

# **Roczniki Naukowe**

**Wyższej Szkoły  
Wychowania Fizycznego i Turystyki  
w Białymstoku**

---

**2013**

## Восстановление двигательной – локомоторной функции у лиц с ампутацией нижних конечностей на основе использования битехнических средств в нетрадиционных условиях эксплуатации

Евгений Александрович Масловский<sup>1</sup>, Крстафор Людвигович Соболевский<sup>2</sup>,  
София Василевска – Соболевска<sup>3</sup>

<sup>1</sup> доктор педагогических наук, профессор, Полесский государственный университет (ПолесГУ), Пинск, Республика Беларусь,

<sup>2</sup> кандидат педагогических наук, Высшая школа физического воспитания и туризма в Белостоке, Республика Польша

<sup>3</sup> Высшая школа физического воспитания и туризма в Белостоке, Республика Польша

Актуальность. Организация процесса реабилитации после травмы заболеваний становится эффективной только при выполнении упражнений, воспроизведение которых подкреплено необходимыми для этого естественными физическими возможностями. Движения в качестве лечебного средства больше нужны тем, кто не имеет возможностей их выполнять или имеет для этого очень ограниченный естественный потенциал. Выход из этого сводится к целесообразности восполнения недостающих естественных возможностей искусственными воздействиями, что должно осуществляться через организацию такого искусственного внешнего окружения, битехнические средства которого могут способствовать процессу реабилитации посредством инициации и постепенного развития естественных способностей.

Системному решению этой задачи, на наш взгляд, помогают методические средства, способствующие ускоренному восстановлению утраченной или ослабленной двигательной функции в условиях воздействия внешних энерго – силовых добавок, восполняющих недостаточность естественного двигательного потенциала и обеспечивающих на искусственной основе все более активное воспроизведение естественных действий, осуществляющих роль средств двигательной терапии.

Такое направление ведет к конструированию и построению системы устройств искусственно организованного внешнего окружения с возложением на эту систему функций «помощи» процессу естественного восстановления. Гипотеза о том, что именно на основе искусственного замещения недостающих большому естественных возможностей специально построенными для этого искусственными условиями и привнесенными в процесс восстановления искусственными воздействиями может быть обеспечено возвращение к характеристикам здорового состояния, базировалась на результатах успешной одобрения апробации с лицами, имеющими отклонения в состоянии здоровья и инвалидами, работающих по предложенным нами экспериментальным методикам.

Среди предложенных технических средств у нас в стране и за рубежом следует обратить внимание на те из них, где рассматриваемые средства воздействия на больного, которому предлагается воспроизведение не изолированных, а целостных естественных движений и, прежде всего, локомоций.

В качестве целевого критерия результативности выполненной работы здесь выступает умение самостоятельно ходить и плавать, даже бегать. Именно

с этих позиций рассматриваются потенциальные возможности методических и технических средств, предлагаемых в качестве основных, так как человек, потерявший возможность выполнять подавляющее большинство жизненно необходимых движений, должен восстановить умения вставать, садиться, перемещать свое тело и различные предметы в пространстве.

Профессором И.П.Ратовым (1994) описана и практически реализована уникальная система, позволяющая при использовании короткого монорельса с устройством облегчающей подвески совершать невозможное в локомоторике движений с самыми трудными пациентами – спинальными больными. Эти пациенты на основе этой методики в состоянии полного обездвижения выполняют несколько шагов путем применения ЭМС на те мышцы, которые при естественных движениях обеспечивают выполнение движений шага. Подобные формы управляемого поведения пациентов рассматриваются не только в качестве действенного способа научения избирательно использовать нервные пути, но и способом активного противостояния тем расстройствам в деятельности функциональных систем, которые практически закономерно наступают при обездвижении спинальных больных. В первую очередь необходимо обеспечить условия для активизации нервно-мышечного аппарата сразу с начальных стадий наступления посттравматического состояния. Во вторую – обеспечить поддержание активного состояния различных элементов нервно-мышечного аппарата путем использования упражнений в произвольной активизации мышц, для осуществления которых целесообразно вводить на занятиях технические средства с обратной связью, вслед за сеансами биоэлектрической активностью мышц.

