

Практическая Миография на аппаратах MYOMED 134 и 932.



От автора

'Что было понято - остается в памяти, то что было только выучено - быстро забывается'

'Обзор физиологии человека'. Й.Йонгблед, профессор Утрехтского университета. 1945 г.

Книга, из которой была взята вышеприведенная цитата, была рекомендована мне моим преподавателем физиологии, когда я будучи студентом обучался физиотерапии. "Леди и джентльмены, - " частенько говорил он: "очень важно, чтобы Вы научились упрощать вещи. Чтобы помочь Вам понять, как сложно устроен человеческий организм, я должен упростить изложение материала, чтобы дать Вам четко осознать, как работают различные системы".

В прошлом слишком часто книги по терапии создавались с некоторым креном в сторону теории, так что читатель часто задавал себе вопрос: что было целью этой книги? Обучение читателя применять свои знания и умения на практике путем использования определенных форм терапии и выбранного прибора или только лишь демонстрация того, как хорошо разбирается автор в теории определенной области медицины? Мы старались исправить этот недостаток.

Когда я писал эту брошюру, мне стало вновь ясно, что до сих пор не существует хорошо написанной, четкой и ясной книги по мышечной обратной связи. Тем не менее, я не хотел перегружать теоретическую часть брошюры. Основной акцент был сделан на практическое применение описываемых техник и методов - как вспомогательное средство при традиционной терапии с помощью упражнений и тренировок мышц.

Ян Эхис, физиотерапевт

Август 2002

1 Предисловие

Организм может функционировать только в том случае, если системы обратной связи работают хорошо. Без обратной связи жизнь невозможна.

Оборудование с обратной связью, используемое в здравоохранении, относится к аппаратам, часто называемым "информационным оборудованием". В целом, активность различных органов можно отслеживать и оценивать путем измерения их характерного биопотенциала. Возьмем для примера сердце. В силу пространственного смещения в электрическом разряде, которое имеет место во время сердечного цикла, появляется разница потенциалов внутри (и на поверхности тела). И электрическое поле, и разница потенциалов между различными точками тела могут дать много информации о функционировании соответствующего органа, в данном случае - сердца.

В данной статье содержится информация об аппарате биологической обратной связи для мышц, известного как Muomed 932.

Muomed не только записывает электрическую активность мышц, но и их (хватательную) силу. Использование мышечной обратной связи стимулирует более глубокое вовлечение пациента в процесс терапии и двигательного обучения. Уже на самой ранней стадии задолго до того, как какое-либо мышечное действие ощутимо, не говоря уж о том, что видимо, электромиографический сигнал отражает попытки, которые предпринимает пациент. Мышечная обратная связь является также превосходным инструментом для работы физиотерапевта. В конце концов, вся работа физиотерапевта построена на обратной реакции. Физиотерапевт может интерпретировать результаты обратной связи *качественно*, тогда как аппарат оценивает ее *количественно*.

Другими видами информационных систем являются электроэнцефалограммы, электромиограммы и электроокулограммы.

2 Введение

2.1 Что такое обратная связь?

Обратная связь чрезвычайно важна для функционирования организма. Это биоэлектрическое явление дает информацию о качестве функционирования организма. Обратная связь является результатом взаимодействия двигательной функции, (центральной) нервной системы и сенсорной функцией.

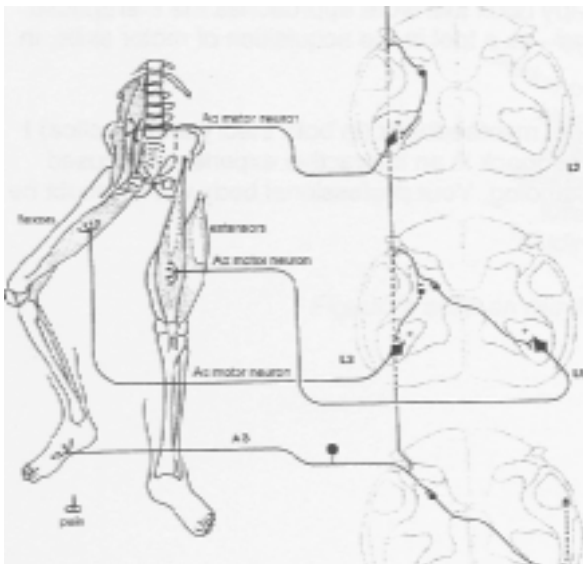


Рис. 1: Сенсомоторная система

Существуют различные формы двигательных функций, однако их можно разделить на две основные группы: спонтанные двигательные функции, основанные на эмоциях и сознании, и внешние двигательные функции, вызываемые стимулами. Двигательные функции возникают на основе движений, а движения, в

свою очередь, вызываются мышечными сокращениями. Даже изолированные сокращения мышц возникают на основе некоей формы обратной связи: рефлекса.

