

Министерство образования Республики Беларусь
Министерство спорта и туризма Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сборник статей
(материалы II Международной
научно-технической конференции)



Минск
БНТУ
2012

Министерство образования Республики Беларусь
Министерство спорта и туризма Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сборник статей
(материалы II Международной
научно-технической конференции)

Минск
БНТУ
2012

УДК 796 02:001.895(06)

~~ББК 75.48я43~~

С 66

Редакционная коллегия:

д-р пед. наук, проф. *И.В. Бельский*;
канд. пед. наук, доц. *В.Е. Васюк*;
канд. пед. наук, доц. *Н.А. Парамонова*;
канд. пед. наук, доц. *П.Г. Сыманович*;
канд. пед. наук, доц. *С.Г. Ковель* (отв. секретарь)

Рецензенты:

д-р пед. наук, проф. кафедры легкой атлетики Белорусского
государственного университета физической культуры
Е.И. Иванченко;
канд. тех. наук, доц. кафедры электронной техники и технологии Белорус-
ского государственного университета радиозлектроники
и информатики *М.В. Давыдов*

В сборник включены материалы второй Международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности». В представленных статьях обобщен опыт работы по техническому обеспечению тренировочного процесса, рассматриваются вопросы применения устройств и тренажеров в лечебной физической культуре, а также при восстановлении и реабилитации лиц, занимающихся физической культурой и спортом.

Материалы сборника адресованы научным работникам, преподавателям вузов, аспирантам, тренерам, специалистам, занимающимся разработкой технических средств и инновационных технологий в сфере физической культуры и спорта.

ISBN 978-985-550-103-0

© Белорусский национальный
технический университет, 2012

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 531/534:57+61

Диагностические возможности миометрии для прогнозирования утомления скелетных мышц при выполнении тренировочных упражнений

Шилько С.В.¹, канд. техн. наук, доцент,

Черноус Д.А.¹, канд. техн. наук, доцент

Плескачевский Ю.М.², д-р техн. наук, чл.-корр. НАН Беларуси

¹ГНУ ИММС им. В.А. Белого НАН Беларуси, Гомель, Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Прогнозирование утомления скелетных мышц необходимо для назначения эффективного и атравматичного режима тренировок спортсменов. В этой связи востребованы технические средства быстрой и неинвазивной диагностики текущего состояния мышц, которые характеризуются генерируемым усилием, скоростью сокращения, эластичностью мышцы и работой, совершаемой при мышечном сокращении.

Для расширения возможностей миометрии, используемой для диагностики состояния мышц спортсменов, авторами разработана биомеханическая модель процесса утомления скелетной мышцы. Функционирование сократительного элемента модели мышцы осуществляется на основе эмпирического уравнения Хилла [1]. Показано, что результаты использования предложенного подхода практически совпадают с расчетными оценками, полученными в рамках значительно более сложной гипотезы «скользящих нитей» [2]. Учет вязкости материалов мышечной ткани позволил уточнить расчетную оценку скорости выделения энергии при сокращении мышцы. Установлено, что инерционные силы и неоднородность распределения напряжений по длине мышечного волокна не оказывают сколь либо заметного влияния на кинематические и силовые параметры скелетных мышц человека. Определена математическая связь между параметрами разработанной модели и характеристиками актомиозинового взаимодействия в мышце. В

рамках разработанной модели комплексно учитываются упругость и вязкость мышечной ткани, разнородность моноволокон в мышце и процесс накопления утомления.

Одно из преимуществ разработанной модели состоит в возможности идентификации исходных параметров по данным миометрических измерений и результатам стандартных испытаний мышц на изотоническое сокращение. Так, значения вязкоупругих характеристик скелетных мышц были определены путем обработки данных, полученных в НИЛ физической культуры и спорта ГГУ им. Ф.Скорины при миометрической диагностике членов сборной команды Республики Беларусь по гребле на байдарках и каноэ прибором «Миометр UT98-01» [3]. Установлено, что значение мгновенного модуля упругости мышечной ткани изменяется в пределах от 45 кПа (трехглавая мышца плеча) до 14 кПа (мышцы брюшного пресса). Время релаксации составило от 70 мс (наружные косые мышцы живота) до 25 мс (трапециевидные мышцы).

Регистрируя изменение миометрических показаний в ходе выполнения физических упражнений, можно определить значение показателя, введенного в работе [4], характеризующего утомление в мышце. Показано, что снижение эффективности работы скелетной мышцы с ростом количества выполняемых упражнений может быть описано экспоненциальной функцией, показатель которой непосредственно интерпретируется, как коэффициент утомления. В качестве примера использования данной методики идентификации был определен коэффициент утомления для икроножной мышцы спортсмена-легкоатлета при выполнении упражнения по подъему на стопе. Установлено, что введенный в модели коэффициент утомления составляет 0,45.

Для идентификации параметров, характеризующих поведение сократительного элемента, использованы известные из литературы экспериментальные зависимости установившейся скорости изотонического сокращения v от нагрузки P на мышцу [2]. При анализе данных зависимостей удастся установить не только параметры уравнения Хилла, но и характеристику вязкости мышечной ткани. На примере портняжной мышцы показано, что значение времени релаксации, определенное по данным миометрических измерений на приборе «Миометр UT98-01»,

практически совпадает с соответствующим значением, определенным при аппроксимации зависимости $v(P)$.

В рамках разработанной модели скелетная мышца рассматривается как система, состоящая из множества моноволокон различной длины и конфигурации. Предложен и апробирован метод идентификации параметров распределения по длине моноволокон в мышце. Данный метод подразумевает получение и анализ экспериментальной диаграммы растяжения исследуемой мышцы в пассивном состоянии. В результате использования модели было показано, что именно учет крутки мышечных волокон позволяет адекватно описать начальные стадии изотонического сокращения и изометрической активации скелетной мышцы [4]. При этом удастся получить приемлемую расчетную оценку времени «запаздывания» процесса сокращения.

Разработанная модель была использована для расчета функциональных параметров мышц при циклической активации, соответствующей выполнению различных физических упражнений и вибростимуляции [5]. Получены зависимости амплитуды сокращения, генерируемой силы, общей затраченной энергии и совершенной механической работы от времени и частоты возбуждения. Установлен нелинейный характер возрастания скорости выделения энергии в мышце с увеличением количества циклов активации. Показано, что определяющее влияние на величину необходимой для реализации требуемого режима сокращения мощности оказывают реономные характеристики материала мышечной ткани.