В решении другой, не менее сложной двигательной проблемы (ампутация нижних конечностей), системообразующим фактором выступает уже двигательная терапия в структуре локомоторных движений или им подобных с использованием тренажерных устройств или водной среды. В первом случае будут задействованы новые нетрадиционные условия выполнения реабилитационных упражнений, когда меняется не только их форма и содержание, но и назначение. Речь идет о новой форме опороспособности при обеспечении вертикализации в условиях тренажерного устройства, когда в качестве опоры выступает не стопа или нижняя конечность, а коленный сустав. Естественно, что целостная амплитуда

локомоторного акта (беговой шаг) сведена к минимуму, но сам принцип выполнения бегового шага имеет место. Более всего этот методический подход нацелен на выполнение бегового шага преимущественно в полетной фазе. Другие варианты беговых движений выполняются в подвешенном состоянии с использованием тренировочных устройств на основе перемещения бедер (старт бедра, разгон и торможение бедра, возвращение обратно в исходное положение). В условиях водной среды при вертикальном положении туловища также возможны перемещения бедер в воде в структуре бегового шага. Более того, с помощью предложенных упражнений можно легко дозировать физическую нагрузку (на частоту перемещений бедер от малой до максимальной и на выносливость—специальную или силовую), тем самым положительно воздействовать на сердечно-сосудистую и дыхательную системы. В отношении успешного использования беговых движений в водной среде имеются экспериментально обоснованные ранние методики для подготовки юных бегуний на короткие дистанции (по В.Г.Ярошевичу, 2002).

Ампутация является тяжелой, калечащей операцией, выполняемой в исключительных случаях, когда отсутствует возможность сохранения конечности. Показания к ампутациям весьма обширны и сводятся к следующим основным причинам:

1. отрыв конечностей;
2. открытое повреждение конечностей с раздроблением кости, обширным разможением мышц, разрывом магистральных сосудов и основных нервных стволов;
3. наличие тяжелой инфекции, угрожающей жизни;
4. гангрены различного происхождения;
5. злокачественные опухоли и трофические язвы;
6. и др. [ ].

Утрата конечности и связанное с этим уменьшение массы тела, сосудистого русла, нарушение статико-динамической функции, обменных процессов, а также развивающийся гипокинетический синдром оказывают существенное влияние практически на все функциональные системы организма. Вместе с этим нарушаются адаптационные реакции организма, снижается ТФН и физическая работоспособность [ ].

Вследствие изменения статико-динамической функции после утраты конечности, а также в связи с утратой значительной части рецепторов глубокой мышечно-суставной чувствительности развиваются выраженные биомеханические изменения. Например, в результате ампутации бедра общий центр массы тела смещается в сторону сохранной конечности и несколько вверх. Следствием ампутации является нарушение мышечного равновесия, что в дальнейшем приводит к сколиотической деформации поясничного отдела позвоночного столба [ ].

Компенсаторные изменения величины изгибов позвоночного столба и увеличение угла наклона таза после ампутации нижних конечностей, вызывают напряжение нервно-мышечного аппарата, в частности мышц плечевого пояса [ ]. На основании анализа клинических данных, был выявлен болевой синдром различной степени выраженности, чувство мышечного дискомфорта и напряжения в области шеи, плечевого пояса и спины. У инвалидов с асимметрией плечевого пояса было выявлено мышечно-тоническое напряжение

трапецевидной, лестничной, надостной, подостной, ромбовидной мышц, а также мышцы поднимающей лопатку. При этом, отмечалась достоверная разница тонуса покоя и электрической активности указанных мышц. Проявление сколиотического искривления позвоночного столба и как следствие увеличения статико-тонического напряжения мышц плечевого пояса приводило к мышечному дисбалансу и развитию остеохондроза шейного отдела позвоночника.

Таким образом, одним из основных принципов, на основе которого можно построить новые технологии управления процессом реабилитации двигательной функции, следует считать – принцип потенциальной компенсационной замещаемости недостающих естественных возможностей биотехническими средствами искусственной управляющей среды. Предлагаемый принцип весьма эффективен по своей продуктивности.

Нами (В.Г.Семенов, Е.А.Масловский, В.Г.Ярошевич, 2010) проанализирована система подготовки атлетов из американской школы спринта. Отметим тенденцию повышения атлетической подготовленности победителей и призеров Олимпиад и мировых первенств, ведущих представителей спринтеров разных стран и, в первую очередь, американцев. Эти преимущества касаются, прежде всего, атлетического развития мышц туловища и плечевого пояса. Биомеханические особенности ритмовых активных перемещений рук несут в себе элементы прогрессирующей мощности и координации движений в совместных двигательных действиях с нижними конечностями. Во всяком случае, это дополнительный резерв для повышения спортивного мастерства квалифицированных легкоатлетов-спринтеров. Однако до сегодняшнего дня вопросы атлетической подготовки молодых спортсменов не достаточно методически изучены, а применяемые средства – консервативны. Не используются современные достижения для повышения атлетической подготовки. Отсутствуют опытно-экспериментальные данные положительного решения данной проблемы, особенно в адаптивном физическом воспитании.

