

Тренажеры Tergumed с обратной связью в технологиях физической реабилитации, профилактики заболеваний и повреждений позвоночника

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт» (г. Киев);
Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки (г. Луцк)*

Постановка научной проблемы и ее значение. Несмотря на значительные достижения медицинских технологий, лечение опорно-двигательного аппарата (ОДА), особенно позвоночника, является важной медико-социальной проблемой.

В технологиях физической реабилитации, профилактики повреждений и заболеваний позвоночника (ПЗВ) применяются разные физические упражнения [1, 507], технические системы и оборудование [2, 78; 3, 102] и др. Однако, несмотря на применение реабилитационных (после перенесенных заболеваний и травм) и профилактических программ, направленных на предупреждение повреждений, развитие патологии ПЗВ [1, 508], еще не в полном объеме используются достижения науки и техники, компьютерные комплексы и системы с биологической обратной связью (БОС).

Поэтому важно проанализировать возможность обеспечения мероприятий по физической реабилитации в результате перенесенных травм и заболеваний ПЗВ, профилактики его повреждений и развития патологии при помощи БОС-тренажеров Tergumed.

Работа выполнена по плану НИР «Разработка технологий обеспечения психолого-физической реабилитации и оздоровления человека (№ гос. регистрации – 0111U003539) кафедры биобезопасности и здоровья человека НТУУ «КПИ».

Анализ исследований по данной проблеме. Восстановление функции ПЗВ у больных при наличии у них различных заболеваний и повреждений внутренних структур и отделов ПЗВ при проведении реабилитационных, восстановительных и профилактических мероприятий является актуальной медико-социальной проблемой. Важными средствами физической реабилитации являются [1, 508] процедуры лечебной гимнастики и массажа, механотерапия, гидрокинезотерапия, физиотерапия, современные компьютерные комплексы и системы различных конструкций [2, 78–82; 3, 101–103].

Формулирование цели и задач исследования. Цель работы – анализ конструктивных и функциональных особенностей БОС-тренажеров Tergumed для обеспечения физической реабилитации, профилактики заболеваний и повреждений позвоночника.

Задачи исследования – рассмотреть конструктивные и функциональные особенности комплекса БОС-тренажеров Tergumed в технологиях физической реабилитации, профилактики заболеваний и повреждений позвоночника.

Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования. Важнейшей проблемой физической реабилитации (ФР) профилактики тяжелых двигательных нарушений является эффективная диагностика и восстановление лиц с проблемами позвоночника. Одна из таких современных технологий – система БОС-тренажеров Tergumed [4–7].

Тесты в области «умных» тренажеров проводились еще с середины 70-х годов XX в. Система тренировок Tergumed вот уже более 10 лет успешно используется в лучших реабилитационных центрах мира [6]. Тренажеры нового поколения Tergumed – это интеллектуальная система для укрепления мышц спины и туловища, восстановления движения после тяжелых травм и операций, созданная на принципе БОС – таком «физиологическом зеркале», которое позволяет пациенту видеть на мониторе компьютера правильность выполнения упражнений. В случае, если пациент делает что-то неправильно, программа сразу показывает это на экране монитора.

Когда человек самостоятельно контролирует силу и амплитуду движений, возникает БОС, в результате чего восстанавливается искаженная (из-за травм, грыж) нейронная (нервная) связь между головным мозгом и поврежденным участком спины; нерв высвобождается, восстанавливается и боль проходит. Методика БОС позволяет за месяцы добиться таких результатов, на которые традиционными методами тратятся годы [6]. *Принцип работы БОС* приведен на схеме: упражнение → измерительный датчик → компьютерный анализ → экран → пациент у экрана → корректировка пациентом движения → влияние на процессы в организме.

БОС-тренажеры повышают эффективность лечения и профилактики остеохондроза, остеопороза, спондилеза, спондилоартроза, миозита, грыжи межпозвонкового диска (МПД), протрузий; ФР при

операциях на ПЗВ и после травм; коррекции нарушений осанки (искривление ПЗВ, сколиоз); лечения головной боли; напряжения, мигрени; лечения послеоперационных нарушений походки и тонуса мышц, их атрофии; устранение хронического болевого синдрома и гипертонической болезни.

