

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23996

(13) С1

(46) 2023.04.30

(51) МПК

A 61B 5/22 (2006.01)

A 61B 5/389 (2021.01)

A 63B 21/00 (2006.01)

(54)

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТНО-СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ СПОРТСМЕНА

(21) Номер заявки: а 20200169

(22) 2020.06.12

(43) 2022.02.28

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Лукашевич Дмитрий Анатольевич; Васюк Валерий Евстафьевич; Гусейнов Даниил Истамович; Дорожко Александр Сергеевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) KIEFER A.W. et al. A commentary on real-time biofeedback to augment neuromuscular training for ACL injury prevention in adolescent athletes. Journal of Sports Science and Medicine, 2015, v. 14, p. 1-8. Найдено на [https://www.jssm.org/volume14/iss1/cap/jssm-14-1.pdf].

ПЕТРЯЕВ А.В. Диагностика, развитие и реализация силового потенциала спортсменов с использованием компьютерных диагностических стендов. Вестник спортивной науки, 2006, № 1, с. 8-12.

US 2017/0144047 A1.

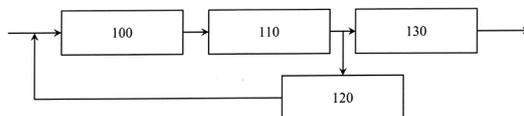
US 2011/0105859 A1.

US 2011/0118621 A1.

WO 2013/006145 A1.

(57)

Способ повышения скоростно-силовой выносливости спортсмена с использованием тренажера с биологической обратной связью, заключающийся в том, что на теле спортсмена закрепляют беспроводные датчики поверхностной электромиографии и устройство для регистрации скорости и мощности движений, чувствительный элемент которого располагают на элементе управления тренажером, и в процессе выполнения спортсменом на тренажере последовательно в трех режимах интенсивности тестовых упражнений, близких по структуре к соревновательным упражнениям, с длительностью отдыха между упражнениями 5 мин, регистрируют биоэлектрическую активность целевых групп мышц,



Фиг. 1

ВУ 23996 С1 2023.04.30

скорость и мощность движений, при этом упражнения в первом режиме интенсивности представляют собой аэробную нагрузку в течение 2 мин, упражнения во втором режиме интенсивности представляют собой смешанную аэробно-анаэробную нагрузку в течение 1 мин, упражнения в третьем режиме интенсивности представляют собой комплексную анаэробно-алактатную и анаэробно-гликолитическую нагрузку в течение не более 30 с, с учетом зарегистрированных при выполнении тестовых упражнений данных делают вывод о рациональности или нерациональности структуры двигательных действий спортсмена в каждом из режимов интенсивности и устанавливают индивидуальные целевые значения биоэлектрической активности целевых групп мышц, скорости и мощности движений, при этом при выявлении нерациональности структуры двигательных действий осуществляют ее коррекцию, для чего спортсмен выполняет упражнения на тренажере в вышеуказанных трех режимах интенсивности с одновременным контролем регистрируемых и целевых значений биоэлектрической активности целевых групп мышц и скорости и мощности движений, которые в режиме реального времени доводят до спортсмена с помощью компьютера в виде визуального и/или звукового сигнала, при этом спортсмену при выполнении упражнений необходимо организовать мышечную деятельность таким образом, чтобы пиковые значения биоэлектрической активности целевых групп мышц регистрировались в зоне установленных целевых значений при поддержании интенсивности выполняемого упражнения, после чего спортсмен выполняет тренировочные упражнения на тренажере в вышеуказанных трех режимах интенсивности с одновременным упомянутым контролем регистрируемых и целевых значений биоэлектрической активности целевых групп мышц и скорости и мощности движений, если при выполнении тренировочных упражнений спортсмен преодолевает целевые значения, условия выполнения упражнения усложняют, в противном случае упрощают.

Изобретение относится к сфере физической культуры и спорта, а именно к способу повышения скоростно-силовой выносливости спортсмена. Заявляемое изобретение может использоваться как часть подготовки спортсменов в рамках сложной и упорядоченной тренировочной и соревновательной деятельности. Направлено изобретение на повышение выносливости спортсмена при выполнении движений, требующих проявления как достаточного усилия, так и скорости его нарастания при длительной высокоинтенсивной работе в условиях, соответствующих основному соревновательному упражнению по режиму работы мышц, амплитуде и направлению движений с возможностью коррекции и повышения рациональности двигательных действий.

Традиционно скоростно-силовые способности реализуются в проявлении максимальных мышечных усилий за минимальный отрезок времени, что позволяет совершать максимально мощные движения при выполнении двигательной задачи. Под скоростно-силовой выносливостью понимается способность выполнения двигательных действий со свойственными им скоростно-силовыми особенностями в течение длительного времени с сохранением исходной или близкой к ней интенсивности и амплитуды движений. Наиболее информативными параметрами, характеризующими интенсивность при скоростно-силовой работе, являются скорость и мощность движений (как средняя, так и пиковая, значение которой является отражением эффективности выполнения определенных фрагментов рабочей амплитуды движения). Отражением высокого уровня скоростно-силовой подготовленности, в том числе и скоростно-силовой выносливости, является достижение и поддержание в процессе длительной работы оптимального напряжения целевых групп мышц, имеющих наивысшую степень значимости для максимальной реализации нервно-мышечного потенциала в рамках строго определенной структуры движений. Современные средства и способы, направленные на повышение скоростно-силовой выносливости спортсменов, позволяют моделировать различные режимы выполнения соревновательных

упражнений и отрабатывать наиболее эффективные двигательные действия с точки зрения энергетических затрат. Это становится возможным благодаря, прежде всего, оцифровке процесса выполнения физического упражнения и отдельных его элементов, а также направленному воздействию на регуляторные механизмы организации двигательной деятельности биомеханической системы с целью повышения степени их чувствительности в условиях естественной или искусственной управляющих сред посредством приемов биологической обратной связи (БОС).

