

1. Гапонёнок, Ю. В. Актуальные проблемы физического воспитания в условиях домов-интернатов / Ю. В. Гапонёнок // Актуальные проблемы физической реабилитации и эрготерапии : материалы Междунар. научн.-практ. конф., посвящ. 25-летию кафедры физической реабилитации, Минск, 29 марта 2018 г. / Белорус. гос. ун-т физ. культуры ; под общ. ред. Т. Д. Поляковой, М. Д. Панковой. – Минск : БГУФК, 2018. – С. 45–48.
2. Гапонёнок, Ю. В. Объективизация оценки психоэмоционального состояния детей с церебральной патологией / Ю. В. Гапонёнок // Физическая культура, спорт и здоровье в современном обществе : сб. науч. ст. Всероссийск. с междунар. участием науч.-практ. конф., Воронеж, 8–9 октября 2019 г. – Воронеж : Научная книга, 2019. – С. 451–454.
3. Лисовская, Т. В. Педагогические основы воспитания и обучения детей с тяжелыми множественными психофизическими нарушениями : пособие : в 2 ч. / Т. В. Лисовская, Т. В. Сидорко, М. Е. Скивицкая ; под ред. Т. В. Лисовской. – Гродно : ГрГУ, 2015. – Ч. 1. – 70 с.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа : 16.02.2016.
5. Организация паллиативной помощи детям в Республике Беларусь : учеб.-метод. пособие / А. Г. Горчакова [и др.] ; под ред. Н. Н. Саввы. – Минск : БелМАПО, 2011. – 23 с.
6. Ростомашвили, Л. Н. Адаптивное физическое воспитание детей со сложными нарушениями развития : учеб. пособие / Л. Н. Ростомашвили. – М. : Советский спорт, 2009. – 224 с.

УДК 796.015.5:796.02+796.01:612:76

СОТСКИЙ Николай Борисович, д-р пед. наук, доцент*Белорусский государственный университет физической культуры,
Минск, Республика Беларусь*

ВОЗМОЖНОСТИ ТРЕНИРОВКИ МЫШЦ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОСАНКИ И УПРАВЛЯЮЩИХ ДВИЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ФРИКЦИОННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

В статье анализируются возможности силовой тренировки мышц, обеспечивающих основные биомеханико-педагогические составляющие физических упражнений – элементы осанки и управляющие движения. Показаны системные недостатки существующих тренажерных систем при их использовании в указанном направлении, рассмотрено и предложено новое направление развития технических средств тренировки на основе использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы, позволяющих осуществлять тренировку мышц с сохранением координации их напряжений, характерных для реальных пространственных двигательных действий и для спортивных упражнений.

Ключевые слова: силовая тренировка; тренажер; фрикционные силы.

POSSIBILITIES OF MUSCLE TRAINING TO ENSURE EXECUTION OF POSTURE ELEMENTS AND CONTROL MOVEMENTS BASED ON FRICTION SIMULATORS

The possibilities of muscles strength training providing the main biomechanical-pedagogical components of physical exercises – posture elements and control movements – are analyzed in the article. System disadvantages of the existing simulators used for these purposes are shown; a new direction for technical training means development is considered and proposed based on the use of friction simulators with many degrees of freedom, which allows to train muscles maintaining their stresses coordination characteristic of real spatial motor actions specific to sports exercises.

Keywords: strength training; simulator; frictional forces.

Введение. В ходе жизнедеятельности человека важнейшее значение имеют двигательные возможности рук. Они необходимы для успешного осуществления физического труда и решения повседневных бытовых вопросов, но особенно ярко требования к мышцам рук проявляются при осуществлении спортивных движений.

Руки у человека выполняют самые разнообразные функции и сложно представить такой вид деятельности, где эффективные действия рук не имеют решающего значения. В большинстве видов спорта рукам и действиям руками придается особое значение. Это – захват при выполнении технико-тактических действий в спортивной борьбе, управле-

ние различными спортивными снарядами (ядро, копье, ракетка, клюшка и т. д.), амортизация внешних усилий, возникающих при взаимодействии с внешними предметами (отражение ударов вратарями, бокс, столкновения в контактных играх и др.).