В Китае люди старше 50 лет при поддержке правительства проходят курс занятий на БОС-тренажерах под названием «Силовая реабилитация» [6]. Занятия возможны, если сохранилась малейшая подвижность мышц пациентов после операций на ПЗВ (особенно полостных, поскольку мышцы могут быть перерезаны). Ранее их переводили на инвалидность и советовали вести *неактивный образ жизни*, в настоящее время с помощью таких тренажеров эти пациенты имеют шанс восстановиться и полноценно жить.

По статистике, 70 % населения имеют проблемы со спиной [5; 6]. Половина из них об этом и не знает (особенно на начальной стадии болезни) и обращается к врачам, когда уже будет поздно что-либо восстанавливать. Даже фанатам фитнеса лучше начать интенсивные занятия с тестирования на БОС-тренажерах. Ведь нагрузка в залах определяется самим человеком или инструктором по методу «тяжело? можете еще пару кило добавить или не получится?». Тренер не знает организм спортсмена так, как и он сам. Поэтому очень часты случаи травм, разрыва мышц, растяжения связок и т. д. именно в различных видах фитнеса.

После тестирования на таких тренажерах программа выдает пациенту такие параметры: необходимое число подходов, максимальная нагрузка на определенную мышцу, время отдыха между подходами. Это позволит в будущем правильно выполнять силовые упражнения уже на любых других тренажерах. Занимающийся будет точно знать, что нужно его организму для повышения своего силового, скоростного потенциала без негативных последствий для здоровья.

Интеллектуальные БОС-тренажеры Tergumed для ПЗВ [4–8]. Пять рабочих станций используются для тестов и тренировок, которые укрепляют и корректируют каждый свою группу мышц. Каждая станция включает тренажер Tergumed с сенсором и измерительным модулем, персональный компьютер (ПК) *типа ноутбук с программным обеспечением* (ПО) для проведения тестов и тренировок (рис.1).