2.2 Биологическая обратная связь vs. мышечная обратная связь

Биологическая обратная связь является обобщенным термином для всех реакций обратной связи в организме. В данной брошюре мы рассматриваем биоэлектрические явления, или биопотенциалы. Сюда относятся все пространственные смещения электрического заряда, которые имеют место в организме: температура тела, влажность, функции мозга, даже разница потенциалов между передней и задней стороной глазного яблока (электроокулография). Измерение биопотенциалов в мышцах имеет название электромиографии (ЭМГ). Мышечная обратная связь (Myofeedback) это производная форма наблюдения ЭМГ сигнала и может быть использована физиотерапевтом как функциональный диагностический инструмент, а также при оценке состояния больного и в терапевтических целях.

2.3 Мышечная обратная связь vs. электромиография

Как и другие методы обратной связи, ЭМГ сигналы применяются для диагностики и лечения пациентов с жалобами на нейромышечные нарушения. Электромиограмма является средством диагностики. Для получения электромиограммы монополярные или биполярные игольчатые электроды устанавливаются на отдельную мышцу или группу мышц, чтобы измерять потенциал действия. С помощью этих электродов можно записывать флуктуации потенциала мышечных волокон вблизи электрода в состоянии покоя.

При мышечной обратной связи для записи электроактивности мышц или групп мышц в состоянии покоя или при сокращении используется поверхность полостных электродов. Этот метод, однако, зависит от электрического импеданса кожи. Мышечная обратная связь используется и для диагностики, и для терапии с тем, чтобы предоставить пациенту и врачу информацию об электрической активности мышц. Этот метод обеспечивает дополнительную обратную связь, если естественных сигналов обратной связи пациента недостаточно, чтобы добиться сокращения мышц. Другими словами, он дополняет физиологическую обратную связь. Этот метод особенно полезен в случае мышечной активности, которая создает сокращения или движения, невидимые пациентом. В качестве примера могут служить мышцы тазового дна и ануса. Мышечная обратная связь дает дополнительную информацию для процесса обучения моторным движениям. Электромиографический сигнал (ЭМ сигнал = электрическая результирующая нейромышечной активности) определяется и при сокращении и при исключительно электрической активности мышцы без видимой активности.

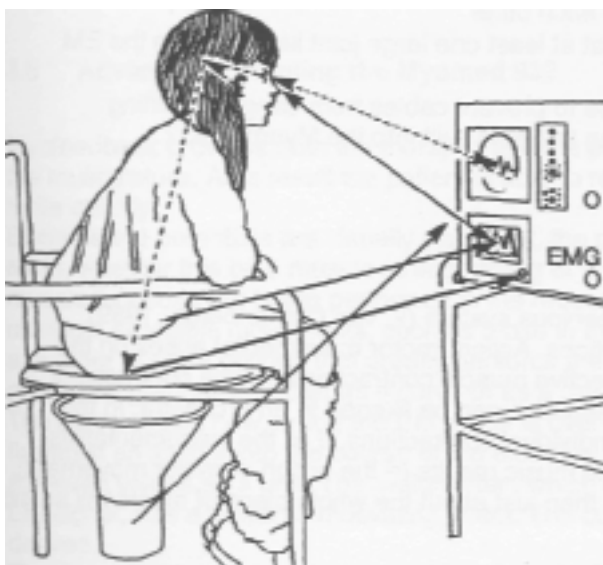


Рис. 2 Сигнал мышечной обратной связи как катализатор процесса обучения движениям

3 Мышцы и мышечные функции

3.1 Физиология мышечных сокращений

Мышца состоит из мышечных волокон, которые, в свою очередь, состоят из саркомер. Эти саркомеры содержат актиновые и миозиновые нити. Именно последние и отвечают непосредственно за сокращение. Нервное окончание активирует мышцу путем выделения медиатора ацетилхолина. В результате происходит электрическая активация мышечной клетки. Запускается механизм сокращения, при котором создаются мостовые соединения между актином и миозином. Механическим эффектом этого становится сокращение мышцы. С помощью технологии мышечной обратной связи мы измеряем электрическую активацию мышечной клетки.