Действия суставов при выполнении двигательных действий разделяется на две основные группы. Это – элементы осанки (элементы динамической осанки по В.Т. Назарову [1, 2]) и управляющие движения в суставах. Первые создают из опорно-двигательного аппарата человека надежную механическую конструкцию для выполнения двигательного действия, а вторые – являются внешним проявлением механической энергии, источником которой являются биохимические процессы, происходящие в организме. Осуществление указанных составляющих обеспечивается действием мышц. При этом для элементов осанки требуется режим, ограничивающий изменение суставных углов (уступающий или изометрический), а при выполнении управляющих движений – преодолевающий.

Оба типа составляющих являются обязательными элементами двигательного действия. Однако чаще всего на виду оказываются именно суставные движения в связи с их заметностью. Элементы осанки сначала остаются несколько в стороне и обращают на себя внимание, когда физическое упражнение не получается.

Осуществление элементов осанки происходит в условиях воздействия внешних сил переменного характера, стремящихся нарушить зафиксированное положение суставного угла. При этом силы имеют достаточно сложный характер. Это силы тяжести, мышечной тяги, силы инерционного типа, имеющие для вращательных движений в суставах

четыре разновидности в зависимости от характера выполняемого упражнения и освоение элементов осанки, представляет собой очень важную, иногда сложную, но обязательную в процессе обучения задачу.

Выполнение элементов осанки осуществляется благодаря действиям соответствующих мышечных групп, обеспечивающих суставные движения и для эффективного выполнения двигательных действий в реальных соревновательных условиях они должны иметь существенный запас силовых возможностей, достигаемый соответствующей тренировкой. Кроме этого важное значение имеет работа над элементами осанки в отношении профилактики травм, возникающих как раз при недостаточности силового обеспечения фиксации сустава на фоне действия значительных внешних сил.

Тренировка элементов осанки и управляющих движений должна происходить с учетом предстоящей реальной работы соответствующих сочленений. В основе такой тренировки лежит сформулированный Ю.В. Верхошанским [3] принцип динамического соответствия, согласно которому специальные силовые упражнения в отношении суставных мышц должны быть эквивалентны реальным движениям по группам мышц, амплитуде, динамике проявления мышечной силы, скорости и некоторым другим характеристикам.

Если применить указанный принцип к действиям в суставах рук, то можно отметить, что лучезапястные суставы и суставы пальцев рук в большинстве случаев работают в изометрическом или уступающем режимах. Именно такой режим должен лежать в основе их специфической силовой тренировки.

Традиционная тренировка статического или уступающего режимов работы мышц включает ограниченное число средств. В основном здесь используется выполнение самих соревновательных упражнений с отягощениями, упражнения со свободными весами, тренажерные тренировки.

В первом случае имеет место очевидное несоответствие динамических характеристик упражнения и соревновательного движения из-за изменения масс-инерционных характеристик опорно-двигательного аппарата исполнителя и соответствующего изменения динамики мышечных усилий.

В случае свободных весов объективному управлению характеристиками упражнения препятствуют существенные инерционные добавки и необходимость рассеивания механической энергии через опорно-двигательный аппарат при выполнении серии упражнений.

При выполнении специфических упражнений на стационарных тренажерах, к проблемам инерционности и рассеивания энергии добавляется пространственная линейность преодолеваемой нагрузки. В естественных условиях для выполнения прямолинейного движения звена тела одни мышцы выделяют это направление (элементы осанки), а другие обеспечивают движение. Конструкция стационарных устройств конструктивно устраняет необходимость выполнения элементов осанки. Их роль берет на себя конструкция. В результате имеет место рассогласованность координации мышечных напряжений, по сравнению с имеющими место в реальном двигательном действии.

Таким образом, для эффективной тренировки мышц, обеспечивающих реализацию элементов осанки, актуальным направлением представляется

разработка технических устройств, создающих нагрузку пространственного характера, имеющих незначительные массы перемещаемых деталей и эффективно рассеивающие механическую энергию через элементы своей конструкции.

Цель настоящей работы – анализ возможностей эффективной тренировки мышц рук, обеспечивающих осуществление элементов осанки на основе использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы.

Методология исследования включает в себя анализ литературы, качественный биомеханический анализ и обобщение собственного педагогического опыта по использованию указанной тренажерной технологии.

Результаты исследования. Качественный биомеханический анализ движений в суставах рук показывает, что в большинстве видов спорта, где действия руками придается важнейшее значение, имеются четко выраженные особенности. Так действия в суставах пальцев рук и в лучезапястных суставах, как было сказано выше, очень часто имеют ясно выраженный статический или уступающий характер. Эффективная работа указанных сочленений является обязательным элементом в большом количестве различных других выполнения двигательных действий в спорте и повседневной жизни.