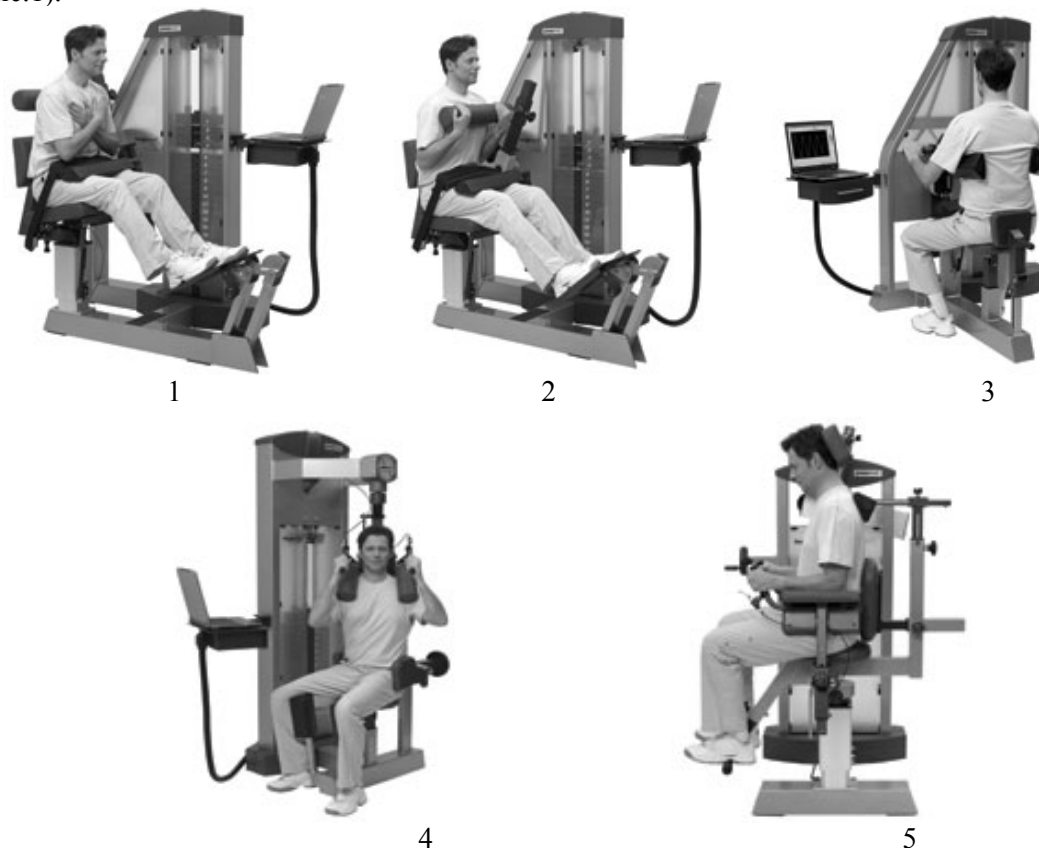


Рис. 1. БОС-тренажеры Tergumed для позвоночника

Особенности линейки БОС-тренажеров: компьютерное управление, функционирование по принципу БОС; тренажеры взаимно дополняют друг друга, обеспечивая последовательность тренировки; информация по тренировке отслеживается в реальном времени и документируется в электронном виде; электронная библиотека содержит различные протоколы тренировок в зависимости от диагностированных нарушений; возможность оценки состояния пациента до и после начала занятий; индивидуальные регулировки положения пациентов в зависимости от патологии; оптимальная стабилизация туловища и торса; функциональные тренировочные позиции в закрытой кинетической цепи;

самостоятельное позиционирование и фиксация пациента на тренажере без участия инструктора; возможность групповых тренировок.

Tergumed Extension Model (разгибание спины) оснащен сенсором и измерительным модулем, для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 1.1). ПО включает Bio MC с БОС: мотивация занятий за счет *визуализации* тренировки, *изометрический и динамический* методы тестирования и тренировок, улучшение контроля координации, мониторинг и безопасность занятий. Обеспечивается функциональное положение тела при тренировке в цикле, индивидуальные регулировки положения (оптимальная биомеханика). *Нагружаемые мышцы* – разгибатели спины (*erectores*), длинная мышца (*longissimi*), межкостистые мышцы (*intersinales*).

Tergumed Flexion Model (сгибание спины) – тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 1.2), функции и характеристики аналогичны тренажеру «Разгибание спины». *Нагружаемые мышцы* – прямая мышца живота (*rectus abdominis*), наружная косая мышца живота (*obliquus externus abdominis*), внутренняя косая мышца живота (*obliquus internus abdominis*). *Tergumed Lateral flexion Model* (боковые сгибания) – тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 1.3). Функции его аналогичны тренажеру «Разгибание спины». *Нагружаемые мышцы* – квадратная поясничная мышца (*quadratus lumborum*), наружная косая мышца живота (*obliquus externus abdominis*), внутренняя косая мышца живота (*obliquus internus abdominis*), аутохтонные мышцы спины (образуют латеральные и медиальные продольные мышечные тракты, по два на каждой стороне, лежащие в желобках между остистыми отростками и углами ребер).

Tergumed Rotation Model (вращение / скручивание) – для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 1.4), его функции аналогичны тренажеру «Разгибание спины». *Нагружаемые мышцы* – внутренняя косая мышца живота (*obliquus internus*), наружная косая мышца живота (*obliquus externus*), мышцы-вращатели (*rotatores*). *Tergumed Cervical trainer Model* (шейный тренажер) – для тестирования и реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 1.5), его функции аналогичны тренажеру «Разгибание спины». Позволяет выполнять сгибание / разгибание шейного отдела вперед / назад, а также боковые сгибания. *Нагружаемые мышцы* – ременные мышцы (*splenii*), многораздельная мышца шеи (*multifidus cervicis*), полуостная мышца головы (*semispinaliscapitis*), короткие, глубокие затылочные мышцы.