3.2 ЭМ сигнал

Передача активности от двигательного нерва к мышце происходит в нескольких точках мышцы. Эти точки называются моторными единицами. Вышеупомянутый ацетилхолин вызывает деполяризацию. Напряжение на мембране моторной единицы составляет +30 микровольт в состоянии покоя и -70 микровольт после активации. Это различие между фазой покоя и фазой активности измеряется с помощью аппарата мышечной обратной связи. Это электромиографический (ЭМ) сигнал. ЭМ сигнал является стохастическим (т.е. крайне нерегулярным, возникающим со случайной периодичностью). Амплитуда сигнала лежит между 0 и 10 микровольтами (в среднем 0 - 0.5 микровольт), а частота между 0 и 500 Гц (в среднем 50-150 Гц). Целью является получение ЭМ сигнала с максимумом информации и минимумом шума. Полученный сигнал может испытывать помехи, вызванные действиями внешней среды, работой поблизости другого оборудования, флюоресцентным освещением, сдвигом кабелей электродов, слишком большим размером электродов или плохой установкой.

По этой причине рекомендуется:

- Очистить кожу и удалить все жесткие волосы
- Использовать маленькие одноразовые электроды
- Поместить электрод на тело мышцы, а не на моторную точку. Электрод не следует помещать рядом с местом соединения мышцы и сухожилия.
- Размещать электроды на расстоянии величиной в две-три толщины пальца друг от друга.
- Устанавливать эталонный электрод на таком расстоянии, чтобы между ним и эталонными электродами находился, как минимум, один крупный сустав.
- Прикрепите все кабели электродов к телу клейкой лентой во избежание их сдвига или провисания.

Любые остающиеся помехи можно подавить с помощью фильтра, встроенного в систему Myomed 932.

3.3 От сокращения к действию

Сенсомоторная цепь является фундаментом обучающейся нервной системы (9, van Cranenbergh, 1989).

Движения можно выучить только на основе наблюдений. Действие (двигательные движения) возникает на базе концентрических, эксцентрических, дополнительных или коррекционных мышечных сокращений. Все сокращения выполняют функцию действия (моторная функция). Такую ситуацию можно уподобить оркестру. При этой аналогии отдельные музыканты соответствуют отдельным сокращениям. Если все музыканты хорошо исполняют свои партии, то все музыкальное произведение (действия или моторные движения) звучит, как должно. Если же хотя бы один музыкант играет плохо, то вся исполняемая музыка режет слух.

Функциональная интеграция	<i>Автономная фаза</i>
Тренировка	
Воплощение	<i>Ассоциативная фаза</i>
Сенсомоторная цепь	
Воспроизведение	<i>Сознательная фаза</i>

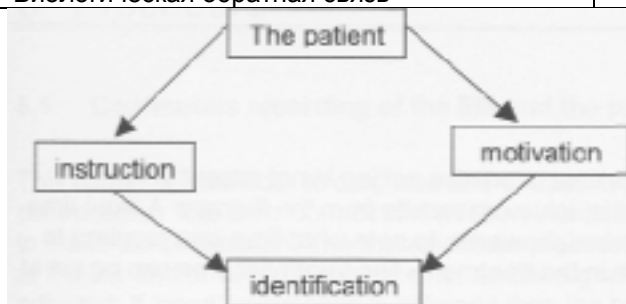


Рис. 3: действие и реакция: тренировка и функциональность

3.4 Как записываются сокращения и сигнал

Кожа образует внешнюю границу нашего организма. Помимо обеспечения защиты от обезвоживания, инфекций, солнечного излучения и других внешних влияний, кожа играет также важную роль при осязании и терморегуляции. Самый поверхностный слой кожи, эпидермис, состоит частично из живых и частично из мертвых клеток кожи. Эпидермис, и в особенности его внешний слой мертвых клеток, имеет гораздо большее электрическое сопротивление, чем прочие клетки организма. Пот уменьшает это сопротивление, а кожное сало увеличивает (как и нанесение любой другой жирной субстанции на тело). Сопротивление кожи можно сократить путем обезжиривания кожи или нанесения проводящего геля. Если имеется очень много мертвых клеток (мозоли, келоиды, ороговевшие участки) может понадобиться очистить кожу. При измерении электрической активности тела для замера биопотенциалов устанавливают электроды. Это означает, что вычисляется разница потенциалов между двумя электродами. Высокое сопротивление кожи является той причиной, почему мы не производим непосредственно измерение электропотенциалов мышцы, а устанавливаем электрическую активность, в том числе импеданс передачи.

