижены функциональные возможности левой ноги;
- 3) при выполнении прыжков на двух ногах щадит левую ногу;
- 4) прыжок на одной левой ноге невозможен;
- 5) равновесие на левой ноге не удерживает совсем;
- 6) объем разгибания в левом голеностопном суставе составляет:
- 7) пассивно - 87° , активно - 90° .

Сила и сократительная способность малоберцовых мышц слева снижена, что отражают и результаты электромиографического исследования: амплитуда ЭМГ длинной малоберцовой мышцы при максимальном сокращении при отведении стопы составляет слева 100 мкВ и справа 200 мкВ (контроль).

Пациент был принят на курс лечения по предлагаемой методике.

I этап состоял из 3 сеансов при трех посещениях в неделю.

II этап состоял из 15 сеансов также при трех посещениях в неделю. Продолжительность сеанса увеличивалась постепенно с 15 до 45 мин.

Переход к следующему III этапу тренировки был осуществлен после контрольного исследования, которое выявило значительное улучшение функционального состояния малоберцовых мышц: увеличилась сила мышц, что обусловило улучшение активного разгибания в голеностопном суставе слева до 86° , при ЭМГ-исследовании определено повышение амплитуды биопотенциалов длинной малоберцовой мышцы слева при отведении стопы со 100 мкВ до 200 мкВ.

III этап состоял из 15 сеансов при пяти посещениях в неделю.

Продолжительность сеанса также увеличивалась постепенно от 15 до 45 мин.

Общая продолжительность курса функционального лечения этого пациента составила 33 сеанса.

Заключительный осмотр выявил значительное улучшение состояния пациента: помимо данных, полученных при контрольном осмотре, отмечалось улучшение функциональных клинических показателей: появилась возможность сохранения равновесия на левой ноге в течение 5 с, улучшилось качество ходьбы, исчезла хромота, сформировался навык правильной постановки левой стопы при самоконтроле. Вывод: применение предлагаемой методики позволило за 33 сеанса добиться значительного улучшения функционального состояния пациента с тяжелой формой косолапости, потребовавшей длительного консервативного и повторного хирургического ортопедического лечения.

Особенностями данного пациента является восьмилетняя давность заболевания и отсутствие систематического функционального лечения, что может быть одной из причин рецидивов деформации. Положительным моментом курса лечения в ЦМР «Биосвязь» является то, что пациент был принят на функциональное восстановительное лечение сразу же после окончания очередного этапа ортопедической коррекции.

Данный пример демонстрирует необходимость раннего и систематического применения предлагаемого метода для повышения функциональной результативности лечения косолапости в целом.

Таким образом, применение метода ЭМГ-БОС для функционального восстановительного лечения пациентов с косолапостью позволяет сократить сроки и повысить качество и эффективность медицинской реабилитации даже в случаях позднего проведения функционального лечения.