Эффективность тренировок с БОС обусловлена прежде всего вызываемыми физиологическими сдвигами в организме обучающегося. Наибольшее воздействие в процессе БОС-тренинга оказывается на идеомоторную подготовленность спортсмена посредством формирования более тесных ассоциативных связей между психическим состоянием и текущими ощущениями производительности, мышечной деятельностью и т. д. Укрепление этой взаимосвязи позволяет обучающемуся впоследствии воспроизвести это состояние в иных условиях управляющей среды. Главной целью тренировки с БОС является формирование мышечного навыка для достижения целевого физиологического состояния и овладение сбалансированным психическим состоянием. Суть тренировок с БОС заключается в отработке движения таким образом, чтобы контролируемые параметры соответствовали оптимальным с точки зрения достигаемого результата и затрачиваемых усилий при выполнении упражнения. Частным примером оптимизации выполнения упражнения является корректирование соотношения степени мышечной активности между крупными и малыми мышечными группами в зависимости от поставленной задачи. Для видов спорта, основное соревновательное упражнение в которых характеризуется постоянством стереотипа мышечной деятельности, можно разработать оптимальную двигательную задачу, направленную на поддержание работоспособности с определенной интенсивностью для достижения максимальной производительности. При прохождении дистанции, например, в гребных дисциплинах возможны различные стратегии задействования целевых групп мышц. При выполнении низкоинтенсивной длительной работы, свойственной для стайерских дистанций, наивысший приоритет целесообразно отдавать крупным группам мышц, несущим основную нагрузку. При высокоинтенсивном скоростном выполнении, свойственном для спринтерских дистанций, - малым мышечным группам, приспособленным к быстрому сокращению. Кроме того, необходимо стремиться к сокращению суммарной биоэлектрической активности с сохранением целевой производительности. Наиболее эффективным сценарием является генерирование обучающимся максимальных значений мощности движений при рациональной структуре мышечной деятельности, проявляемой в корректном соотношении их активности и последовательности возбуждения. Образцово-показательное исполнение в таком случае может осуществляться следующим образом:

- 1) увеличение активности определенной группы мышц или их совокупности (в случае выявления низкой исходной биоэлектрической активности или ее отсутствия в процессе выполнения упражнения);
- 2) распределение активности между несколькими группами мышц путем увеличения активности одних и уменьшения других с сохранением мощности движений (при этом необходимо предотвратить перенапряжение целевых мышечных групп);
- 3) уменьшение активности определенной группы мышц или их совокупности в случае выявления перенапряжения;
- 4) повышение общей активности с целью повышения мощности движений до целевых значений либо снижение при избыточных усилиях;
- 5) понижение интенсивности при невозможности стабильно поддерживать целевое значение в динамике выполнения упражнения.

Одной из явных и наиболее простейших форм БОС является регистрация и предоставление информации после тренировочной сессии в виде усредненных данных, характери-

зующих проделанную работу. Подобная информация носит статистический характер и не всегда пригодна в процессе эффективного обучения и совершенствования. Наиболее эффективным и информативным способом является применение подхода "сознательной практики", основанной на индивидуализации формулируемых задач, предназначенных для улучшения конкретных аспектов подготовленности обучающегося, а также предоставлении регистрируемых данных в режиме реального времени. При этом выполнение какой-либо деятельности без должной степени осознанности и активизации ассоциативных механизмов взаимосвязи умственной и физической активностей не приводит к улучшению целевого качества выше текущего уровня компетентности. Подобное явление обусловлено процессом автоматизации значительной части работы в рамках естественного обучения, что ограничивает возможности корректирования двигательного стереотипа. Преодолению негативных последствий рассмотренной автоматизации способствует индивидуальное выявление слабых мест, а также правильное формулирование и постановка задач.

Любая двигательная программа состоит из упорядоченных отдельных элементов, имеющих индивидуальную функциональную характеристику и синхронизированных для решения определенной задачи. Подобная совокупность двигательных элементов формирует структуру движения (шаблон движения). В этом заложены подходы к повышению и ускорению БОС-тренинга. Как правило, человеку сложно одновременно решать несколько задач, контролировать несколько параметров и т. д. Это определяет последовательность процесса тренировки, выраженную в корректном разделении акцентированного участка рабочей амплитуды на отдельные фазы либо отдельные мышечные группы, чтобы предотвратить поступление избыточной информации и позволить обучающемуся сконцентрироваться на приоритетной задаче. После установления стабильного стереотипа выработки навыка возможно переключение на иные фрагменты тренировочного задания или мышцы.