Для измерения биоэлектрических явлений используются электроды. Это могут быть либо поверхностные электроды, либо полостные.

3.5 Преимущества использования Muomed 932

Мышечная обратная связь дает и пациенту, и врачу информацию об электрической активности мускулатуры. В результате пациент может воспроизводить различные сокращения и движения гораздо быстрее.

Поскольку потенциалы выражаются видимым образом, то пациент может сам увидеть свое "вознаграждение" за свои усилия, будь то напряжение мышц или их расслабление. Пациент видит также, что функции определенных мышц работают требуемым образом. Кроме того, определяется и такая мышечная деятельность, которая не видна глазом, например движения мышц тазового дна. Muomed включает ряд дополнительных опций, которые существенно подкрепляют уже описанные преимущества. ЭМ сигнал может быть представлен графически либо в виде графика, либо в виде диаграммы.

График отражает силу ЭМ сигнала в течение определенного периода времени. Это позволяет врачу и пациенту увидеть характер изменений электрической активности. Диаграмма может быть использована для улучшения полученных значений в целом. Параметр "weightlifter", который можно задать на диаграмме в качестве представления ЭМ сигнала, оказывает мощное мотивирующее действие. График и диаграмму можно при желании использовать в комбинации.

Акустический сигнал дает пациенту возможность полностью сконцентрироваться на выполнении упражнений и не отвлекаться на визуальную информацию на дисплее.

При проблемах с тазовым дном использование обратной реакции на давление предоставляет дополнительную информацию о функциональной готовности мускулатуры тазового дна, поскольку она напрямую отражает фиксирующую силу этой мускулатуры.

Наконец, сочетание мышечной обратной связи и программ тренировки мышц является примером сознательных упражнений, поскольку сенсорная информация, создаваемая электростимуляцией, может быть воспроизведена.

Мышечная активность может быть выявлена и показана с помощью ЭМ сигнала.

4 Параметры

4.1 Время процедуры

Хотя Muomed 932 позволяет регулировать время процедуры, точный параметр времени не имеет существенного значения для обследования и лечения. В конце концов, самое главное добиться от терапии нужных результатов. Фиксированное время для получения данных результатов все равно нельзя установить раз и навсегда для всех пациентов. Важно, однако, заметить, какое время потребовалось для достижения некоторого результата, чтобы можно было наглядно показать тот прогресс, который происходит в течение курса терапии. Время терапии можно установить на любое значение до 60 минут.

4.2 Регулировка чувствительности

Чувствительность должна быть задана с учетом многих факторов. Прежде всего: положение электродов и состояние кожи в точках их установки. Если эпителий содержит много мертвых клеток, то нужно установить большую чувствительность кожи. Это же относится и к сухой или жирной коже. Чем больше мышечная группа, тем меньше должна быть чувствительность. Самое важное, задать чувствительность таким образом, чтобы получить оптимальное качество сигнала от Muomed.

4.3 Порог

Для того, чтобы добиться определенной цели во время процедуры, Вам нужно мотивировать пациента с помощью порога. Для того, чтобы вызвать более сильное сокращение, пациент должен поднять ЭМ сигнал на уровень, превосходящий заданный порог. В упражнениях на расслабление, напротив, целью является держать ЭМ сигнал ниже заданного порога.

4.4 Визуальная и акустическая обратная связь

Как описано выше, ЭМ сигнал может быть показан в двух видах: либо как график, либо как диаграмма. Акустический сигнал можно добавить к любому из этих двух видов представления сигнала. Акустический сигнал можно использовать, если пациент не имеет возможности увидеть дисплей Muomed в силу своего выбранного исходного положения или из-за проблем со зрением.

4.5 Установка нуля

Каждая мышца или мышечная группа имеет определенную активность в фазе отдыха (тонус) в начале действия. Эта активность может в значительной степени варьироваться под действием эмоций. Функция "установка нуля" служит для устранения влияния этой активности в начале процедуры. Это делает возможным сопоставление значений, полученных при различных процедурах.

4.6 Фильтры

В Muomed 932 используются два типа фильтров:

1. Если несмотря на хорошую установку электродов Вы по-прежнему получаете неоптимальный сигнала, то нужно включить фильтр. Включение фильтра (через меню) подавит помехи, возникающие под действием окружающей среды (флуоресцентного освещения и т.п.).