Тренировочные программы для поясничного отдела (ПО) ПЗВ [8]. Основные показания для лечения по программе – болевые синдромы при выполнении физической нагрузки без значимых нарушений со стороны ПЗВ; болевые синдромы в ПО и нижних конечностях как проявление остеохондроза, спондилоартроза, деформирующего спондилеза; состояния после оперативных вмешательств на ПО и травм; грыжи МПД; нестабильность позвонков (рис. 2).



Рис. 2. Основная часть тренировок для поясничного отдела на БОС-тренажерах

Основная часть тренировок выполняется на тренажерах. Для каждого пациента подбирается индивидуальная программа – в тренировочном задании указывается степень нагрузки, амплитуда выполнения движения, скорость и число подходов. Таким образом, формируется мышечный корсет ПЗВ и нормализуется подвижность его позвонков с учетом нарушений, имеющихся у конкретного пациента.

Отличие методик на БОС-тренажерах *Tergumed* от других лечебных методик, связанных с движением [8]: проведение диагностики (выявление ослабленных групп мышц и степени подвижности ПЗВ); четкое дозирование нагрузки по весу, амплитуде и скорости выполнения упражнения, установка оси и траектории движения; методика направлена на формирование мышечного корсета и обучение мышц правильной, согласованной работе (основное отличие от других лечебных методик, связанных с движением); все упражнения выполняются с перераспределением нагрузки с ПЗВ на другие органы ОДА.

Все тренировочные комплексы разработаны согласно основным требованиям, принятым в ЛФК и спорте [8]. При назначении пациенту конкретной программы тренировок специалист ориентируется на стандартные тренировочные планы, в которые вносит коррективы согласно исходному индиви-

дуальному состоянию пациента. В процессе занятий осуществляют динамическое наблюдение за подопечными и, при необходимости, вносят изменения в тренировочную программу.

В Европе подобные БОС-тренажеры называют «Умные тренажеры». «Ум» тренажеров [8] заключается в возможности проводить диагностику исходных данных пациента (силу мышц и амплитуду движения) и составлять индивидуальную программу занятий. Вся информация хранится в базе данных. Второй действующий момент – система БОС, которая помогает выполнять все упражнения правильно. Сами упражнения очень простые – наклоны, сгибания, повороты. Но терапевтический эффект будет только при условии очень точного их выполнения.

Многое зависит от правильной посадки пациента в кресле тренажера, имеющего множество регулируемых деталей, ремни, лазерный датчик. Перед пациентом находится монитор, на котором обозначена рекомендуемая кривая (шаблон), отображающая правильное движение. Вторая подвижная линия показывает, какое движение совершает пациент. Человек как бы рисует свою собственную линию, стараясь попадать в шаблон, при этом пациент обучается согласованной работе глубоких и поверхностных мышц спины – так и происходит осознанное движение. В этом состоит БОС и «ум» тренажеров. На уровне нервной системы организм запоминает, как должны работать мышцы. Обычной ЛФК этого не добиться, поскольку основа мышечного корсета – мелкие глубокие мышцы спины. Чтобы заставить их функционировать согласованно с крупными, и нужны такие БОС-тренажеры.

Общий план тренировки.

1. *Разминка.* Предлагается нагрузка на беговой дорожке (велотренажере) для подготовки сердечно-сосудистой и дыхательной систем к предстоящей тренировке. Затем – комплекс гимнастических упражнений для подготовки сегмента ОДА пациента, планируемого к нагрузке в процессе занятия.

2. *Основная часть.* В процессе ее реализации проводится исправление нарушений, выявленных у пациента в процессе исследования. Этот этап тренировки включает занятия на БОС-тренажерах по назначенной методике, лечебные растяжки.

3. *Заминка.* Часть тренировки необходима для поддержания активного кровообращения в мышцах и последующего их адекватного восстановления, является нагрузкой малой интенсивности и длительности. Несмотря на то, что все методики составлены по медицинским стандартам, главным критерием лечения является индивидуальный подход. Задача специалиста – выявить проблемную зону и, используя силовые тренажеры и растяжку как инструмент, исправить существующие нарушения.