Существует обширный перечень способов, реализуя которые возможно повысить уровень скоростно-силовой подготовленности спортсмена (в частности, выносливости). Добиться желаемого результата возможно как с помощью специализированных упражнений, так и с помощью специальных технических устройств (в том числе с использованием приемов БОС).

Известен способ повышения общей работоспособности и скоростно-силовой выносливости посредством выполнения комплекса специализированных упражнений [1]. В рамках способа предусматривается выполнение упражнений скоростно-силовой направленности на лыжах с контролем времени. Оценка уровня скоростно-силовых качеств осуществляется с помощью педагогических тестов. Также предусмотрено разделение тренировок на три блока упражнений: силовые, прыжковые и комплексной направленности, для которых регламентированы количество повторений, подходов и времени отдыха согласно разработанной формуле изобретения.

Недостатком данного способа является преимущественная направленность большинства упражнений на техническую подготовку и лишь в малой степени на развитие скоростно-силовой выносливости. Кроме того, реализация данного способа осуществляется без средств обратной связи и объективных инструментальных методик оценки скоростно-силовой подготовленности.

Известен способ повышения скоростно-силовой выносливости при выполнении основного соревновательного упражнения с контролем частоты движений и установлением различного рода ограничений в технике [2]. Тренировочный эффект обеспечивается применением специального инвентаря (плавательной доски) с габаритами, не превышающими длину туловища обучающегося. Величина нагрузки на мышцы дозируется с помощью изменения толщины доски.

Данный способ имеет узкую направленность, не позволяет осуществлять обратную связь для тренирующегося в режиме реального времени, а также не имеет объективных инструментальных методик оценки эффективности.

Известны способы и системы отображения и контроля биометрических и/или биомеханических параметров с возможностью осуществления обратной связи со спортсменом при выполнении различных специализированных тренировочных заданий, направленность которых может быть в том числе и на развитие скоростно-силовой выносливости, посредством различных датчиков или системы из нескольких датчиков и мобильного или портативного устройства для отображения информации о производительности в виде графиков, чисел, диаграмм, гистограмм и т. д. [3].

В одном из изобретений системы и способы сбора и обработки биометрических и биомеханических данных направлены на регистрацию и обработку данных о положении различных частей тела человека при выполнении спортивных движений [3]. Данные могут передаваться оперативно в виде графического материала или числовых параметров для осуществления обратной связи с пользователем. Возможна реализация способа с беспроводной передачей данных посредством Bluetooth-соединения или через Интернет. Для регистрации данных применяются биометрические датчики. Реализуемые на их основе измерения позволяют получать информацию о различных сгибательных или вращательных движениях, а также о симметричности отдельных частей тела. Датчики крепятся на теле занимающегося посредством петлевых застежек и коммутируются с трансивером, который оснащен портативным запоминающим устройством. Трансивер служит накопителем данных: отслеживания траектории, скорости, ускорения, положения, ориентации, частоты сердечных сокращений, температуры, кровяного давления, уровня токсинов, частоты дыхания и др. Также могут отражаться данные эмоционального состояния субъекта. Реализованы датчики с помощью акселерометра, гироскопа и магнетометра, а также GPS-модуля. Анализ данных занимающимся осуществляется посредством портативного компьютера. Оценка производительности складывается из статистического анализа, основанного на расчете средних значений и величин отклонений. Возможна реализация функции сравнения с другими пользователями.

Недостатки данного изобретения:

1) отсутствие измерительных модулей для оценки физиологических параметров работы мышц спортсменов;

2) недостаточно высокая точность измерений, поскольку регистрация данных осуществляется преимущественно с помощью датчиков, в основе работы которых лежат акселерометры, гироскопы и магнетометры, что позволяет получать результаты измерений лишь расчетным путем, реализуя программные алгоритмы разработанного способа (прямой способ измерений предпочтительнее);

3) не реализована функция расчета мощности движений.

Известны система и способ для контроля биометрических сигналов, которые основаны на использовании специальной одежды, оснащенной биометрическими датчиками для регистрации мышечной активности пользователя, а также модулем управления [4]. Информация отображается в режиме реального времени на портативном устройстве в виде графического материала и цифровых данных, что позволяет осуществлять обратную связь с пользователем. Система может быть сконфигурирована таким образом, чтобы регистрировать и обрабатывать иные физиологические сигналы: электрокардиографические, гальванической реакции кожи, электроэнцефалографические, магнитоэнцефалографические, частоты дыхания, частоты сердечных сокращений. Одновременно система может быть сконфигурирована на прием нескольких биометрических сигналов. Плотность контакта датчиков с телом спортсмена обеспечивается с помощью технологических особенностей одежды, выполненной из эластичного материала, с возможностью растяжения для минимизации артефактов движения между датчиками и кожей.

К недостаткам можно отнести следующее:

1) ограниченное конструктивными особенностями костюма количество сенсоров, что снижает информативность данного способа для упражнений, в которых задействуется большое количество мышц;

2) фиксированное положение регистрирующих сенсоров, что лишает исследователя и обучающегося вариативности в выборе целевых групп мышц;

3) возможность использования данного способа лишь для одного обучающегося при наличии одного костюма, поскольку каждый костюм является индивидуальным тренировочным средством;

4) отсутствие алгоритмов анализа данных для оценки эффективности выполнения упражнений скоростно-силовой направленности.