Тренировка мышц, обеспечивающих ограничения подвижности в определенных суставах на фоне изменяющегося силового поля, представляет собой задачу, для которой существует небольшой традиционный арсенал средств решения. Основной проблемой здесь является необходимость создания внешних усилий, которые должны стремиться нарушить выполнение элементов осанки.

Для этих целей можно использовать существующее тренажерное оборудование, однако здесь тренировочной нагрузке подвергается, как правило, одна степень свободы в каждом суставе, а мышцы, обеспечивающие выделение такого направления вообще не работают, поскольку эти функции берет на себя конструкция устройства. Иными словами, при такой тренировке, на наш взгляд, создается чрезмерная искусственность тренируемого движения, что, в конечном счете, не отвечает принципу динамического соответствия [4] и не может обоснованно относиться к вариантам специальной силовой тренировки. Эту проблему, которую можно назвать проблемой пространственности, очень сложно решить на основе использования традиционных средств создания тренировочного сопротивления в ходе силовой тренировки.

Если, к примеру, рассмотреть кисть руки, выполняющую удар в теннисе или атакующее действие в фехтовании, то она осуществляется под контролем одновременно шести основных характеристик. Это – перемещения вдоль трех координатных осей (3 степени свободы) и осуществление трех вращательных движений (еще 3 степени свободы) и чтобы одновременно их нагрузить, необходимо не линейное или даже не плоское силовое поле, а пространственное распределение тренировочного сопротивления (3D-поле).

Традиционно при тренировке мышц, обеспечивающих пространственные движения, используются свободные веса. Здесь основной силой, создающей тренировочную нагрузку, считается сила тяжести, действие которой, как известно, направлено вертикально вниз, что создает проблему пространственной линейности, описанную выше. Кроме этого,

при планировании такой тренировки не учитываются инерционные силы, которые зависят от ускорения груза и при быстрых движениях могут существенно превышать силу тяжести [5]. Другой важной проблемой здесь является необходимость рассеивания механической энергии, циркулирующей в ходе выполнения упражнений. Например, чтобы десять раз поднять груз, необходимо его девять раз опустить в исходное положение, что также нарушает соответствие структуры упражнения реальным условиям.

В итоге можно отметить, что использование свободных весов не в полной мере позволяет обеспечить специфическую тренировку мышц для сложных пространственных движений, хотя в определенной степени и обеспечивает нагрузкой мышцы, отвечающие за выполнение элементов осанки. Такое же заключение можно сделать и в отношении технических устройств, использующих преодоление сил упругости. Здесь в значительной мере снижаются инерционные силы, однако сопротивление, как и в случае подъема отягощения, имеет пространственно-линейный характер. Кроме этого неестественным для движений человека является увеличение силы сопротивления по мере деформирования упругого элемента и, наконец, как и в случае свободных весов, существует проблема рассеивания механической энергии, накапливаемой упругим элементом.

В сложившейся ситуации выходом является использование диссипативных сил (трение, вязкость). Особенностью силы трения является ее удобная контролируемость, отсутствие необходимости массивных перемещаемых элементов, что существенно снижает инерционные добавки и автоматически рассеивает механическую энергию с ее переводом в тепло.

В отношении других полезных особенностей этой силы следует отметить ее практическую независимость от амплитуды движения и скорости при неограниченной величине преодолеваемого усилия (в зависимости от степени взаимного прижима перемещаемых поверхностей).

Традиционно трение используется для задания тренировочной нагрузки в устройствах для тестирования работоспособности (велозерометры и другие аналогичные устройства). Как и в рассмотренных выше тренажерных системах, традиционно нагрузкой обеспечивается только одна вращательная степень свободы, и использовать такие устройства в силовой тренировке мышц, обеспечивающих сложные пространственные движения, в частности, действия руками проблематично.

Устройства, использующие вязкое сопротивление, также не отличаются обеспечением нагрузки пространственного характера. Кроме этого, задаваемое сопротивление в значительной мере зависит от скорости, что, несомненно, хорошо для водных видов спорта (гребля, плавание), но не соответствует упражнениям, выполняемым в условиях твердой опоры.