Возможности специальной силовой тренировки рук и плечевого пояса в формате кинематических цепей для рук существенно расширяются с использованием тренажера Лэг Мэджик, который в литературе рекомендуется для тренировки только ног (рис. 15). В нашем варианте его возможности для тренировки рук (рис. 16) ничуть не меньше, чем для ног, а в «поворотных» движениях он эффективно воздействует на развитие ряда «проблемных» мышц плеч и туловища. Так, совершая движения руками к центру (положения: в упоре лежа, стоя, полустоя в наклоне) или от центра, задействуются внутренние мышцы рук (при приведении) и внешние мышцы рук и плечевого пояса (при отведении). Учитывая, что мышцы рук и плечевого пояса, работающие в приводящем-отводящем режиме силовой нагрузки, «приспособлены» к этим условиям работы, являются одновременно добавочными «ускорителями» звеньев тела при вращении, эти силы на очень короткий промежуток времени становятся системой. Сила гравитации, мышечные усилия синергистов, мышечно-сухожильная эластичность

работают как одна активная система для создания условий для эффективного перемещения рук в передне-заднем направлении и отдельных поворотных движений сегментов туловища.

Н.Б.Сотским (2004) разработана концепция и практическое обеспечение эффективной нагрузки любых суставных движений человека на основе использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы (рис. 13). На основании данного подхода были созданы уникальные устройства, обеспечивающие принципиально новые возможности и результаты при тренировке человека.

Анализ представленных материалов, специальной литературы, а также поиск в сети «Интернет» убедительно свидетельствует о широком внедрении фрикционных тренажеров со многими степенями свободы. Это сферы: спорт, физическое воспитание, оздоровление населения, реабилитация, профессионально-прикладная подготовка.

Таким образом, атлетическая подготовка, касающаяся силового развития мышц рук и плечевого пояса, на наш взгляд, должна иметь место в двигательно-координационной подготовке лиц с ампутацией нижних конечностей. Тем более она существенно затрагивает спектр локомоторных движений (ходьба и бег). В своих исследованиях с инвалидами данной категории мы предполагаем широко использовать с целью атлетической подготовки эти два тренажера («Лэг Мэджик» и «Бизон» Н.Б.Сотского).

Привлекаемые в целях восстановления двигательной функции лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата биотехнические средства подразделяются на:

1. устройства для поддержания тела в каком-то избранном положении (например, в позе вертикализации);
2. устройства для обеспечения перемещения тела;
3. устройства для обеспечения ограничений излишним перемещением тела и его звеньев, а также приспособления; для уменьшения вероятности боли;
4. устройства принудительного перемещения звеньев тела по заданным траекториям;
5. устройства дополнительной помощи процессу осуществления движений (искусственные рекуператоры энергии);
6. средства искусственной активизации возбудимых тканей (например, электростимуляторы мышц);
7. устройства контроля характеристик двигательной деятельности (динамики, кинематики, мышечной электроактивности, ЧСС, дыхательной деятельности и т.д.).

**Цель исследования** – разработать и экспериментально обосновать комплексы упражнений для восстановления двигательно-локомоторной функции и реабилитации лиц из различных возрастных групп населения с ампутацией нижних конечностей с использованием биотехнических средств в нетрадиционных условиях эксплуатации.

**Задачи исследования:** 1. Разработать комплексы упражнений в формате авторской методики для восстановления двигательно-локомоторной функции и реабилитации лиц с ампутацией нижних конечностей с использованием биотехнических средств в нетрадиционных условиях эксплуатации. 2. Дать количественную оценку реакции организма

по изменению показателей, характеризующих функциональное состояние нервно-мышечного аппарата испытуемых (тонометрические, хронаксиметрические, динамометрические, темпометрические и температурно-кожные данные) у лиц с ампутацией нижних конечностей), в ответ на стандартизированную физическую нагрузку беговой направленности (бег бедрами в водной среде под метроном за одну минуту). 3. Обосновать эффективность авторской методики для восстановления двигательно-локомоторной функции и реабилитации лиц с ампутацией нижних конечностей с использованием биотехнических средств в нетрадиционных условиях эксплуатации.