Способы, в основе которых лежит использование датчиков, для контроля различных биометрических и/или биомеханических параметров, являются мультифункциональными и могут быть использованы при выполнении различных тренировочных заданий. Однако наиболее эффективными, по нашему мнению, являются способы, в основе которых лежит совокупный анализ физиологических и биомеханических параметров движений, к которым, в частности, относится контроль биоэлектрической активности мышц и мощности движений при выполнении специализированных заданий в структуре основного соревновательного упражнения с реализованными на программном уровне алгоритмами анализа регистрируемых данных для оценки эффективности двигательных действий пользователя.

Известен способ тренировки, основанный на БОС с использованием оснащенной датчиками спортивной одежды [5].

Данный способ основывается на использовании специальной одежды, оснащенной беспроводными электромиографическими датчиками, расположенными таким образом, чтобы регистрировать параметры биоэлектрической активности основных, наиболее крупных мышечных групп спортсмена. Костюм также оснащен миниатюрным устройством-приемником, предназначенным для сбора, анализа информации и передачи ее на устройство вывода, представленное персональной вычислительной станцией (мобильный телефон) со специализированным программным обеспечением. Фиксированное положение датчиков в области целевой мышечной группы обеспечивается конструктивными особенностями костюма. Ключевой единицей, обеспечивающей функционирование механизма биологической обратной связи, является персональная вычислительная станция со специализированным программным обеспечением. Система обратной связи контролирует работу основных мышечных групп спортсмена во время выполнения упражнения. Встроенные в костюм датчики регистрируют параметры активности мышц, частоту сердечных сокращений, а также некоторые кинематические данные, описывающие внешнюю форму проявления движений. Устройство-приемник анализирует регистрируемые данные и сравнивает их с эталонными, характеризующими выполнение текущего упражнения для определения показателей производительности и обеспечения механизма БОС. Обработанные данные передаются и отображаются на экране персональной вычислительной станции. Основываясь на физиологических данных, программное обеспечение позволяет модифицировать тренировочные программы посредством комплектования очередности упражнений и управления интенсивностью нагрузки. Индикатором существенных изменений физиологических и биомеханических параметров движения являются визуальный и звуковой сигналы. Рассматриваемое устройство и программное обеспечение позволяют корректировать содержание и форму выполняемого упражнения в режиме реального времени посредством БОС с целью правильного и рационального перераспределения мышечной активности между целевыми мышечными группами.

Рассматриваемый способ имеет существенные недостатки:

1. Низкая частота регистрации данных биоэлектрической активности мышц.

2. Ограниченное конструктивными особенностями костюма количество сенсоров, что снижает информативность данного способа для упражнений, в которых задействуется большое количество мышц.

3. Фиксированное положение регистрирующих сенсоров, что лишает исследователя и обучающегося вариативности в выборе целевых групп мышц.

4. Возможность использования данного способа лишь для одного обучающегося при наличии одного костюма, поскольку каждый костюм является индивидуальным тренировочным средством.

Задача заявляемого изобретения заключается в преодолении недостатков предшествующего уровня техники путем повышения скоростно-силовой выносливости спортсменов за счет нового способа тренировок с БОС.

Поставленная задача решается способом повышения скоростно-силовой выносливости спортсмена с использованием тренажера с БОС, заключающимся в том, что на теле спортсмена закрепляют беспроводные датчики поверхностной электромиографии и устройство для регистрации скорости и мощности движений, чувствительный элемент которого располагают на элементе управления тренажером, и в процессе выполнения спортсменом на тренажере последовательно в трех режимах интенсивности тестовых упражнений, близких по структуре к соревновательным упражнениям, с длительностью отдыха между упражнениями 5 мин, регистрируют биоэлектрическую активность целевых групп мышц, скорость и мощность движений, при этом упражнения в первом режиме интенсивности представляют собой аэробную нагрузку в течение 2 мин, упражнения во втором режиме интенсивности представляют собой смешанную аэробно-анаэробную нагрузку в течение 1 мин, упражнения в третьем режиме интенсивности представляют собой комплексную анаэробно-алактатную и анаэробно-гликолитическую нагрузку в течение не более 30 с, с учетом зарегистрированных при выполнении тестовых упражнений данных делают вывод о рациональности или нерациональности структуры двигательных действий спортсмена в каждом из режимов интенсивности и устанавливают индивидуальные целевые значения биоэлектрической активности целевых групп мышц, скорости и мощности движений, при этом при выявлении нерациональности структуры двигательных действий осуществляют ее коррекцию, для чего спортсмен выполняет упражнения на тренажере в вышеуказанных трех режимах интенсивности с одновременным контролем регистрируемых и целевых значений биоэлектрической активности целевых групп мышц и скорости и мощности движений, которые в режиме реального времени доводят до спортсмена с помощью компьютера в виде визуального и/или звукового сигнала, при этом спортсмену при выполнении упражнений необходимо организовать мышечную деятельность таким образом, чтобы пиковые значения биоэлектрической активности целевых групп мышц регистрировались в зоне установленных целевых значений при поддержании интенсивности выполняемого упражнения, после чего спортсмен выполняет тренировочные упражнения на тренажере в вышеуказанных трех режимах интенсивности с одновременным упомянутым контролем регистрируемых и целевых значений биоэлектрической активности целевых групп мышц и скорости и мощности движений, если при выполнении тренировочных упражнений спортсмен преодолевает целевые значения, условия выполнения упражнения усложняют, а в противном случае - упрощают.