Для лечения любого заболевания нужно правильно подобрать средство (физические упражнения) и дозировку. Подбирать их следует из готовых комплексов ЛФК. На первом этапе (2–3 месяца) акцент делают на растяжке мышц и изометрических упражнениях – нагрузка на мышцы ПЗВ не должна приводить к движению в нем и желателен выполнять все комплексы в горизонтальном положении. Дозировка подбирается, исходя из субъективных ощущений. Все упражнения должны выполняться до легкого утомления, так как если нет ощущения усталости – нет и реакции организма на нагрузку. Упражнения не должны выполняться через боль. Появление боли требует уменьшения загрузки, временного исключения упражнения из комплекса [8].

На втором этапе *профилактического* лечения производится постепенное подключение динамических упражнений параллельно с общим увеличением физической нагрузки. Важный момент, который необходимо учитывать при назначении ЛФК, – мотивация самого больного. В настоящее время заниматься профилактикой заболеваний перспективно. Отмеченные БОС-тренажеры выявляют ослабленные группы мышц и подбирают упражнения для их укрепления, точно дозируют нагрузку по интенсивности, амплитуде и скорости. Упражнения на растяжку помогают восстановить укороченные мышцы и вернуть их функциональные способности.

Tergumed 3D – уникальная система трехмерной оценки состояния ПЗВ (комплексная диагностика ПЗВ) объективно оценивает состояние спины (в грудном и ПО), оценивает силу мышц и диапазон движения ПЗВ – его гибкость (рис. 3). *Tergumed 3D* – трехмерное, компьютерное устройство для оценки состояния и тренировки мышц-стабилизаторов ПЗВ, наглядно показывает дефицит диапазона движения ПЗВ в 3-х плоскостях: сгибание и разгибание, вращение (скручивание) и боковые наклоны. Тестирование производится из стандартного положения для каждой из трех двигательных плоскостей [4; 7]. Пациент должен быть правильно зафиксирован на тренажере один раз: это значительно экономит время и повышает эффективность работы.

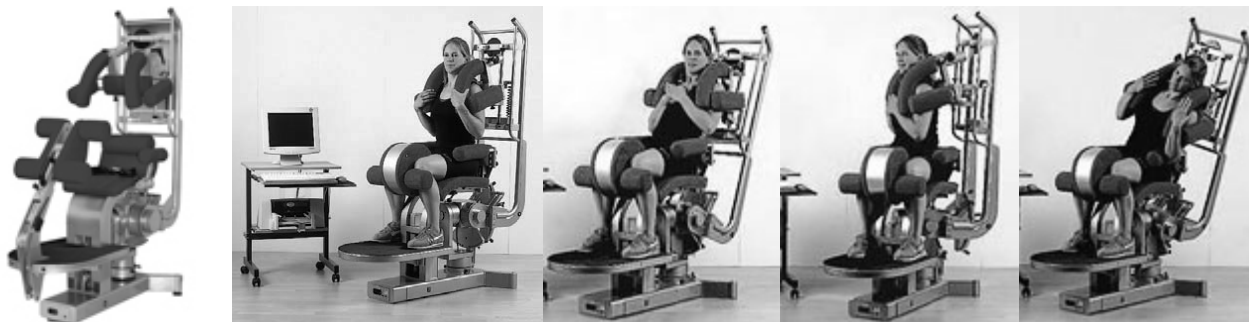


Рис. 3. *Tergumed 3D – уникальная система трехмерной оценки состояния ПЗВ*

Основные особенности Tergumed 3D [4; 7] – база данных пациентов с сохранением индивидуального позиционирования; стандартное тестирование силы мышц и гибкости ПЗВ; современная оценка реального состояния ПЗВ – объема движений в сагитальной, фронтальной и поперечной плоскостях; сравнение с нормативными показателями с расчетом по биомеханической формуле; планирование тренировок, основанное на результатах тестов; сравнение результатов двух тестов или тренировок; документирование и контроль качества лечения, профилактики, реабилитации.