В соответствии с целью и поставленными задачами исследования нами в процессе восстановления двигательно-локомоторной функции и реабилитации лиц с ампутацией нижних конечностей были широко использованы нетрадиционные биотехнические средства:

1. тренажеры для скоростно-силового развития мышц сгибателей и разгибателей бедер в условиях тренажерного устройства в структуре бегового шага с опорой о колени (рис. 1,4,5,7,8,11,14,15);
2. тренажеры для скоростно-силового развития мышц сгибателей и разгибателей бедер в условиях тренажерного устройства в структуре бегового шага в подвешенном состоянии без опоры (рис.2,3);
3. тренажеры для скоростно- силового развития мышц сгибателей и разгибателей бедер в структуре бегового шага (без опоры) в водной среде (рис. 12);
4. тренажеры для увеличения подвижности в тазобедренном суставе и для скоростно- силового развития мышц, обслуживающих этот сустав с опорой о колени (рис.14 );
5. тренажеры-роликовые коньки для выполнения игровой и эстафетной форм двигательной деятельности с опорой коленями о площадки коньков (рис.9);
6. тренажер Лэг Мэджик для скоростно- силового развития приводящих мышц бедер (рис.15);
6. тренажер Лэг Мэджик для скоростно- силового развития приводящих мышц рук и плечевого пояса (рис.16);
7. тренажер Н.Б.Сотского «Бизон 1» для развития силы и силовой выносливости кистей и пальцев рук (рис.13);

Представленные в таблице 1 тренажеры и тренировочные устройства были успешно апробированы в процессе тренировочных занятий по адаптивному физическому воспитанию с инвалидами с ампутацией нижних конечностей и доказали свою состоятельность. По результатам анкетного опроса инвалидов различных групп населения наивысшими баллами были оценены 16 упражнений двигательно-координационной и атлетической направленности для укрепления мышц нижних конечностей (преимущественно сгибатели), тазовой области, рук и плечевого пояса.

Описание средств, дозировка, номер упражнения

1. Поочередное сгибание голеней с отягощениями лежа на животе на тренажере (2x20 раз)

2. Сгибание-вынос вперед бедра с отягощением-из крайнего нижнего положения в вертикальное верхнее в «проеме» тренажера лежа спиной (2x15 раз на каждую ногу)

3. Разгибание ноги с сопротивлением резиновых жгутов лежа на спине на гимнастическом коне (2x20 раз на каждую ногу)

4. «Бег бедром» с сопротивлением резиновых жгутов стоя боком к гимнастической лестнице с опорой коленом опорной ноги на тумбочку (2x20 раз на каждую ногу)

5. «Бег бедрами» с сопротивлением резиновых жгутов лежа боком на стопке гимнастических матов (2x40 раз)

6. «Бег бедрами» с сопротивлением резиновых жгутов в упоре на параллельных шестах, которые несут помощники (2x30 раз)

7. «Бег бедрами» в упоре коленями о отдельные (для каждой ноги) качельные площадки с сопротивлением магнитореологической системы торможения (2x30 раз)

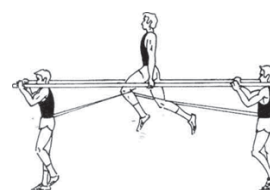
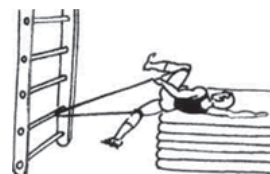
8. «Бег бедрами» в сферической вогнутой вниз площадке через скользящие листы (на коленях) с сопротивлением магнитореологической системы торможения (2x20 раз)

9. Эстафетный бег по кругу зала способом «бег бедрами» на роликовых коньках, прикрепленных к коленям с регулируемым сопротивлением-торможением резиновых колес (4x1-му этапу)

10. «Бег бедрами» на карусели, держась сверху кистями за горизонтальные палки (2 человека-инвалида –«бег бедрами» без опоры и 2 человека (без нарушений ОДА)) активно отталкиваются от опоры для разгона (2x1-й минуте)

11. «Бег бедром», прикрепленным к маятникообразному висящему сегменту тренажера со средним отягощением с акцентом на разгонную и тормозящую части упражнения (4x40 секунд для каждой ноги)