Перечень фигур:

фиг. 1 - общая функциональная схема алгоритма заявляемого способа;

фиг. 2 - мнемосхема реализации алгоритма;

фиг. 3, 4 - результаты анализа биоэлектрической активности исследуемых мышечных групп;

фиг. 5 - схема реализации механизма БОС;

фиг. 6 - процесс коррекции двигательных действий на примере гребных локомоций;

фиг. 7 - процесс коррекции двигательных действий на примере лыжных локомоций.

На фиг. 1 представлена общая функциональная схема алгоритма, лежащего в основе предлагаемого способа повышения скоростно-силовой выносливости, состоящая из стадий регистрации 100, анализа данных 110, коррекции 120 (при необходимости) и тренировки 130.

Представленная схема в общем виде отображает как линейность и конечность, так и цикличность в реализации способа. Количество повторений цикла не ограничивается и зависит от результативности обучающегося в процессе последовательного выполнения поставленных перед ним задач. Задача является завершённой в случае отсутствия или ликвидации ошибок в рациональности структуры биоэлектрической активности мышечных групп, работа которых оказывает наибольшее влияние на эффективность выполнения целевого двигательного действия. Результатом применения предложенного алгоритма с учетом внесенных на соответствующих стадиях коррекций и проведенных тренировок в различных режимах, направленных на совершенствование процесса управляемости мышечной деятельностью с использованием средств БОС, является повышение скоростно-силовой выносливости спортсмена. Предложенная последовательность действий является наиболее оптимальной с точки зрения индивидуализации тренировочного процесса, поскольку позволяет выявить характерные для спортсмена особенности организации исследуемого двигательного действия и на основании полученных данных сформулировать один из возможных сценариев модернизации предстоящего тренировочного процесса.

На фиг. 2 представлена мнемосхема реализации алгоритма, позволяющая более детально проследить последовательность выполняемых действий и возможные сценарии коррекции и тренировки.

Полнота возможных сценариев алгоритма позволяет производить точечные и узконаправленные коррекции внутренней структуры техники двигательного действия и совершенствовать мышечную выносливость с учетом индивидуальных особенностей тренируемого.

Операции на стадии регистрации 100 направлены на сбор данных исходной активности целевых групп мышц в различных режимах интенсивности выполнения упражнений в условиях, близких по структуре к основному соревновательному упражнению. В качестве наиболее информативных, с точки зрения раскрытия особенностей изменения паттернов мышечной активности, режимов интенсивности выбраны следующие:

- 1) нагрузка аэробного воздействия;
- 2) нагрузка смешанного аэробно-анаэробного воздействия;
- 3) нагрузка комплексного анаэробно-алактатного и анаэробно-гликолитического воздействия.

Первый режим интенсивности характеризуется умеренной аэробной работой, позволяющей оценить общую техническую подготовленность спортсмена, степень овладения структурой основного соревновательного упражнения с точки зрения нервно-мышечной организации. Текущий режим позволяет оценить, насколько нервно-мышечная регуляция спортсмена рациональна в условиях незначительной интенсивности. Основной акцент при выполнении упражнения приходится на технику и стабильность воспроизведения внутренней и внешней сторон двигательного действия. Длительность тестового задания с указанной интенсивностью составляет 2 мин.

Второй режим интенсивности характеризуется умеренной аэробно-анаэробной работой, в рамках которой основной акцент делается на высокой мощности в активной части рабочей амплитуды движений с поддержанием умеренного темпа, что позволяет выявить перераспределение мышечной активности. В текущем режиме проявляется компенсированное утомление, при котором, несмотря на возрастающие затруднения, спортсмен способен поддерживать исходную интенсивность выполнения двигательного действия. Усилие, развиваемое в активной части движения, может достигать 70-80 % от максимального. Длительность тестового задания с указанной интенсивностью составляет 1 мин.

Третий режим интенсивности характеризуется максимальной производительностью, которую способен продемонстрировать спортсмен в движениях, близких по структуре к соревновательному упражнению. Выполнение тестового задания с максимальной интенсивностью, выраженной в развиваемом усилии и темпе, позволяет выявить существенное и негативное перераспределение активности между целевыми группами мышц. Негативным перераспределением является такое, при котором значительная часть суммарной биоэлектрической активности мышц приходится на малые мышечные группы, активная деятельность которых не может генерировать достаточное усилие и осуществляться с достаточной продолжительностью, а также существенное нарушение симметрии работы мышц-агонистов. Длительность тестового задания с указанной интенсивностью составляет не более 30 с.

Тестовые задания выполняются поочередно, длительность отдыха составляет 5 мин.

На стадии 110 осуществляется комплексный анализ зарегистрированных данных, оценивается соотношение биоэлектрической активности мышечных групп, на основании которого формулируется вывод о рациональности внутренней структуры специфической двигательной деятельности в различных режимах интенсивности. Выбор следующей стадии алгоритма зависит от результатов анализа данных, проведенного в рамках текущего блока.