Приведенные рассуждения позволяют сделать вывод о том, что использование сухого трения имеет большую перспективу в отношении обеспечения эффективной тренировочной нагрузки. При этом единственная проблема здесь – создание управляемого трехмерного поля таких сил, что позволило бы тренировать мышцы, обеспечивающие сложные пространственные движения в условиях, приближенных к реальным с сохранением координации мышечных напряжений. В такой ситуации естественным образом тренируются не только управляющие движения, но и элементы осанки, о которых речь шла в начале статьи.

Принципиальное решение указанной проблемы было осуществлено нами в ходе научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, позволивших создать оригинальное пространственное поле сил трения. Это было достигнуто использованием конструкции-имитатора биокинематической цепи человека, включающей, как минимум, три твердых звена, соединенных сферическими шарнирами с регулировкой степени зажима шарниров и, соответственно, сопротивления изменению их конфигурации [6–8].

Пример такого устройства приведен на рисунке. Это тренажер, который получил название «Бизон», представляет собой конструкцию, состоящую из двух удерживающих колец (1), двух шаров (2), двух стержней с рукоятками (3, 4), соединительной резьбовой втулки (5), двух фрикционных элементов (6), двух контргайк (7) и двух фиксаторов положения удерживающих колец, выполненных в виде скобы (8).

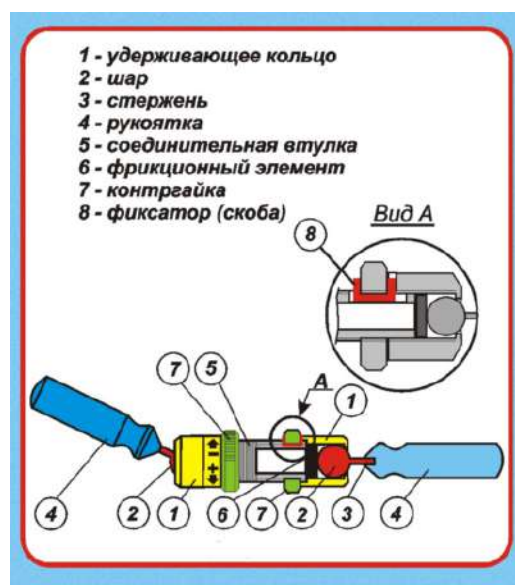


Рисунок – Схема типового фрикционного тренажера со многими степенями свободы

Представленное устройство имеет 12 степеней свободы, 6 из которых связаны с перемещением тренажера как целого в пространстве (3 поступательные и 3 вращательные) и 6 степеней, связаны с движениями рукояток в шарнирах. В результате обеспечиваемое в ходе тренировки тренировочное сопротивление характеризуется пространственным характером, а его регулировка может осуществляться в широких пределах изменением степени зажима шарниров.

Во время выполнения тренировочных упражнений занимающийся устанавливает нагрузку и производит как изменение конфигурации устройства движениями в шарнирах, так и его перемещение по различным пространственным траекториям. Потенциальное число различных упражнений, которые можно выполнить с использованием предложенного фрикционного тренажера составляет число 12, что соответствует произведению целых чисел от 12 до 1.

Следует отметить, что конструкция успешно решает вопрос тренировки мышц, обеспечивающих выполнение элементов осанки, относящихся к движениям рук. Так, в большинстве двигательных действий человека плечевые и локтевые суставы выполняют управляющие движения, а лучезапястные суставы и суставы пальцев, как правило, ограничивают свою подвижность, обеспечивая выполнение элементов осанки (захват ракетки, клюшки, амортизация падения, обеспечение ударного действия и т. д.). Именно такой режим достигается при выполнении тренировочных движений при использовании фрикционных трена-

жеров со многими степенями свободы. При этом следует отметить возможность обеспечения необходимой координации мышечных усилий при надлежащем методическом построении учебно-педагогического процесса.

Заключение. В результате анализа существующих тренажерных технологий установлено, что основными проблемами, затрудняющими организацию специальной силовой тренировки мышц, обеспечивающих выполнение сложных пространственных движений, являются пространственная одномерность силового сопротивления, неконтролируемые инерционные силовые добавки и необходимость рассеивания механической энергии.

Решение указанных проблем может быть осуществлено на основе использования диссипативных сил, в частности сил трения, которые позволяют существенно снизить инерционность перемещаемых частей устройств, обеспечить эффективное рассеивание механической энергии путем перевода ее в тепло и создать пространственное поле сил сопротивления на основе механических конструкций, аналогичных биокинематическим цепям тела человека.