2. На экране параметров можно активировать фильтр, чтобы изменить графический дисплей. Без фильтра к графику добавляется одна точка в секунду. При включении фильтра график изменяется более медленно.

4.7 Параметр "давление"

Если используется анальный или вагинальный датчик давления, то результаты измерения будут представлены в единицах давления. Диапазон измерения 10-360 Па (10-360 мм водяного столба).

5 Процедура

5.1 Непрерывная запись сигналов ЭМ и давления

Эта опция используется и для диагностики, и для лечения. Ее можно использовать как для действий (движений), так и для сокращений. Термин "сокращение" используется ниже для удобства. Пациенту сперва рассказывают, как делать сокращение. Затем физиотерапевт практикует сокращения вместе с пациентом. Врач смотрит на график и/или диаграмму, может ли быть обнаружен ЭМ сигнал. При необходимости проводится регулировка параметров. Если получена "хорошая" информация, то результат показывается пациенту. При тренировках на силу далее следует попытка увеличить ЭМ сигнал. Если целью процедуры является расслабление, то наоборот, целью является уменьшение сигнала. Физиотерапевт может использовать все профессиональные расслабляющие методы (например, стимулирование и оказывание сопротивления) за исключением непосредственного касания той мышцы, на которую оказывается воздействия.

5.2 Тренировка с использованием фаз сокращения и расслабления

Эта опция используется для обучения пациента попеременному напряжению и расслаблению мышц или мышечных групп. Это один из видов тренировки с интервалом. В практических занятиях, по-видимому, оправдано делать фазу отдыха продолжительностью в полтора-два раза длиннее фазы сокращения. Чтобы стимулировать переход от тренировочной фазы к функциональной, показанной на рис.3, важно ощущать разницу в тонусе. Фактически, это означает, что большого положительного эффекта можно добиться путем использования более длинной фазы отдыха и более короткой фазы сокращения.

5.3 Образец графика и тренировка на координацию

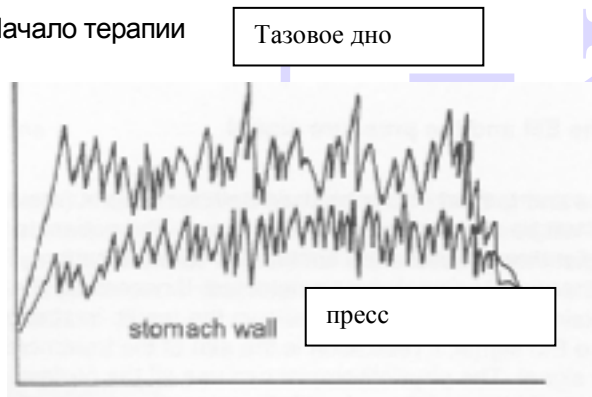
При координированном движении направление, скорость и сила одновременно служат для достижения цели движения (8, Oechies, 1994). Эта опция позволяет пациенту использовать полученную функцию использовать функцию мышцы или мышечной группы скоординированно. Это существенно для обеспечения функциональности действия. Показывается ряд образцовых движений, при которых пациент должен 'разумно управлять' мышечной функцией. Функциональное движение осуществляется координированно. Это означает, что направление, скорость и сила действуют совместно для достижения цели движения. Для этого необходима сенсомоторная цепь с proprioцепцией, наблюдением и точно рассчитанными мышечными движениями. Поскольку наблюдение существенно важно для этого процесса, необходимо обеспечить направленные тренировки с помощью прилагаемых примеров графиков, упорядоченных в порядке увеличения трудности.

5.4 Сочетание сигналов ЭМ и давления.

Поверхностные электроды и анальные/вагинальные датчики давления могут быть использованы одновременно. С помощью мониторинга электромагнитной активности можно обнаружить избыточную активность мышц живота или приводящих мышц верхних конечностей. Эта "избыточно" высокая активность может скрывать ощутимую обратную реакцию мышц промежности. На практике эта опция используется практически исключительно в случаях стрессового недержания мочи. Опыт показывает, что женщины со стрессовым недержанием не могут создавать достаточного давления, чтобы активировать датчик давления. Однако в научной литературе часто указывается, что электромагнитная активность в таких случаях наличествует.