В качестве результатов анализа биоэлектрической активности исследуемых мышечных групп можно привести графические данные, представленные на фиг. 3, 4.

На указанных фигурах на стадии 111 представлены зависимости биоэлектрической активности мышечных групп от времени выполнения тестового задания в третьем режиме интенсивности. На рассматриваемых на 112 зависимостях границами отмечены фрагменты акцентированной мышечной активности в рамках двигательного цикла. Анализируя данные, представленные на фиг. 3, можно сделать вывод о высокой степени рациональности и структурированности стереотипа мышечной деятельности при выполнении соревновательного упражнения. Это отражается на четком выделении участков возбуждения и расслабления мышц. Кроме того, отмечается высокая стабильность воспроизведения временных и амплитудных параметров цикла в течение всей длительности тестового задания. Данные, представленные на фиг. 4, в значительной степени отличаются от вышерассмотренных данных. Низкая степень рациональности мышечной деятельности при выполнении тестового задания на стадии 113 подкрепляется наличием избыточной активности двуглавой мышцы плеча на неакцентированных участках рабочей амплитуды. Недостаточная стабильность воспроизведения временных параметров мышечной работы на стадии 114 выражается в смещении момента окончания возбуждения прямых мышц живота за пределы фрагмента акцентированной мышечной активности некоторых циклов, а также в отсутствии на стадии 115 явно выраженных участков расслабления мышц. Совокупность приведенных фактов свидетельствует о шероховатостях в управлении нервно-мышечным аппаратом и в значительной степени оказывает негативное влияние на способность ведения высокоинтенсивной и длительной мышечной деятельности.

В случае выявления определенной степени нерациональности в нервно-мышечной организации двигательного действия, выраженной в значимом преобладании суммарной биоэлектрической активности, генерируемой малыми мышечными группами, необходимо выполнить коррекцию стереотипа распределения активности между целевыми группами мышц. Вывод о необходимости выполнения коррекции формулируется на стадии 120. На стадиях 121, 122 и 123 констатируется нарушение рациональной структуры нервно-мышечной организации двигательного акта по данным электромиографии в соответствующем режиме интенсивности, а также выявляются наиболее уязвимые с точки зрения величины биоэлектрической активности мышечные группы. Уязвимыми мышечными группами в данном случае определяются те, которые на основании данных научно-методической литературы и мнения экспертов являются ведущими, обеспечивающими

ключевой вклад в результативность осуществления двигательного действия, однако недостаточно активны на фоне остальных групп мышц, а также группы мышц с выраженным перенапряжением.

Наиболее эффективным подходом к обучению управлению мышечной деятельностью и коррекции установившегося мышечного стереотипа является использование методов биоуправления, которые предоставляют спортсмену доступ к информации, характеризующей протекание определенных физиологических процессов в организме. Соответственно, действия на стадиях 121А, 122А и 123А направлены на коррекцию стереотипа мышечной активности в соответствующем режиме для целенаправленного и сосредоточенного возбуждения выявленных на предыдущей стадии уязвимых мышечных групп в структуре соревновательного упражнения на акцентируемых участках рабочей амплитуды с использованием методов и средств БОС. Коррекция с БОС осуществляется до тех пор, пока регистрируемые показатели не будут равны целевым, установленным индивидуально для каждого обучающегося на основании проведения тестовых заданий.

Механизм БОС реализуется согласно схеме на фиг. 5.

Нижеприведенные примеры конкретной реализации заявленного способа иллюстрируют изобретение, но не ограничивают его объем.

На стадии 200 на спортсмене закрепляют беспроводные датчики поверхностной электромиографии для регистрации биоэлектрической активности мышц, а чувствительный элемент устройства для регистрации скорости и мощности движений закрепляют на элементе управления тренажера, что позволяет объективно задавать и контролировать интенсивность выполняемого упражнения. Далее на стадии 210 осуществляют измерение физиологических и биомеханических параметров движения, выполняемого в рамках упражнения на специальных тренажерах. На стадии 220 преобразованный регистрируемый сигнал отображается на вычислительном устройстве, выступающем в роли оперативного компонента механизма БОС. Стадии 210 и 220 схемы на фиг. 5 взаимосвязаны друг с другом и выполняются одновременно. Отображаемый сигнал в режиме реального времени сравнивают с предварительно заданным целевым сигналом, значения которого определяют на основании данных выполнения тестовых заданий. На стадии 230 осуществляют анализ разницы величин регистрируемого и заданного сигналов и оперативную передачу информации спортсмену. Далее на стадии 240 в соответствии с выводами, сделанными на предыдущей стадии, производят изменение условий выполнения упражнения. В случае преодоления спортсменом целевых значений запрограммированного сигнала условия выполнения упражнения усложняют или упрощают в случае негативного тренда, когда спортсмен не справляется с текущими условиями.

Непосредственно процесс коррекции осуществляют с использованием тренажеров, позволяющих воспроизвести основные элементы соревновательного упражнения в необходимом режиме интенсивности. Процесс коррекции двигательных действий на примере гребных и лыжных локомоций представлен на фиг. 6, 7.