При относительно высоких значениях времени релаксации (выше 50 мс) обнаруживается явление снижения необходимой затрачиваемой мощности на первых циклах выполнения упражнения. Установлено, что при прочих равных условиях скорость сокращения тем меньше, чем больше время релаксации биоматериала. К снижению скорости сокращения также приводит утомление мышцы. При большом (более 20) числе циклов активации значение необходимой мощности значительно возрастает, что обусловлено накоплением утомления. Показано, что принятая в рамках разработанной модели гипотеза о пропорциональном уменьшении максимальной силы, генерируемой

мышцей, с ростом общей затраченной энергии позволяет количественно оценить влияние утомления мышцы на кинематику описываемого циклического процесса. Обоснована необходимость учета конфигурации (разнодлиности, скрученности и разнонаправленности) мышечных моноволокон для адекватного описания процесса восстановления размеров и функциональных параметров мышцы после завершения процесса циклической активизации.

Таким образом, разработана и апробирована методика описания и прогнозирования кинематических, силовых и энергетических параметров функционирования скелетных мышц человека с учетом утомления. Характеристики мышцы определяются по результатам миометрии методом динамического контактного индентирования в режиме *in vivo*. Разработанный подход позволяет разработать миометры с расширенными функциями для оптимизации тренировочного процесса и реабилитации спортсменов.

1. Hill, A.V. First and last experiments in muscle mechanics / A.V. Hill.– Cambridge, 1970. – 141 p.

2. Дещеревский, В.И. Математические модели мышечного сокращения / В. И. Дещеревский ; АН СССР, Ин-т биол. физики ; под ред. акад. Г. М. Франка. - М. : Наука, 1977. - 160 с.

3. Miometer UT 98-01. University of Tarty, 2002 – 49 p.

4. Shilko, S.V. Nonlinear deformation of skeletal muscles in a passive state and in isotonic contraction / S.V. Shilko, D.A. Chernous, Yu.M. Pleskachevsky // Mechanics of Composite Materials. – 2012. – Vol. 48. – № 3. – P. 331-342.

5. Плескачевский, Ю.М. Оптимизация тренировочного процесса и реабилитации спортсменов на основе динамической контактной диагностики скелетных мышц / Ю.М. Плескачевский [и др.] // Тез. МНК Россия-Беларусь-Сколково : единое иннов. пространство РБС 2012. – Минск, 19 сент. 2012. – С. 124-125.

Локальная криотерапия в спорте высших достижений

Левин М.Л., канд. техн. наук¹, Лосицкий Е.А.²

Крючок В.Г., д-р мед. наук, профессор³

¹*Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН
Беларуси, Минск, Беларусь*

²*Республиканский центр спортивной медицины, Минск, Беларусь*

³*Белорусский государственный медицинский университет
Минск, Беларусь*

Рост тренировочных и соревновательных нагрузок предъявляет повышенные требования к функциональному состоянию организма спортсменов высокой квалификации. Повышающиеся психоэмоциональные и физические нагрузки спортсменов достигая критического уровня, могут привести к срыву адаптационных механизмов и развитию различных патологических состояний. Совершенно очевидно, что сегодня невозможно достичь высоких результатов только за счет увеличения объема и интенсивности нагрузок. Поэтому восстановление функционального состояния организма и его физической работоспособности после проделанной работы имеет большое значение в спорте.

По мере роста уровня тренированности спортсмену для обеспечения функционального совершенствования организма и достижения нового, более высокого уровня функционирования требуются все возрастающие физические нагрузки. Их повышение обеспечивает структурное и функциональное совершенствование кардиореспираторной и нервной систем, создания запаса энергии, что приводит, в свою очередь, к увеличению потенциальных возможностей организма и его функциональных резервов. Однако это возможно лишь при соблюдении эффективной восстановительной системы. Чем быстрее восстанавливается организм после физических нагрузок, тем больше возможностей для выполнения последующей работы, и, следовательно, тем выше его функциональные возможности и работоспособность.

Поэтому разработка и внедрение новых немедикаментозных методов восстановления и повышения функциональных возможностей спортсменов является актуальной задачей [1, 2, 3].

В связи с этим понятен интерес тренеров и спортсменов к использованию физических факторов не только в спортивной медицине, но и в тренировочных занятиях.

В настоящее время предложен целый ряд методов и технологий воздействия физическими факторами на течение адаптационных и восстановительных процессов в организме спортсмена, которые могут с успехом применяться как на разных этапах подготовительного периода тренировочного цикла, так и во время соревнований [4].

Популярность физических факторов в восстановительном процессе обусловлена различием в механизме влияния последних на организм спортсмена и позволяет при дифференцированном их применении направленно влиять на наиболее «утомленные» системы, на процессы регуляции определенных функций или на организм в целом. При необходимости снятия мышечного утомления, возникающего в процессе тренировки, могут применяться методики локального воздействия электромагнитного поля СВЧ и синусоидальных модулированных токов.

Одним из методов лечения и профилактики является метод криогенной физиотерапии, основанный на стимулирующем воздействии хладагента на тело человека. Для изучения влияния этого метода на организм спортсменов на базе Республиканского центра спортивной медицины были проведены исследования с участием представителей (мужчины и женщины - кандидаты в мастера спорта, мастера спорта и мастера спорта международного класса в возрастном диапазоне от 16 до 28 лет) скоростно-силовых, циклических и игровых видов спорта.

После клинического, лабораторного обследования, спортсменов включали в протокол исследования. Наряду с оценкой физического развития определение функционального состояния у спортсменов осуществляли на программно-аппаратном комплексе «ОМЕГА-С» до и после процедур локальной аэрокриотерапии (ЛАКТ), через 10 дней, 1 месяц.

Методика локальной аэрокриотерапии: кожу пациента в области проекции точек акупунктуры охлаждали при помощи установки для

локальной криотерапии струей криоагента с расстояния 2 – 4 см от сопла с регулируемой объемной скоростью потока от 350 до 1500 л/мин (9 режимов скорости) и рабочей температурой по паспорту - 40 °С. Для направления охлаждающего потока на целевую биоткань на конце воздуховода применяли специальные сопла. Критерием максимальной достаточности явилось появление в области воздействия струи криоагента белого ишемического пятна.

Воздействие локальной аэрокриотерапии проводили от аппарата «Криоджет» С200 на дистальные точки акупунктуры конечностей - (Хэ-Гу, Цуй-чи 11 G1, Цзу-сан-ли 36 E, Сянь-гу 43 E) по специальному алгоритму [5], ежедневно. Курс составил 8 – 10 процедур, ежедневно.