Доступные виды тестов – изометрический максимальный тест силы (сгибание / разгибание, вращение, боковые наклоны из любого положения); тест гибкости ПЗВ (диапазон движений); ауксотонический тест на координацию движений. *Доступные виды тренировок* – изометрическая тренировка с визуальной БОС (синусоидальная кривая) на сгибание / разгибание, вращение и боковые наклоны; изометрические тренировки на выносливость; тренировка на координацию и нервно-мышечную активность с визуальной БОС.

Цель работы на БОС-тренажере Tergumed-3D – снижение сложившихся мышечных нарушений и дефицитов, восстановление, улучшение естественного объема движений и нагрузки ПЗВ в этих отделах. Проведение специфической тренировки сенсорно-двигательной системы грудного и ПО, двигательной функции в изометрическом и динамическом режимах.

Результаты клинических исследований [4] показали, что после курса лечения ни у одного больного основной группы не было выявлено болевого синдрома. Кроме того, в 80–87 % случаев отмечали достоверное улучшение силы и диапазона движения мышц, в то время как у больных контрольной группы эти показатели были значительно ниже и составили 45 и 56 %, соответственно, при сохранении болевого синдрома в 45 % случаев, следует отметить, что боль менее выражена и ее показатели не превышали двух баллов. Применение комплекса Tergumed 3D у больных дорсопатиями является современным высокоэффективным методом.

Комплекс БОС-тренажеров Tergumed-700 – интеллектуальная система с БОС и возможностью проведения тестирования (возможный объем движения, изометрическое – силы мышц) и тренировок для укрепления мышц спины и живота в изометрическом и изотоническом режимах; детальные и достоверные отчеты о тренировочной сессии и общем прогрессе пациента.

Комплекс состоит из пяти БОС-тренажеров Tergumed (разгибание спины, сгибание спины, ротация, боковые наклоны, шейный тренажер), оснащенных измерительными сенсорами, смарт-панелями с тачскрином (сенсорным стеклом, касание на которое вызывает нужную функцию, проводится какое-то действие) и объединены в единую сеть с общей станцией врача (реабилитолога) с центральной базой данных (рис. 4). Целостная мультидисциплинарная концепция реабилитации заболеваний ПЗВ связывает тренировки для развития мышечной силы, аэробной выносливости, тренировки функциональные, познавательные, когнитивные.

Концепция Tergumed (компания Proxomed) в диагностике и лечении «От теста – к тренировке»: целостная концепция, основанная на последних научных исследованиях; стандартная 12-недельная программа (18 занятий) обеспечивает ощутимый и объективно значимый результат; физиологическое положение корпуса и распределение нагрузок на мышцы; прицельная проработка строго определенных мышечных групп, минимизация действия вспомогательных мышц; расчет нагрузок с учетом болевого синдрома, конституциональных особенностей пациента; тестирование объема движений и изометрическое тестирование силы мышц.



Рис. 4. Общий вид комплекса БОС-тренажеров Tergumed-700

Программное обеспечение Tergumed-700 включает постоянный контроль качества и прогресса, поэтапное тестирование и коррекцию программы тренировок; стандартизированное планирование и управление тренировкой по результатам динамического и изометрического тестирования; детальные и достоверные отчеты о тренировочной сессии, общем прогрессе пациента в формах проведения научно-исследовательской работы, ведения документации; БОС-тренажеры оснащены сенсором и измерительным модулем, ПО Bio MC с БОС: мотивация занятий за счет визуализации тренировки, изометрический и динамический методы тестирования и тренировок, улучшение контроля координации пациента, мониторинг тренировок.

Отдельные БОС-тренажеры Tergumed-700 приведены на рис. 5.



Рис. 5. БОС-тренажеры Tergumed-700

Tergumed-700 CERVICAL TRAINER – тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 5.1).

Характеристики – бесступенчатая регулировка рычага длины плеча, высоты сиденья (пневматической пружиной), секции для задней поверхности бедра, стабилизации плеч из сидячего положения и приращения веса; изометрическое тестирование и тренировка; защитное покрытие панели из матированного стекла; сгибание, разгибание, боковые сгибания шеи на одном тренажере; лазерный указатель для правильного расположения оси вращения; настройка начального положения с шагом в $7,5^\circ$.