Коррекцию осуществляют в специально созданной среде, отображенной на фиг. 6, 7, в рамках которой обучающийся 300 выполняет соревновательное упражнение на тренажере 400, взаимодействуя с элементом управления 401. Необходимую величину сопротивления задают посредством нагрузочного механизма 402. Регистрацию биоэлектрической активности наиболее уязвимых мышечных групп, выявленных на стадиях 121, 122 и 123, осуществляют с использованием беспроводных малогабаритных датчиков поверхностной электромиографии 500, передающих информацию на устройство-приемник 501. Контроль степени интенсивности выполняемого упражнения осуществляют с использованием устройства 502, регистрирующего скоростные и мощностные параметры движения и соединенного с элементом управления посредством чувствительного элемента 503. При снижении или форсировании спортсменом целевой производительности устройство 502 оповещает об этом звуковым сигналом посредством аппаратного модуля 504. Информа-

ция о степени мышечной активности с устройства-приемника 501 поступает на персональный компьютер 600. Регистрируемая информация в режиме реального времени транслируется на экран 602 через проводное соединение 601, что ликвидирует временные задержки. На экране для спортсмена отображается информация о степени мышечной активности целевых мышечных групп в виде столбчатых диаграмм 603, размер которых изменяется соответственно специфике мышечной деятельности. Спортсмену необходимо организовать мышечную деятельность таким образом, чтобы пиковые значения активности фиксировались в целевой зоне 604. Параметры зоны 604 в зависимости от интенсивности выполняемого упражнения определяет специалист 301.

Результаты коррекции стереотипа мышечной активности в структуре соревновательного упражнения целесообразно закреплять посредством дополнительных тренировочных занятий силовой и скоростно-силовой направленности с инвентарем.

При выявлении нерациональности в структуре мышечной организации движений, близких по структуре к соревновательному упражнению, в рамках первого режима интенсивности проводят серию корректирующих занятий на стадии 121Б, в ходе которых основным тренировочным воздействием на уязвимые мышечные группы являются продолжительные силовые тренировки, направленные на саркоплазматическую гипертрофию мышечных волокон, что увеличивает объем мышечных волокон за счет преимущественного увеличения объема саркоплазмы. Гипертрофия этого типа происходит за счет повышения содержания в мышечных волокнах митохондрий, а также креатинфосфата, гликогена, миоглобина, что существенно повышает способность к продолжительной работе, однако мало влияет на рост мышечной силы. Обязательным условием достижения подобного тренировочного эффекта является выполнение соответствующих упражнений при скорости активного движения 0,5-0,75 м/с, вес отягощения при этом будет равен 65-80 % от текущего повторного максимума.

При выявлении нерациональности в структуре мышечной организации двигательных действий на акцентированных участках рабочей амплитуды движений в рамках второго и третьего режимов интенсивности проводят серию корректирующих занятий на стадиях 122Б и 123Б, в процессе которых основным тренировочным воздействием на уязвимые мышечные группы являются скоростно-силовые тренировки, направленные на повышение мощности мышечного сокращения. Подобный эффект достигается при выполнении упражнения, в рамках которого скорость перемещения звена/снаряда находится в диапазоне 0,75-1,0 м/с, вес отягощения при этом будет равен 45-65 % от текущего повторного максимума. Главная цель выполнения подобного рода активности заключается в повышении физиологической мощности гликолитических процессов, активируемых при работе в условиях высокой интенсивности. Именно реакция гликолиза позволяет выполнять максимально мощные движения с точки зрения проявления силы и скорости движения.

Главным контролируемым параметром в процессе корректирующих занятий на стадиях 121Б, 122Б и 123Б является скорость движения звена/снаряда, что требует использования дополнительного измерительного оборудования, позволяющего обеспечить биологическую обратную связь для корректного выбора веса отягощения, работы в целевой скоростной зоне, поддержания стабильности выполняемого упражнения, а также предупреждения утомления при выходе из целевой скоростной зоны.

В случае выявления нерациональности мышечной организации двигательных действий в рамках второго режима интенсивности, на фоне эффекта тренированности с использованием спортивного инвентаря и специализированных упражнений на стадии 122В, дополнительно проводят корректирующие занятия в условиях, приближенных к соревновательным, используя принцип интервальной тренировки. Выбор такого типа тренировок с использованием оборудования, моделирующего технику основного соревновательного упражнения, обусловлен достигаемыми физиологическими изменениями. Среди наиболее существенных можно выделить глобальную активацию реакции гликолиза и механизмов

утилизации продуктов метаболизма, понижение чувствительности клеток к окислительному воздействию продуктов метаболизма, развитие аэробных возможностей при большом количестве повторений рабочих отрезков.

В случае выявления нерациональности мышечной организации движений в рамках третьего режима интенсивности, на фоне эффекта тренированности с использованием спортивного инвентаря и специализированных упражнений на стадии 123В, дополнительно проводят корректирующие занятия в условиях, приближенных к соревновательным, используя принцип переменной тренировки. Выбор подобного типа тренировок с использованием оборудования, моделирующего технику основного соревновательного упражнения, обусловлен достигаемыми физиологическими изменениями, среди которых можно выделить эффективную тренировку сердечно-сосудистой и дыхательной систем, способность переключения физиологического обеспечения работы организма между различными режимами интенсивности, увеличение резервов энергоемких веществ в мышечной ткани. Суть переменного метода тренировки заключается в чередовании интенсивности выполняемого упражнения в рамках одного подхода.