Показатели функционального состояния спортсменов, полученные программно-аппаратным комплексом «ОМЕГА-С» до проведения курса аэролокальной криотерапии, и непосредственно после его окончания, через 10 дней и 1 месяц свидетельствуют о повышении уровня адаптации к физической нагрузке, тренированности, энергетического обеспечения, повышении интегрального показателя спортивной формы, улучшении психо-эмоционального состояния (повысились уровень и резервы саморегуляции мозга, причем повышение резервов саморегуляции у женщин носило достоверный характер, $p < 0,05$) и сна.

Показатели функционального состояния спортсменов (мужчин и женщин) до и после курса локальной аэрокриотерапии представлены в таблице. Можно отметить, что и через один месяц после окончания курса показатели функционального состояния спортсменов находятся на уровне выше их начального состояния до прохождения курса (в скобках указаны величина прироста в процентах по сравнению с исходными до курса локальной аэрокриотерапии).

Реологические свойства крови оказывают значительное влияние на величину сопротивления току крови, в особенности периферической кровеносной системы, что сказывается на работе сердечно-сосудистой системы, и, в конечном счете, на скорости обменных процессов в тканях спортсменов.

Известно, что кровь представляет собой концентрированную суспензию форменных элементов, главным образом, эритроцитов,

лейкоцитов и тромбоцитов в плазме, а плазма, в свою очередь, является коллоидной суспензией белков, из которых наибольшее значение для рассматриваемой проблемы имеют: сывороточные альбумин ($c = 4,5\%$, м.в. = 62500) и глобулин ($c=2,5\%$, м. в = $35 \cdot 10^3 - 10^6$), а также фибриноген ($c = 0,3\%$, м.в = 330000). Воздействие локальной аэрокриотерапии проводили от аппарата «Криоджет» С200 на дистальные точки акупунктуры конечностей - (Хэ-Гу, Цуй-чи 11 G1, Цзу-сан-ли 36 E, Сянь-гу 43 E) в соответствии с рекомендациями [6], ежедневно. Курс составил 8 – 10 процедур, ежедневно.

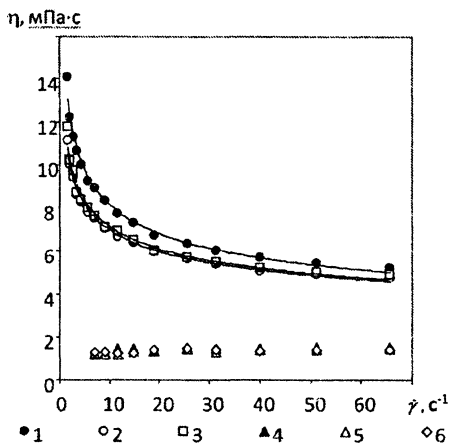
Таблица - Показатели функционального состояния спортсменов до и после курса локальной аэрокриотерапии

Показатель	До курса		После курса		Через 1 месяц после курса	
	Муж	Жен	Муж	Жен	Муж	Жен
PWC ₁₇₀ , кгм/мин/кг	19.55 ±3.31	12.94 ±3.77	21.85 ± 4.02 (+10,53%)	15.73 ± 3.51 (+17,74)	20.42 ± 3.81 (+4,26%)	13.74 ± 3.60 (+5,82%)
МПК, мл/мин/кг	40.06 ±3.41	38.42 ±2.57	43.47 ± 3.13 (+7,84%)	40.11 ± 2.21 (+4,21%)	41.31 ± 3.28 (3,0%)	39.02 ± 2.37 (1,54%)
Метабо- лический индекс	0.0323 ± 0.0037	0.0031 ± 0.00038	0.0365 ±0.0041 (+11,51%)	0.0033 ±0.00051 (+6,06%)	0.034 ±0.0039 (5,0%)	0.0032 ±0.00044 (3,12%)

Поскольку значение показателя гематокрита варьировалось в диапазоне $Ht = (33 \div 47,4) \%$, то для единообразного сопоставления полученных значений данные по z для крови приводились к единому стандартному показателю гематокрита ($Ht = 45 \%$). Функциональная зависимость z от Ht в диапазоне исследуемых значений показателя гематокрита (30,50) %, как показано в [7], подчиняется линейному закону. Типичные кривые вязкости крови и плазмы для спортсменов в процессе ЛАКТ представлены на рисунке.

Исследование реологических показателей крови до и после курса локальной аэрокриотерапии выявило снижения вязкости цельной крови после курса по сравнению с исходным ($p < 0,05$). Анализ кривых течения, обработанных в соответствии со степенной моделью, позволяет сделать заключение об изменении основных

параметров модели: уменьшении коэффициента консистенции и возрастании значения индекса течения. При этом не наблюдалось достоверного изменения вязкости плазмы крови [8, 9].



1 – кровь до курса, $\text{Ht}=44.3\%$; 2 – кровь после курса, $\text{Ht}=42.8\%$;
 3 – кровь через 1 месяц после курса, $\text{Ht}=42.3\%$; 4 – плазма до курса;
 5 – плазма после курса; 6 – плазма через 1 месяц после курса

Рисунок – Влияние ЛАКТ на реологические свойства крови

Анализ динамики распределения кожно-гальванической реакции, полученной с помощью аппаратно-программного комплекса NeuroDog, свидетельствует о возросшей способности спортсменов на саморегуляцию после прохождения курсов локальной аэрокриотерапии.

Выводы:

- при использовании локальной аэрокриотерапии на точки акупунктуры наблюдается тенденция к снижению аэробно-гликолитической мощности и емкости, повышение аэробной мощности, метаболической емкости, увеличение значения метаболического индекса, повышение физической работоспособности;

- локальная аэрокриотерапия способствует снижению вязкости цельной крови (при выполнении алгоритма воздействия);

- применение локальной аэрокриотерапии в тренировочном процессе способствует улучшению психо-эмоционального состояния, сна и субъективному улучшению функционального состояния спортсменов.

- при проведении курса локальной аэрокриотерапии зарегистрировано снижение показателей функционального состояния спортсменов в течение первых 3-4 процедур, затем в период проведения 4й-5й процедур показатели функционального состояния стабилизируются и ко времени окончания курса у большинства спортсменов наблюдается повышение показателей функционального состояния. Т.е. в начальной стадии курса локальной аэрокриотерапии зарегистрировано наличие феномена «функциональной ямы».