Путем усиления ЭМ сигнала в результате упражнений, функциональной электростимуляции и показом пациенту результатов с помощью датчика давления можно добиться создания сознательного контроля мышц.

Начало терапии



окончание терапии

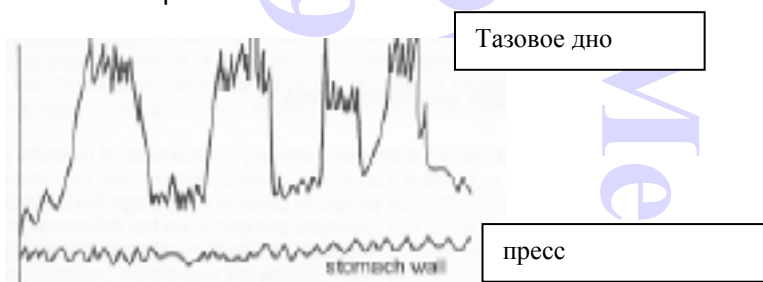


Рис. 4 и 5: селективность действий мускулатуры тазового дна по сравнению с мускулатурой пресса.

5.5 Сочетание ЭМ сигнала и программы тренировки мышц

Данная опция используется для отслеживания эффектов функциональной электростимуляции (ФЭС). При воздействии на мускулатуру с помощью ФЭС почти все моторные единицы активируются за время фазы тренировки. Благодаря этому создается оптимальная обратная связь сокращения. Во время ЭМ фазы пациента просят воспроизвести это ощущение. Затем это сокращение отслеживают с помощью ЭМ сигнала. Поскольку и стимуляция и измерение осуществляются с помощью одних и тех же электродов, компенсация практически исключается. В медицинской литературе указывается, что этот метод очень полезен для пациентов со слабостью мышц тазового дна, поскольку им трудно оценить эффект стимуляции относительно сокращения.

5.6 Функция программы анализа

Программу анализа можно использовать для сопоставления текущих результатов с результатами предыдущих сеансов терапии. Эта опция помогает и пациенту, и врачу увидеть прогресс терапии. Это воодушевляет пациента на дальнейшие усилия и повышает его мотивацию и степень удовлетворенности процедурой. Помимо того, мышечная обратная связь является частью общего физиотерапевтического лечения и всегда должна сочетаться с упражнениями, которые пациент проводит самостоятельно (например, дома)

5.7 Какие разъемы нужно использовать на Myomed 932?

При работе с вышеописанными опциями используются разъемы, расположенные на левой стороне прибора (см. руководство по эксплуатации). Это также относится и к комбинации мышечной обратной связи и функциональной электротерапии. Поверхностные и полостные электроды используются и для обратной связи, и для стимуляции.

5.8 Muomed как универсальное стимулирующее устройство

Muomed является комплексным физиотерапевтическим прибором и предлагает все функции, необходимые для современной электротерапии, наряду с широким выбором возможностей оценки обратной связи. Доступны также все современные виды ЧЭНС, интерференции, токов Треберта, диадинамических и гальванических токов, а также ионтофореза и программ укрепления мышц.

6 Сочетания мышечной обратной связи и тренажеров

Каждый физиотерапевт знает о тех рисках, которые связаны с использованием компенсаторных движений или мускулатуры при работе с тренажерами. Примером может служить, в частности, тренировка квадрицепсов при жиме ногами. Это можно подтвердить записью электросигналов как той мышечной группы, которая участвует в тренировке, так и той мышечной группы, которая компенсирует или совместно участвует в движении.

7 Исследование эффективности мышечной обратной связи

Мышечная обратная связь хорошо описана в литературе, и ее полезность показана многими клиническими исследованиями. В данной брошюре я хотел бы процитировать результаты Бергмана Л. и др. (глава 3, Эффективность биологической обратной связи при ее использовании в процессе упражнений на тренировку мышц тазового дна в случаях стрессового недержания).

Эти ученые сопоставили эффективность терапии с помощью только упражнений с терапией, комбинирующей упражнения и биологическую обратную связь. В обеих группах пациентов было отмечено значительное улучшение после 12 сеансов терапии. Однако в той группе, где использовалась комбинированная терапия результат был получен уже после 6 сеансов терапии. Можно сделать вывод, что биологическая обратная связь оказывает благоприятное действие на процесс обучения движениям.

8 Специфика: области применения

В оригинальной брошюре далее приведены примеры применения аппаратов Muomed 932, 134.

Полная версия брошюры поставляется вместе с аппаратом.