После выполнения любой из последовательностей действий, предусмотренной на стадиях 121,122 и 123, а также в рамках корректирующих занятий на соответствующих стадиях с литерами А, Б, В, осуществляют повторное тестирование, целью которого является оценка результатов коррекции. Если эффект коррекции не достигнут в желаемой степени, повторяют цикл, изменив набор используемых упражнений, вносят поправки в интенсивность тренировочных сессий и т. д.

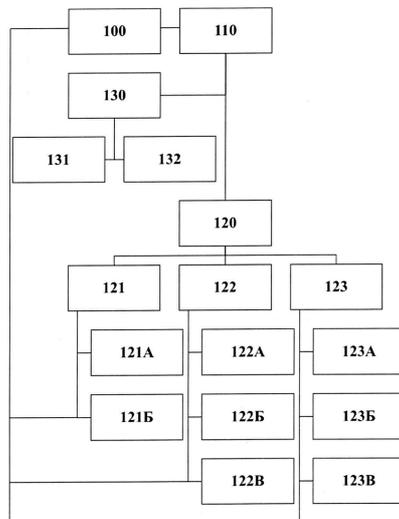
В случае удовлетворения результатами процесса коррекции на стадии 130 выполняют тренировочные мероприятия, направленные на совершенствование оптимального стереотипа мышечной деятельности на акцентированных участках рабочей амплитуды движений. Для повышения скоростно-силовой выносливости спортсменов в тренировочных занятиях на стадиях 131 и 132 выполняются последовательные двигательные действия, которые по направлению и режимам работы мышц соответствуют структуре соревновательного упражнения. Одним из вариантов таких занятий могут быть занятия на стадии 131 с биологической обратной связью, когда обучающийся при выполнении специально-подготовительных упражнений видит на экране 602 степень активности целевых групп мышц. При этом интенсивность может задаваться посредством изменения частоты движений и величины развиваемого усилия. Дополнительно в тренировочном занятии на стадии 132 могут использоваться специально-подготовительные упражнения с отягощениями, воздействие которых носит интервальный и переменный характер.

Совокупное использование предлагаемых подходов на основе биоуправления мышечной деятельностью позволяет выработать навык нервно-мышечной оптимизации, умение адекватно и соразмерно дифференцировать интенсивность, способность поддержания заданной интенсивности в течение длительного промежутка времени, что характеризуется высоким уровнем мышечной выносливости. Подобные комбинации тренировок на специальных тренажерах и с отягощением при использовании приемов БОС направлены главным образом на повышение мощности метаболических процессов, снижение чувствительности клеток организма к окислительному воздействию продуктов метаболизма, повышение запасов энергоемких веществ в составе мышечной ткани, тренировку сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

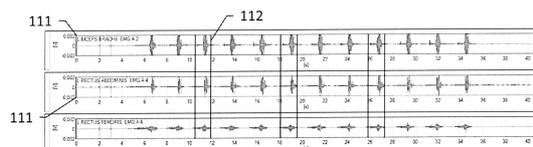
Источники информации:

1. RU 2475189, 2013.
2. RU 2325206, 2008.
3. US 8821305, 2014.

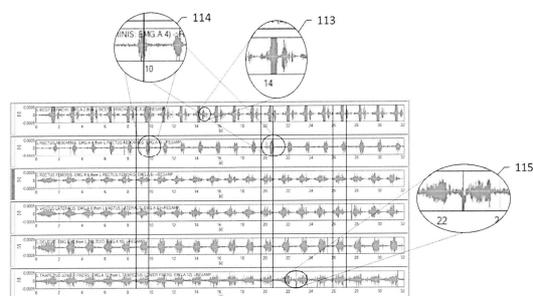
- 4. US 2015/0148619, 2015.
- 5. US 2019/0282856, 2019.



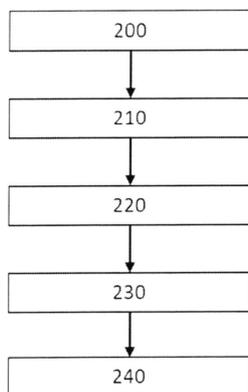
Фиг. 2



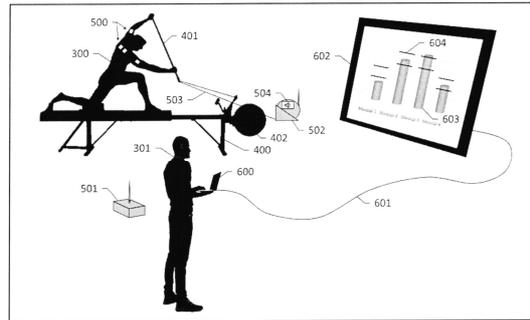
Фиг. 3



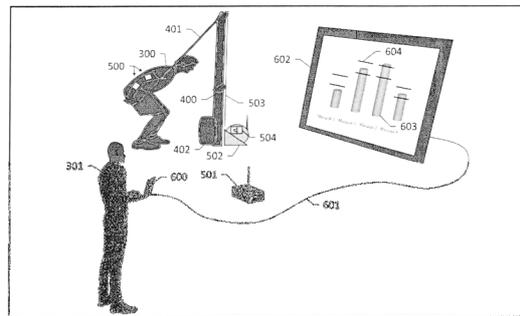
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7