- у многих спортсменов наблюдался период последействия (дальнейшее повышение показателей функционального состояния) после окончания основного курса локальной аэрокриотерапии.

- применение локальной аэрокриотерапии можно рекомендовать в восстановительный и подготовительный периоды тренировочного цикла спортсменов высокой квалификации с целью повышения общей физической работоспособности и для профилактики перенапряжения и травматизма.

- в процессе применения локальной и общей аэрокриотерапии в соревновательный период необходимо соблюдать осторожность (феномен функциональной «ямы») и индивидуальный подход.

1. Ритм сердца у спортсменов : научное издание / ред. : Р.М. Баевский, Р.Е. Мотылянская. - М. : Физкультура и спорт, 1986. - 143 с.

2. Гемореология в акушерстве / Г.М. Савельева [и др.]. - М. : Медицина, 1986. - 224 с.

3. Ярилов С.В. Физиологические аспекты новой информационной технологии анализа биофизических сигналов и принципы технической реализации / С.В. Ярилов ; Из - во Рос. воен. - мед. Академии.- СПб., 2001. - 49 с.

4. Зубовский, Д.К. Введение в спортивную физиотерапию : монография / Д.К. Зубовский, В.С. Улащик / Бел. гос. ун-т физ. культуры.- Минск: БГУФК, 2009.- 235 с.

5. Способ повышения физической работоспособности спортсмена : пат. № 15641 Респ. Беларусь, С1 / В.Л. Драгун, М.Л. Левин, Е.А. Лосицкий, О.А. Ярошевич, В.Г. Крючок, Л.А. Малькевич, Е.В. Рысевец ; опубл. 30.04.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал.уласнасці.- 2012.- № 2.- С. 70.

6. Способ снижения вязкости крови у пациента : пат. РБ № 15343 Респ. Беларусь, С1 / В.Л. Драгун, М.Л. Левин, С.В. Виланская, С.А. Губарев, Е.А. Лосицкий, О.А. Ярошевич, В.Г. Крючок, Л.А. Малькевич, Е.В. Рысевец ; опубл. 28.02.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал.уласнасці.- 2012.- № 1.- С. 64.

7. Виланская, С.В. Реологические свойства цельной крови ревматологических больных / С.В. Виланская, В.А. Мансуров, Н.П. Мигьковская // ИФЖ. – 2000. – Т. 73, № 4. – С. 792–794.

8. Драгун, В.Л. Реологические свойства крови спортсменов в процессе общей аэрокриотерапии / В.Л. Драгун [и др.] // Научное обоснование физического воспитания, спортивной тренировки и подготовки кадров по физической культуре и спорту: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 8-10 апр. 2009 г. : в 4 т. / редкол. : М.Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУФК, 2009. - Т. 1: Медико-биологические проблемы обеспечения спорта высших достижения (зимние виды).- 2009.- Т. 1. – С. 46–51.

9. Виланская, С.В. Экспериментальное исследование влияния общей аэрокриотерапии на реологические свойства крови и плазмы спортсменов / С.В. Виланская [и др.] // Тепло- и массоперенос – 2008 : сборник научных трудов / Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова Нац. акад. наук Беларуси; науч. ред. В. Л. Драгун. — Минск : Ин-т тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2009. - С. 294–297.

**Метод SNP генотипирования как перспективное направление
развития спортивной генетики**

Никитина Е.А., канд. биол. наук,
Зачепило Т.Г., канд. биол. наук

*Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН
Санкт-Петербург, Россия*

Современный этап развития ДНК-технологий привел к использованию достижений молекулярной генетики во всех областях науки, включая спортивную. После успешной реализации многолетней международной программы «Геном человека» появилась возможность выявлять гены, тесно ассоциированные с формированием, развитием и проявлением физических качеств человека [4]. Генетические факторы наряду с эпигенетическими и средовыми играют важную роль в детерминации индивидуальных различий в проявлении физических качеств и адаптационных возможностях человека [2]. Согласно современным представлениям молекулярной генетики спорта, считается, что индивидуальные различия в степени развития тех или иных физических и психических качеств человека во многом обусловлены ДНК-полиморфизмами. В геноме человека насчитывается более 13 миллионов переменных участков, на долю которых главным образом приходится однонуклеотидные полиморфизмы (SNP) [5], сегментальные дупликации, инсерции/делеции [6] и инверсии. Однонуклеотидные ДНК-полиморфизмы, SNPs (single nucleotide polymorphisms) - это однонуклеотидные позиции в геномной ДНК, для которых в некоторой популяции имеются различные варианты последовательностей (аллели), причём редкий аллель встречается с частотой не менее 1%. Большинство SNP являются нейтральными аллельными вариантами, но некоторые из них, несомненно, функциональны и обуславливают существование различных фенотипов.

Генетическая карта физической активности включает около 240 генов, полиморфизмы которых ассоциированы с развитием и проявлением выносливости, быстроты и силы, а также связаны со

структурой скелетных мышц, тренируемостью и ограничением физической деятельности [3].

Исходя из ассоциаций генотипов и гаплотипов с фенотипическими признаками, можно выделить 10 генетических маркеров, ассоциированных со спортивной деятельностью: *ACE I* (I аллель гена ангиотензин-превращающего фермента; преобладает в группе стайеров; является маркером выносливости), *ACE D* (D аллель гена *ACE*; преобладает в группе спринтеров; маркер быстроты и силы), *ACTN3 R* (R аллель гена альфа-актинина-3; преобладает в группе спортсменов, занимающихся скоростно-силовыми видами спорта; маркер быстроты и силы), *ACTN3 X* (X аллель гена *ACTN3*; маркер выносливости), *ADRA2A 6.7 kb* (аллель гена альфа-2-адренорецептора; маркер выносливости), *AMPD1 C* (C34 аллель гена АМФ-дезаминазы; маркер выносливости), *PGC1A Gly* (Gly аллель гена 1-альфа-коактиватора гамма-рецептора, активируемого пролифераторами пероксисом; маркер выносливости), *mtDNA H* (гаплогруппа H митохондриальной ДНК; маркер выносливости), *mtDNA K* (гаплогруппа K *mtDNA*; маркер ограничения аэробной работоспособности), *mtDNA J2* (подгаплогруппа J2 *mtDNA*; маркер ограничения аэробной работоспособности) [7].