В результате научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ было создано семейство фрикционных тренажеров со многими степенями свободы, обладающее указанными свойствами, и позволяющее эффективно тренировать мышцы, обеспечивающие сложные пространственные движения человека с сохранением координации мышечных напряжений.

1. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск : Полымя, 1984. – 176 с.
2. Сотский, Н. Б. Биомеханика : учеб. для студентов специальности «спортивно-педагогическая деятельность» / Н. Б. Сотский. – Минск : БГУФК, 2005. – 192 с.
3. Верхошанский, Ю. В. Основы специальной физической подготовки спортсменов / Ю. В. Верхошанский. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 330 с.
4. Сотский, Н. Б. Концептуальная модель силовой тренировки на основе использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы / Н. Б. Сотский // Мир спорта. – 2018. – № 3. – С. 27–32.

5. Сотский, Н. Б. Инерционные силы как важнейший аспект дозирования силовой тренировки / С. К. Якубович, Н. Б. Сотский // *Бъдещето въпроси от света на науката* – 2012 : материали за VIII Международна научна практична конференция, София, 17–25 декември, 2012. – Том 38. Физика. Физическа култура и спорт / «Бял ГРАД-БГ» ООД ; ред. М. Т. Петков. – София : «Бял ГРАД-БГ» ООД, 2012. – Т. 38. – С. 61–65. (Перспективные вопросы мировой науки).

6. Сотский, Н. Б. Фрикционные тренажеры со многими степенями свободы : кинематика и динамика (теоретический аспект) / Н. Б. Сотский // *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка. Сер. Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт ; гол. ред. М. О. Носко.* – Чернігів, 2015. – Вип. 129. – Т. 2. – С. 63–67.

7. Устройство для тренировки мышц : пат. 1556692 РФ : МПК [7] A63B 23/12 / Н. Б. Сотский, Г. П. Вальчук, А. С. Скуратович ; дата публ. : 15. 12.1987.

8. Устройство для тренировки мышц : Евразийский пат. 014200 МПК [7] A63B 21/012 / Н. Б. Сотский ; дата публ. : 20.10.2009.

УДК 796.015.68+612.1

ТРИФОНОВ Владимир Васильевич, канд. биол. наук, доцент

*Могилевский институт МВД,
Могилев, Республика Беларусь*

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ И ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОРТОСТАТИЧЕСКОЙ ПРОБЫ В ВЫЯВЛЕНИИ НАРУШЕНИЯ РЕГУЛЯЦИИ КРОВООБРАЩЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ С ВЫСОКИМ УРОВНЕМ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

Статья посвящена изучению динамики показателей системного кровообращения у спортсменов со стойким повышением уровня артериального давления крови в ответ на выполнение ортостатической пробы. У испытуемых отмечен высокий тонус венозных сосудов. Показано, что уменьшение артериального давления крови у обследуемых в положении лежа обусловлено сопряженными изменениями тонического напряжения стенок как венозных, так и артериальных сосудов и связано со стабилизацией давления крови в микрогемодикуляторном русле.

Особенностью реакции системного кровообращения у спортсменов с артериальной гипертензией на ортостатическое воздействие является повышение уровня артериального давления крови. Обосновано прогностическое и диагностическое значение применения ортостатической пробы в выявлении нарушения регуляции работы сердечно-сосудистой системы как у спортсменов, так и у лиц, не занимающихся спортом.

Ключевые слова: ортостатическая проба; спортсмены; системное кровообращение; артериальное давление крови; артериальная гипертензия; давление крови в микрососудах.

DIAGNOSTIC AND PROGNOSTIC VALUE OF ORTHOSTATIC TEST IN DETECTING CIRCULATORY DISORDERS IN ATHLETES WITH HIGH BLOOD PRESSURE

The article is devoted to the study of the dynamics of systemic blood circulation indicators in athletes with a persistent increase in blood pressure in response to orthostatic test. The subjects showed a high venous vascular tone. It is shown that the decrease in blood pressure in subjects in the supine position is due to associated changes in the tonic tension of the walls of both venous and arterial vessels and is associated with the blood pressure stabilization in the microhemocirculatory bed.

A peculiarity of the systemic circulation response in athletes with arterial hypertension to orthostatic exposure is an increase in blood pressure. The prognostic and diagnostic value of orthostatic test in detecting of the cardiovascular system dysregulation, both in athletes and in persons not engaged in sports, is proved.

Keywords: orthostatic test; athletes; systemic circulation; blood pressure; arterial hypertension; blood pressure in microvessels.