Иллюстративная форма упражнения








<p>12. «Бег бедрами» в воде с вертикальным положением туловища с сопротивлением водной среды торможения (4x25 метров):  1) игра в водное поло, передвигаясь способом «бег бедрами» (обычный вариант или затрудненный вариант, создаваемый за счет поролоновых чулок); 2) эстафета 4 по 25 м., когда участник эстафеты передвигается, находясь в кругу автомобильной камеры (для увеличения плавучести); 3) комбинированная эстафета 4 по 25м.; 1-ый этап – обычный вариант, 2-ой с буксировкой поролонового груза, 3-ий – в кругу автомобильной камеры, 4-ый – облегченный вариант с тягой помощника через длинный шест; 4) «бег бедрами» с заданием на максимальную частоту движения бедер за 20, 30, 40, 50, 60, 70с.; 5) «бег бедрами» на максимальное расстояние за 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70с.; 6) эстафета 4 по 50м.: первые 25м. С буксировкой поролонового груза и обратно 25 м. облегченный вариант – с тягой помощников через длинный шест.</p> <p>13.Тренажер Сотского «Бизон-1». Силовая проработка мышц рук (кистей) и плечевого пояса: 1) и.п.сидя на стуле, руки перед грудью выпрямлены в локтевых суставах, тренажер расположен спереди в вертикально-поперечной плоскости на уровне плечевых суставов рукоятками вниз. Рукоятки захвачены руками «большими пальцами к корпусу тренажера».Круговые движения кистей рук книзу с последующим сгибанием в локтевых суставах и возвращением в и.п.; 2) то же самое, но вначале идет сгибание рук на себя к груди и затем вниз –вперед по кругу. (3 x 80-100 вращений).</p> <p>14. Тренажер для круговых вращений тазовой области и колен., стоя на коленях на поворотной (по кругу) опорной площадке тренажера (20 с в одну сторону+20 с- в другую).Длительность работы 2 мин.</p> <p>15. Тренажер «Мэг Лэджик» (1-й вариант) для сведения и разведения ног (коленей) в стороны, стоя на коленях и держась руками за верхнюю часть тренажера ( 4x 30 с.)</p> <p>16. Тренажер «Мэг Лэджик» (2-й вариант) для сведения и разведения рук в стороны. И.П. сидя на стуле. Тренажер закреплен на гимнастической стенке на уровне груди. Руки вытянуты вперед в стороны и захватывают передвижные площадки. (4x 20 с.)</p>	    
---	---

Таблица 1 – Описание нетрадиционных средств, дозировка упражнений, номер рисунка с иллюстративной формой изображения рисунков

#### Литература

1. Шацкий Г.Б. Использование регионального упражнения и упражнения локального воздействия с ударной стимуляцией мышц в специальной силовой подготовке юношей-спринтеров.(Текст): автореф.дис.канд.пед.наук./ Г.Б. Шацкий. – Минск АФВиС РБ, 1997.–21 с.
2. Шукевич Л.В. Дифференцированный подход к воспитанию скоростных способностей у детей 6-10 лет на спортивном часе в группе продленного дня.(Текст): автореф.дис.канд.пед.наук./ Л.В. Шукевич. – Минск: АФВи С РБ, 1983
3. Щеглов В.И. Подготовка квалифицированных бегунов на короткие дистанции.(Текст): автореф.дис.канд.пед.наук./ В.И. Щеглов. – М.: РГАФК, 1993. – 24 с.
4. Юшкевич Т.П. Научно-методические основы системы многолетней тренировки в скоростно-силовых видах спорта циклического характера,(Текст): авторф.дис.д-ра.пед.наук./ Т.П. Юшкевич. – М.: ГЦОЛИФК, 1991. – 41 с.
5. Яблоновский И.М. Некоторые данные о возрастном развитии быстроты у школьников. (Текст)/ И.М.Яблоновский// Теория и практика физической культуры. – 1998. – № 10 – С.18.
6. Ярошевич В.Г. Метод сопряженного воздействия в физической подготовке легкоатлетов-спринтеров на начальном этапе спортивной специализации.(Текст): автореф.дис.канд.пед.наук./ В.Г. Ярошевич. – Минск: АФВи С РБ, 2000.

7. Ярошевич В.Г. Тренажеры в беге на короткие дистанции.(Текст)/ В.Г.Ярошевич. – Брест: БГУ им. А.С. Пушкина, 2004. -56 с.
8. Ярошевич В.Г. Сделанного не отнять.(Текст)/ В.Г.Ярошевич// Легкая атлетика. – № 3-4.- С14-15.
9. Якимович В. Импульсы управления.(Текст)/ В.Якимович, В.Тарасов.// Легкая атлетика.- 1988. – № 8. – С.12-13.
10. Sozanski Henryk Podstawy treningu szybkości. [Текст]/ Henryk Sozanski, Tadeusz Witczak, Tadeusz Starzynski. – Warszawa: biblioteka trenera, 1999. – 198 s.
11. Starosta Włodzimierz Motoryczne zdolności koordynacyjne (znaczenie, struktura, uwarunkowania, kształtowanie).[Текст]/ Włodzimierz Starosta. – War
12. Trening (kwartalnik metodyczno szkoleniowy). [Текст]./Pod redakcją naukową Tadeusza Ulatowskiego. – Tom 1. – Warszawa, 1992. – 324 s.