Фенотипы физической активности являются высоко полигенными [8], поэтому для создания молекулярных диагностических комплексов необходимо увеличивать объем исследований в области функциональной геномики и расширять спектр полиморфных генов, ассоциированных с физической активностью. Результаты последних исследований в области молекулярной генетики спорта значительно расширяют список генов, ассоциированных со спортивной деятельностью. Помимо отдельных аллелей, ассоциированных с предрасположенностью к спорту, необходимо выделить «связки» нескольких аллелей, или гаплогрупп, локализованных в митохондриальной ДНК или Y-хромосоме. Таким образом, к настоящему моменту существует свыше 50 генетических маркеров, сцепленных с различными фенотипами спортсменов.

Поиск полиморфных генов-кандидатов и их использование в изучении генетической предрасположенности к выполнению

различных физических нагрузок основан на знании молекулярных механизмов мышечной деятельности и предположении, что полиморфизм данного гена может повлиять на уровень метаболических процессов в организме. Значимые полиморфизмы в любых генах, вовлеченных в процессы адаптации организма к физическим нагрузкам, безусловно, могут повлиять на генетический потенциал индивида. Можно предположить, что чем больше сигнальных путей вовлечено в определенную мышечную деятельность или некоторый признак, который является важным для спорта, тем больше полиморфизмов генов определяют индивидуальные различия в степени развития фенотипа [1].

В этой связи внедрение новейших ДНК-технологий в практику спортивной науки является крайне актуальным. Основные методы SNP генотипирования представлены ниже.

1. ПДРФ (RFLP, полиморфизм длины рестрикционных фрагментов). Исторически один из самых первых методов генотипирования. Суть заключается в подборе рестриктазы (фермент, расщепляющий ДНК вблизи строго характерной для него последовательности нуклеотидов), которая узнавала бы последовательность с одним аллелем и не узнавала бы с другим. В результате после амплификации, рестрикции и электрофореза на геле наблюдаются полосы разных длин, комбинации которых соответствуют различным генотипам.

2. ПДАФ (AFLP, полиморфизм длины амплификационных фрагментов). Аналогичен RFLP, но применяется для повторов и полиморфизмов типа инсерция/делеция.

3. Аллель-специфичная амплификация с детекцией результатов электрофорезом (allele-specific PCR). Объединяет в себе множество подходов, но основная идея всех методов основана на том, что полимеразы с разной эффективностью обрабатывают полностью спаренный и неспаренный нуклеотид на 3'-конце праймера. Современная аллель-специфичная ПЦР целиком базируется на Штоффель-фрагменте Таq-полимеразы (Stoffel fragment, укороченный вариант Таq-полимеразы с отсутствующей 5'->3' экзонуклеазной активностью или аналоги), который крайне чувствителен к неспаренным нуклеотидам и достаточно избирательно амплифицирует только с полностью комплементарных праймеров.

4. Аллель-специфичная амплификация с детекцией результатов амплификатором в реальном времени (allele-specific real-time PCR, K1 ARMS PCR). Преимуществом использования амплификатора в реальном времени является отсутствие этапа электрофореза и снижение вероятности контаминации, а также уменьшение времени анализа. В отличие от FLASH-детекции данный метод не ограничен наличием в составе программного обеспечения амплификаторов модулей для детекции по конечной точке (Allelic Discrimination) и подходит практически для всех моделей амплификаторов в реальном времени.

5. Аллель-специфичные зонды (allele-specific hybridization), наборы ABI TaqMan, наборы с FLASH-детекцией. Основаны на способности полимеразы разрушать встречающиеся комплементарные олигонуклеотидные зонды (5'→3' экзонуклеазная активность). Зонд содержит флуоресцентный краситель на 5'-конце и тушитель флуоресценции на 3'-конце. Полностью комплементарный зонд (один аллель) расщепляется полимеразой, краситель высвобождается и сигнал флуоресценции, соответствующий этому аллелю, растет. Дуплекс с зондом с одним неспаренным нуклеотидом (второй аллель) имеет меньшую температуру плавления и не разрушается, а отщепляется полимеразой целиком. По отношению уровней флуоресценции от обоих зондов судят о наличии в пробе одного или другого аллеля.

6. Элонгация праймера (single-base primer extension, SBE), наборы ABI SNaPShot, MassARRAY iPLEX, минисеквенирование на биочипах, Luminex 100, Perkin-Elmer FP-TDI и др. Основан на присоединении дидезоксинуклеотида, комплементарного позиции SNP, к 3'-концу праймера и последующей детекции продукта присоединения различными методами – капиллярным электрофорезом (SNaPShot), масс-спектрометрией (MassARRAY), ДНК-микрочипами и т.д.

7. Лигирование олигонуклеотидных зондов (oligonucleotide ligation assay), наборы ABI SNPlex. При проведении этих реакций специфические ДНК- или РНК- последовательности исследуют путем использования их в качестве матрицы для ковалентного связывания двух пар олигонуклеотидных зондов. ДНК-зонды для лигирования подбирают таким образом, чтобы они были полностью

комплементарны нормальному фрагменту ДНК в области локализации мутации, причем сама нуклеотидная замена должна находиться на стыке двух праймеров. Обычно в один из зондов вводят флуоресцентную метку, а другой метят биотином. После гибридизации при строго стандартных условиях синтезированные олигонуклеотидные последовательности сшивают ДНК-лигазами из термофильных микроорганизмов. Такие ферменты работают при высоких температурах и сохраняют свою активность в условиях, необходимых для проведения денатурации молекул ДНК. При наличии мутации в тестируемой молекуле ДНК на конце одного из зондов образуется сайт некомплементарного спаривания, непосредственно примыкающий к месту лигирования. Наличие терминального неспаренного основания в смежно расположенных последовательностях ДНК-зондов резко снижает скорость лигирования, и при определенных условиях проведения реакции сшивки между зондами в этом случае не происходит. Метод включает несколько последовательных циклов гибридизации, лигирования и денатурации. Начиная со второго цикла, матричной ДНК для гибридизации зондов наряду с тестируемой пробой служат также дотированные последовательности. В дальнейшем проводят электрофоретический/капиллярный анализ меченых одонитевых фрагментов ДНК.

8. Гибридизация олигонуклеотидных зондов (Hyb Probes). Основан на тримолекулярном взаимодействии ДНК и двух зондов в области нуклеотидной замены и различий в кривых плавления.

Проведение таких генетических тестов для спортсменов и лиц, занимающихся фитнесом, позволит индивидуализировать тренировочный процесс для оптимального развития двигательных качеств и повышения мышечной массы, а также поможет сохранить здоровье на протяжении спортивной карьеры.