Tergumed-700 CERVICAL TRAINER – реабилитационный тренажер для шейного отдела ПЗВ (рис. 5.2). *Нагружаемые мышцы* – splenii, multifidus cervicis, semispinaliscapitis, короткие, глубокие затылочные мышцы. Характеристики аналогичны БОС-тренажеру (рис. 5.1).

Tergumed-700 Flexion (сгибание спины) – реабилитационный тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 5.3). *Нагружаемые мышцы* – rectus abdominis, obliquus externus abdominis, obliquus intemus abdominis.

Характеристики – изометрическое тестирование и тренировка; лазерный указатель для правильного расположения оси вращения; *бесступенчатая регулировка с помощью пневматической пружины*: высоты сиденья, высоты лордозной подушки, опоры для ног из сидячего положения, высоты и положения упора для колен из сидячего положения, длины плеча рычага; настройка исходного положения шагом в 10° ; малое приращение веса шагом лишь в 1 кг; защитное покрытие панели из матированного стекла.

ПО: изометрическое и динамическое тестирования и тренировки; проверки объема движений; тренировка с БОС по индивидуальным графикам; сравнение результатов тестирования с базой данных; сравнение результатов повторного тестирования для отслеживания успешности терапии; стандартное,

автоматизированное создание планов тренировки для пациентов с болевым синдромом. Встроенные полученные результаты врачей-терапевтов.

Tergumed-700 Extension (разгибание спины) – тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ. *Нагружаемые мышцы* – erectores, longissimi, intersinales. *Технические характеристики и возможности ПО аналогичны Tergumed-700 Flexion.*

Tergumed-700 Rotationn (вращение / скручивание спины) – тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 5.4). *Нагружаемые мышцы* – obliquus internus, obliquus externus, rotatores. Технические характеристики и возможности ПО аналогичны *Tergumed-700 Flexion.*

Tergumed-700 Lateral flexion (боковые сгибания спины) – тренажер для тестирования и активной реабилитации заболеваний ПЗВ (рис. 4.5). *Нагружаемые мышцы* – quadratus lumborum, obliquus externus abdominis, obliquus internus abdominis, аутохтонные мышцы спины.

Приступающим к занятиям на БОС-тренажерах Tergumed необходимо знать [6]: существует ограничения по росту (не ниже 145 см); необходима консультация у невролога, терапевта для исключения противопоказаний к занятиям; перед тренировками на тренажерах нужно пройти тестирование (60–90 минут), включающее диагностику ПЗВ с помощью 3D-визуализатора Mouse (после измерения параметров выдает 3-мерную картинку спины пациента, показывая возможное искривление), на каждом тренажере есть 4–8 наборов параметров, закрепляющих пациента по росту, размеру и т. д., все измерения заносятся в компьютер, чтобы при тренировках инструктор сразу знал, какие параметры выставлять; сначала пациент делает движение с минимальной нагрузкой, затем – с максимальной, программа запоминает это и проводит анализ, какая нагрузка оптимальна для конкретной мышцы; затем на экране ноутбука выводится кривая, по которой пациент выполняет одно упражнение.

После теста программа выдаст следующие данные: минимальная / максимальная допустимая нагрузка для определенной мышцы; необходимое число повторений и подходов; время отдыха между подходами. Тест служит базой для создания индивидуальной компьютерной программы занятий, хранящейся в памяти компьютера. *Цель тренировок* – формирование надежного мышечного корсета, развитие лучшей координации движения спины, гибкости суставов, ПЗВ и мышц.

Структура занятия на БОС-тренажерах Tergumed – измерение артериального давления (АД) и пульса → разминка для подготовки мышц к работе на тренажере → работа на тренажере → Прерывание занятия для разминки и затем возобновление занятия → измерение АД и пульса после тренировки. Как правило, АД и пульс понижаются – наглядный результат занятий с БОС, поскольку она охраняет организм от излишних нагрузок при силовых тренировках. Для достижения максимальной эффективности, хотя для каждого пациента это индивидуально, необходимо провести не менее 12 занятий. Завершается курс повторным тестированием для оценки результатов. После 12 занятий на БОС-тренажерах специалисты советуют переходить на обычные реабилитационные тренажеры для закрепления результата и продолжения укрепления мышц спины. Сами тренировки проходят под наблюдением инструктора ЛФК.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Важнейшая проблема ФР больных с заболеваниями и повреждениями ПЗВ, мышц спины – повышение эффективности восстановления функции позвоночника.