Литература

1. Алиев А.Т. Восстановительное лечение постинсультных больных с двигательными нарушениями с использованием биоуправления // Автореф. дисс. канд. мед. наук - Л., 1985. - 16 с.
2. Атаев З.М. Изометрическая гимнастика при лечении переломов трубчатых костей. - М.: Медицина, 1973. - 160 с.
3. Бежанов В.Т. Возможности компьютеризированной системы биологической обратной связи в реабилитации нейрохирургических больных // Биоуправление: теория и практика. - Новосибирск: Наука, 1988. - С. 89-96.
4. Бернбек Р., Синиос А. Диспансерное обследование аппарата движения у детей - М.: Медицина, 1980. - 134 с.
5. Богданов О.В., Преображенская И.Г., Постоловский В.Г., Шелякин А.М., Писарькова Е.В. Функциональное биоуправление в коррекции порочных установок и статических деформаций позвоночника // Актуальные проблемы физической терапии и спортивной медицины. Тез. докл. научно-практич. конф. - СПб. 1999. - С. 11.
6. Волков М.В. Ортопедия и травматология детского возраста. -М.: Медицина, 1983. - 432с.
7. Волков М.В., Дедова В.Д. Детская ортопедия. - М.: Медицина, 1980. - 312 с.
8. Волков СЕ. Дифференциальная диагностика и раннее комплексное лечение врожденных деформаций стоп у детей // Автореф. дисс.... докт. мед. наук. -М., 1999. - 18 с.
9. Гафаров Х.З. Лечение деформаций стоп у детей. - Казань: Татарское книжное издательство, 1990. - 176 с.
10. Героева И.Б. Функциональные методы профилактики развития и компенсации статодинамических нарушений при лечении коксартроза// Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. - М. - 1995 - 20 с.
11. Данько Ю.И. Очерки физиологии физических упражнений. - М.: Медицина, 1974. - 255 с.
12. Демиденко Т.Д. Реабилитация при цереброваскулярной патологии - Л.: Медицина, 1989. - 208 с.
13. Епифанов В.А. (ред.) Лечебная физическая культура. -М.: Медицина, 1987. - 528 с.
14. Зацепин Т.С. Врожденная косолапость и ее лечение в детском возрасте. - М., 1947. - 95с.
15. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека. - М.: Физкультура и спорт, 1948.-811 с.
16. Каптелин А.Ф. Лечебная физкультура в системе медицинской реабилитации. - М.: Медицина, 1995. - 457 с.
17. Кузьмичева О.А. Лечение плоскостопия методом биологической обратной связи. Методические рекомендации - СПб, 1999.
18. Кузьмичева О.А. Применение метода биологической обратной связи для коррекции двигательных нарушений // Биол. обратная связь. - 1999.-№ 3. - С. 6-11.
19. 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 1 Всероссийской конференции. - Омск, 1999. - С. 31.
20. Липченко В.Я., Самусев Р.П. Атлас нормальной анатомии человека. - М.: Медицина, 1984. - С. 40.
21. Петраш В.В., Сметанкин А.А., Вашилло Е.Г., Бекшаев С.С. Метод биологической обратной связи в коррекции физиологических функций человека // Учебное пособие для врачей-слушателей. - Л., 1988. - 96 с.
22. Пинчук Д.Ю., Юрьева Р.Г. Биологическая обратная связь по параметрам электромиограммы в реабилитации пациентов с последствиями церебрального инсульта // Биол. обратная связь. - 1999. -№ 3.-С. 24-28.
23. Пономарева Е.А., Суздальцева В.В., Баталов О.А. Клинико-биомеханическая оценка эффективности комбинированного метода лечения врожденной косолапости // Восстановительное лечение последствий травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата. Сб. научн. трудов Нижегородского НИИ травматологии и ортопедии. -Нижний Новгород, 1991. - С. 86-96.
24. Попова Л.А., Шевцов В.И. Эффективность метода Илизарова в комплексной реабилитации больных трудоспособного возраста с врожденной косолапостью // Вопр. чрезкостного остеосинтеза по Илизарову, экспериментально-теоретическое и клиническое обоснование новых способов диагностики и лечения ортопедотравматологических больных. Вып. 15. - Курган, 1990. - С. 66-71.
25. Розенбаум Л. Общие вопросы биоуправления // Биоуправление-2. Теория и практика. - Новосибирск, 1993. - С. 25.

26. Цыкунов М.Б. Функциональное восстановительное лечение при травматических вывихах плеча // Ортопедия, травматология и протезирование. - 1986. - № 12. - С. 13-17.
27. Черкес-Заде Д.Ю., Каменев Ю.Ф. Хирургия стопы. - М.: Медицина, 1995. - 287 с.
28. 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.
29. 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. 3-27.
30. Яковлев Н.М., Сметанкин А.А. Нормализация ходьбы у больных с центральным параличом с применением метода БОС // Биологическая обратная связь: нейромоторное обучение в клинике и спорте.-СПб., 1991.-С. 55-61.