1. Ахметов, И.И. Анализ комбинаций генетических маркеров мышечной деятельности / И.И. Ахметов [и др.] // Генетические, психофизические и педагогические технологии подготовки спортсменов : сб. науч. тр. – СПб. – 2006. – С. 95-102.

2. Ahmetov, I.I. Genes, athlete status and training. An Overview / I.I. Ahmetov, V.A. Rogozkin // Med. Sport Sci. - 2009. - V. 54. - P. 43-71.

3. Bray, M.S. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2006-2007 update / M.S. Bray [etc.] // Med. Sci. Sports Exerc. - 2009. - V. 41 (1). - P. 35-73.

4. Druzhevskaya, A.M. Application of genetic markers for prognosis of physical performance of athletes / A.M. Druzhevskaya [etc.] // Eur. J. Hum. Genet. Suppl.1. - 2007. - V. 15. - P. 270.

5. IHMP. International Hap Map Consortium. A haplotype map of the human genome // Nature. - 2005. - V. 437. - P. 1299-1320.

6. McCarroll, S.A. Common deletion polymorphisms in the human genome / S.A. McCarroll [etc.] // Nature Genetics. - 2006. - V. 38. - P. 86-92.

7. Rankinen, T. The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: the 2005 update / T. Rankinen [etc.] // Med. Sci. Sports Exerc. - 2006. - V. 38 (11). - P. 1863-1888.

8. Williams, A.G. Similarity of polygenic profiles limits the potential for elite human physical performance / A.G. Williams, J.P. Folland // J. Physiol. - 2008. - V. 586 (1). - P. 113-121.

УДК 612.014.421

Новые технологические возможности изучения variability ритма сердца и ЭКГ в покое и при физических нагрузках

Ярмолинский В.И. канд. техн. наук, доцент
Белорусский государственный университет
Минск, Беларусь

Актуальность исследования показателей variability ритма сердца и срочной ЭКГ-диагностики подтверждается все новыми научными исследованиями, проводимыми в клинике и спортивной сфере [2-4, 8-9]. Изучение механизмов адаптации человека к сложным условиям обитания и жизнедеятельности (гипоксия, гравитационные перегрузки, невесомость, температурные перепады, глубоководные погружения, высокий радиационный фон, длительное голодание, социальная изоляция и др.), болезням, физическим нагрузкам, стрессам эмоционального происхождения, фармакологическим и информационным пробам привело к

выявлению универсальных критериев мобилизации сердечно-сосудистой системы, напряжения и перенапряжения регуляторных процессов, срыва адаптации, заболеваний сердца, его критических состояний (фибрилляции, остановки и др.) [1-11]. В числе этих критериев – показатели variability ритма сердца (ПВРС), регистрируемые в рамках принятых международных стандартов [11], измеряемые по оригинальным методикам [1, 9], а также в специфических условиях (например, при занятиях конкретными видами спорта) [3, 6]. Кроме ПВРС, реестр которых насчитывает около двух десятков показателей и индексов, широко используются статистические показатели непрерывного кардиоряда и электрокардиографические признаки (элементы ЭКГ), отражающие метаболические и электродинамические процессы в сердечной мышце.

В спортивной сфере доминируют показатели типов нарушений ритма, гипертрофии сердца, нарушений проводимости, гипоксии миокарда и др., которые указывают на неадекватные приспособительные реакции на физические нагрузки [2]. При возможности ультразвукового исследования сердца появляются дополнительные аргументы в пользу наличия или отсутствия резервов адаптации, потому комплексное кардиологическое обследование, осуществляемое в клинике или амбулаторных условиях, остается предпочтительным вариантом изучения состояния здоровья спортсмена, его адаптационных способностей. Особую ценность в выявлении преморбидных состояний несет холтеровское мониторирование ЭКГ и АД, а также нагрузочное ЭКГ стресс-тестирование, сопровождаемое, в отдельных случаях, анализом легочной вентиляции и состава выдыхаемых газов [7].

Тем не менее, два фактора остаются непреодолимыми с позиций массового кардиологического тестирования, в том числе при функциональном контроле за состоянием учащихся и студентов, спортсменов и физкультурников. Во-первых – это сложность и обременительность ряда диагностических процедур, их недоступность для непрофессионалов, высокая стоимость диагностического оборудования (цена современных систем для нагрузочного тестирования составляет от 20 тысяч до 200 тысяч долларов, время обследования занимает около 1 часа). Во-вторых, программно-технические разработки для клинической медицины 20

ориентированы, как правило, на непредельные физические нагрузки, а потому малоустойчивы к двигательным артефактам. Критерии «нормы» для высоких физических напряжений тоже пока не разработаны. Ни один врач, пожалуй, не рискнет брать на себя ответственность за глубокую трактовку нагрузочной ЭКГ или прогностическую интерпретацию ПВРС в фазе околопредельной нагрузки. Понятие «спортивное сердце» сегодня знакомо лишь узкому кругу специалистов спортивной медицины, но даже среди них проходит немало дискуссий относительно благоприятности анатомио-физиологических перестроек в сердце при нарастающем объеме тренировок. Считается, что для ответственного прогнозирования здоровья и физической работоспособности спортсмена необходимо выполнить ряд адекватных его виду деятельности нагрузочных проб, сопроводив их непрерывными электрокардиографическими и гемодинамическими измерениями (включая контроль показателей центральной и периферической гемодинамики).

Условия спортивно-соревновательной деятельности, а также некомпетентный педагогический подход к организации и проведению тренировок у молодых спортсменов, занятия ветеранов спорта, стремящихся к поддержанию ранее сложившегося имиджа, накладывают особый отпечаток на состояние гуморальной, центральной нервной и вегетативной систем их организма. Это служит причиной дополнительных энергозатрат, повышенного напряжения сердечно-сосудистой системы, и неизбежно - рисков возникновения регуляторных сбоев. Игнорирование этих факторов, наряду с генетическими предпосылками и следовыми эффектами интенсивных тренировок, ведет порой к тяжелым формам сердечно-сосудистой патологии (нагрузочной кардиомиопатии, артериальной гипертензии, устойчивым нарушениям ритма, ишемии миокарда и др.), а в известных случаях – летальному исходу.