Приведенный анализ характеристик и особенностей работы комплекса БОС-тренажеров Tergumed позволяет сделать вывод о том, что эти тренажеры значительно повышают эффективность восстановления функций ПЗВ и мышц спины, профилактики повреждений.

Перспективы дальнейших исследований – проведение реабилитационных и профилактических мероприятий по восстановлению функции позвоночника, мышц спины при использовании БОС-тренажеров Tergumed с оценкой повышения качества жизни пациентов, возврату к их деятельности.

Источники и литература

1. Марченко О. К. Основы физической реабилитации : учеб. для студ. вузов / О. К. Марченко. – Киев : Олимп. лит., 2012. – 528 с.
2. Попадюха Ю. А. Технологія «HUBER» у зміцненні опорно-рухового апарату людини / Ю. А. Попадюха // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Серія 15 : Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт) : зб. наук. пр. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 24. – С. 77–83.
3. Попадюха Ю. А. Особенности применения системы тренажеров DAVID в профилактике травматизма и физической реабилитации повреждений опорно-двигательного аппарата / Ю. А. Попадюха, А. А. Алешина, Ю. В. Евтушенко // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А. В. Цьось, А. І. Альошина. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2014. – Вип. 15. – С. 100–106.
4. Хахимов С. А. Применение комплекса «Тергумед 3d» у больных с дорсопатией / С. А. Хахимов, К. В. Лядов // ФГУ «Лечебно-реабилитационный центр Росздава» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.sanatoria.ru/text.php?id=672>

5. Интеллектуальная система Tergumed 700 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.beka.ru/ru/katalog/kompleksnaya-diagnostika-i-reabilitatsiya-pozvonochnika/tergumed-700/>
6. Умные тренажеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.dikul.org/treatment/bos/>
7. Реабилитационный тренажер Tergumed 3D, Киев [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kiev.zakupka.com/p/3782633-reabilitacionnyy-trenazher-tergumed-3d/>
8. Клиника Вертебра [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.vertebra-ekb.ru>

Аннотации

*В статье рассмотрены особенности применения комплекса тренажеров Tergumed с обратной связью для обеспечения реабилитационных и профилактических технологий. **Цель работы** – анализ конструктивных и функциональных особенностей тренажеров Tergumed для обеспечения физической реабилитации, профилактики заболеваний и повреждений позвоночника.*

Ключевые слова: позвоночник, повреждение, заболевания, профилактика, физическая реабилитация, технические средства, обратная связь.

Юрій Попадюха, Алла Альошина, Антон Альошин. Тренажери Tergumed зі зворотним зв'язком у технологіях фізичної реабілітації, профілактики захворювань та пошкоджень хребта. У статті розглянуто особливості застосування комплексу тренажерів Tergumed зі зворотним зв'язком для забезпечення реабілітаційних та профілактичних технологій. **Мета роботи** – аналіз конструктивних і функціональних особливостей тренажерів Tergumed для забезпечення фізичної реабілітації, профілактики захворювань та пошкоджень хребта.

Ключові слова: хребет, пошкодження, захворювання, профілактика, фізична реабілітація, технічні засоби, зворотний зв'язок.

Yuriy Popadiukha, Alla Aleshin, Anton Aleshin. Tergumed Training Simulators with Feedback in Technologies of Physical Rehabilitation, Prevention of Diseases and Spine Injuries. In the article it was observed the peculiarities of using the complex of training simulators Tergumed with feedback to ensure rehabilitation and prevention technologies. The **objective** of the work is to analyze the structural and functional features of Tergumed training simulators for ensuring of physical rehabilitation, prevention of diseases and spine injuries.

Key words: spine, injury, damage, prevention, physical rehabilitation, technical aids, feedback.