Целью настоящей работы является создание недорогой и широко доступной системы врачебно-педагогического контроля и самоконтроля показателей работы сердца, основанной на применении передовой электроники, компьютерных технологий и разработанных алгоритмов экспресс-диагностики физического состояния человека. При проектировании нового прибора нами

использован 15-летний опыт разработки электрокардиографических электродов, производства и внедрения аппаратуры для ранней диагностики сердца и легких (приборы «Каскад», «Вектор», «Олимп», «РПГ2-05», «Уникарс» и др.). Методика и алгоритмы разрабатывались в процессе эксплуатации названных приборов на кафедре физического воспитания и спорта БГУ, в спортивных федерациях. Проект направлен преимущественно на миниатюризацию измерительного тракта, расширение функций прибора и программных приложений, обеспечение его совместимости с мобильными устройствами приема и обработки информации (ноутбук, смартфон и др.). Этот подход позволяет приблизить разработку к требованиям, изложенным нами ранее в [10]. Исполнителем проекта является ООО «Медиор» (Беларусь), инвестором – ООО «Компания «ЭЛТА» (Россия), производитель портативных глюкометров и анализаторов крови.

По замыслу разработчиков, прибор будет выполнен в форме небольшого пенала или «авторучки», обеспеченной оригинальным жидкокристаллическим индикатором, встроенными и выносными многоразовыми электродами для съема ЭКГ, кнопками включения, настроек и переключения режимов работы. Связь с персональным компьютером будет осуществляться через встроенный радиомодем, приемная часть которого подключается к компьютеру по мере необходимости. Автономное питание прибора обеспечивается одной батарейкой типа ААА (1,5 В). Поддержка встроенной памяти и установленных настроек обеспечивается другой миниатюрной батарейкой.

Прибор «Аргумент» имеет 3 режима работы:

1) «Пульс» - обеспечивает экспресс-контроль и индикацию на ЖКИ трех показателей работы сердца – ЧСС, ВР (вариационный размах) и СИ (стресс-индекс, рассчитываемый по методике Р.М. Баевского), их передачу в базу данных по радиоканалу при групповом или индивидуальном контроле; при этом каждый из измеряемых параметров получает качественную оценку по 5-бальной шкале, что отражается маркером на цветовой линейке ЖКИ. Пульс регистрируется в режимах «Покой» и «Нагрузка», что учитывается при вынесении оценок, наряду с данными пола и возраста обследуемого. В этом режиме используются электроды встроенного типа, а измерения производятся при удержании

прибора в руках пользователя или касании прибором груди, или нижней конечности;

2) «График» - обеспечивает непрерывную трансляцию в ПК кардиоинтервалов, с последующим построением и анализом функций ЧСС (t) и RR (t) компьютерными приложениями. Здесь возможен более глубокий анализ ПВРС по стандартным методикам, с учетом длительного мониторинга работы сердца. Встроенные электроды в этом случае заменяются на выносные (кабель подключается через мини-USB-разъем), фиксируемые в удобном для пользователя месте. Потенциально этот режим способен обеспечить мониторинг сна спортсмена или процедур физиотерапии;

3) «ЭКГ» - режим дает возможность пользователю последовательно снять и внести в память ПК фрагменты ЭКГ в нужных отведениях, просмотреть эти сигналы. Согласно проекту, пользователь заносит в ПК форму ЭКГ в комфортном состоянии, а при наличии жалоб фиксирует текущий сигнал в этих же точках для сравнительного анализа с исходным. Программное приложение, наряду с определением важнейших электрокардиографических признаков, будет указывать на имеющиеся различия в амплитудно-временных параметрах ЭКГ и необходимости углубленной ЭКГ-диагностики, консультации у специалиста. Съем ЭКГ здесь будет возможен двумя типами электродов.

Предполагается, что базовый комплект программно-технического комплекса будет включать набор из 20-25 приборов – «авторучек», обладающих собственным идентификационным номером, которые будут обслуживаться одним компьютером и приемным радиомодемом. Собственно прибор можно будет использовать и автономно, в качестве инструмента самоконтроля в спортивном зале или в домашних условиях. В последнем случае прибор поможет выявлению уровня служебных и бытовых стрессов, ЭКГ-наблюдениям за близкими. На данном этапе разработка не претендует на роль продукции, конкурирующей с серийными электрокардиографами, но ее применение в качестве индикатора при невысокой стоимости позволит обеспечить требуемую массовость врачебно-педагогических наблюдений, принятие более правильных управленческих решений по

корректировке физических нагрузок, научный подход к подбору средств восстановления спортсменов.

1. Ритм сердца у спортсменов : научное издание / ред. : Р.М. Баевский, Р.Е. Мотылянская. - М. : Физкультура и спорт, 1986. - 143 с.

2. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов : монография / З.Б. Белоцерковский. - М. : Советский спорт, 2005. - 348 с.

3. Кудря, О.Н. Показатели variability сердечного ритма в динамике годичного цикла и эффективность соревновательной деятельности гандболистов / О.Н. Кудря [и др.] // Теория и практика физической культуры.- 2012. - № 3. - С. 55-59.

4. Михайлов, В.М. Variability ритма сердца: опыт практического применения метода : опыт практического применения метода / В.М. Михайлов.- 2-е изд., перераб. и доп. Иваново : Ивановская гос. мед. академия, 2002. -290 с.

5. Оценка и прогнозирование функциональных состояний в физиологии : материалы I Всесоюз. симп. – Фрунзе : Илим, 1980 - 536 с.

6. Сарайкин, Д.А. Изменение вегетативного обеспечения сердечной деятельности у таэквондистов в соревновательном процессе / Д.А. Сарайкин [и др.] // Теория и практика физической культуры.- 2011. - № 8. - С. 30-33.

7. Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека : материалы II Всесоюз. конф., Москва, 2-3 дек. 1986 г. / Ин-т биофизики МЗ СССР.- М., 1986. - 488 с.

8. Фролов, А.В. Адаптация сердечной деятельности в клинике и спорте / А.В. Фролов. - Мн. : Полипринт, 2010 – 200 с.

9. Ярмолинский, В.И. Особенности исследования и интерпретации показателей variability ритма сердца в учебно-тренировочном процессе / В.И. Ярмолинский // Вопросы физического воспитания студентов вузов : сб. науч. ст. / БГУ ; ред. кол. В.А. Коледа (отв. ред.) [и др.]. – Минск, 2007.- Вып. 6. – С.112-121.

10. Ярмолинский, В.И. Перспективные решения в области приборного обеспечения системы физического воспитания и спорта

/ В.И. Ярмолинский // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 1-2 декабря 2011 г. / Бел. нац. техн. ун-т. ; редкол. : И.В. Бельский [и др.].- Минск, 2011.- С. 29-34.

11. Task Force of the European Society of Cardiology and North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability / Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and clinical Use //Circulation, 1996, V.93, P. 1043-1065.

УДК 796:658.7

Перспективы разработки технических средств для оценки качества льда на спортивных аренах

Минченя Н.Т.¹, канд. техн. наук, доцент,

Гусев О.К.¹, д-р техн. наук, профессор, Бельский И.В.¹ д-р пед. наук, профессор, Васюк В.Е.¹, канд. пед. наук, доцент, Свистун А.И.¹, канд. техн. наук, доцент, Парамонова Н.А.¹, канд. пед. наук, доцент,

Ананьев Н.К.², Зайко О.А.¹

¹Белорусский национальный технический университет

*²Многофункциональный культурно-спортивный комплекс «Минск-арена»
Минск, Беларусь*

Конькобежный спорт – один из старейших видов спорта, в котором необходимо как можно быстрее на коньках преодолеть определенную дистанцию на ледовом стадионе по замкнутому кругу. Он имеет сложившуюся систему основных правил и отличается консервативностью в вопросах, касающихся экипировки и конькобежного инвентаря. Вместе с тем, постоянно ведутся исследования по повышению скорости прохождения дистанции спортсменами. Одной из сторон этого процесса является совершенствование методики тренировки, в том числе с использованием различных технических средств. Другая сторона – применение новейших технологий в разработке экипировки спортсменов: костюмы, изготовленные из специальных тканей, модели коньков, способствующие индивидуализации и,

следовательно, улучшению технико-тактических параметров подготовленности конькобежцев. Третьей стороной оптимизации процесса подготовки и повышения соревновательного результата является совершенствование условий, в которых проходит тренировочная и соревновательная деятельность спортсменов. К ним относятся состояние ледового покрытия и воздушной среды на крытых конькобежных стадионах.

С 80-х годов прошлого века соревнования по конькобежному спорту начали проводить в закрытых помещениях, что позволило повысить популярность этого вида спорта за счет привлечения большего числа зрителей. Повышению зрелищности способствовало значительное улучшение соревновательных результатов спортсменов, поскольку появилась возможность обеспечивать оптимальные условия скольжения путем создания искусственной структуры льда, а также создания с помощью современных инженерных средств оптимальных для организма спортсменов тепло-влажностных параметров воздушной среды.

В связи с вышеперечисленным возникла необходимость в создании новых технологий повышения скоростных свойств льда. Рядом исследований были определены особенности в техническом исполнении прохождения дистанций различной длины, в которых конькобежцы неодинаково взаимодействуют с поверхностью ледового покрытия. Ввиду этого необходимо было найти оптимальный вариант структуры льда, позволяющий эффективно проводить тренировочный и соревновательный процесс всем участникам спортивных мероприятий.

В последнее десятилетие российские ученые из различных областей знаний приняли участие в разработке методов получения «сверхбыстрого льда». Они изучали состав и концентрацию вводимых в водный раствор компонентов, максимально увеличивающих длину пробега и сохраняющих гладкость ледовой поверхности [3, 5], изменяли физико-механические свойства поверхностного слоя льда [2, 7], занимались молекулярной перестройкой массива и ледовой поверхности [1, 2, 8]. Применение процесса вакуумирования используемых составов позволило избежать потери гладкости льда и достичь необходимого уровня безопасности введения соединений, добавляемых в воду для заливки верхнего слоя льда [5].

Большой вклад в научные исследования внесли сотрудники ККЦ «Крылатское» и «ГП Холодильный инженерный центр». Ими были проведены работы, значительно расширяющие возможности направленного изменения скользящих и упругопластических свойств ледовых поверхностей спортивного назначения с целью увеличения результативности выступления спортсменов в различных соревнованиях по ледовым видам спорта [2].

Результатом проведенных исследований явилось то, что в 2006 году Конгрессом Международного союза конькобежцев было принято решение об изменении Правил проведения международных соревнований по конькобежному спорту. В частности, новой редакцией Правил предусматривалось проводить обязательный контроль со стороны Международного Союза Конькобежцев всех теплофизических и режимных параметров процесса заливки льда между забегами. Это способствовало тому, что с целью исследования динамики скользящих свойств льда специалистами «ГП Холодильный инженерный центр» и ГКНПЦ им. М.В. Хруничева была разработана и изготовлена установка, имитирующая скольжение конькобежца и позволяющая проводить испытания с удельными нагрузками на лезвие конька, близкими к реальным нагрузкам на лед при движении спортсмена, а также в широких пределах варьировать начальный силовой импульс для определения значения оптимальных концентраций каждого из соединений, вводимых в воду для обновления поверхностного слоя льда [4].

В Республике Беларусь первым крытым спортивным сооружением со стандартной конькобежной дорожкой, на котором появился искусственный лед, стал многопрофильный культурно-спортивный комплекс «Минск-Арена». Созданная на сооружении инфраструктура соответствует всем международным требованиям для проведения соревнований самого высокого ранга. По уровню технологического оснащения и наличию информационно-инженерных систем введенный в эксплуатацию комплекс вполне может стать ведущей ледовой ареной мира.

Имидж современного ледового центра и его шансы на проведение крупных международных соревнований находятся в прямой зависимости от состояния льда, которое позволяет

спортсменам улучшать личные спортивные достижения. Чем чаще устанавливаются рекорды на одном и том же стадионе, тем выше вероятность выбора данного спортивного сооружения для проведения официальных международных соревнований для спортсменов разных возрастных категорий.

Обладать технологией «сверхбыстрого льда» сегодня стремится каждое уникальное спортивное сооружение мирового класса. Одним из первых шагов по созданию такой технологии в МКСК «Минск-Арена» может стать разработанный в БНТУ способ тестирования ледовой поверхности конькобежной дорожки, позволяющий с помощью специального устройства рассчитывать твердость льда и коэффициент трения при взаимодействии лезвий коньков с ледовой поверхностью. Однако прежде чем перейти к представлению разработанного устройства, следует остановиться на конструктивных элементах аналогичных по назначению устройств, используемых на конькобежных аренах в России.

Так, известен скользиметр, представляющий собой металлическую платформу на полозьях в нижней части с электронным блоком в верхней [6]. По центру платформы расположено устройство, установленное также на опорах скольжения, связанных с платформой упругими элементами, воспринимающими силу трения при перемещении платформы по льду. Деформация упругих элементов преобразовывается в электрические сигналы, пропорциональные силе трения, которые затем обрабатываются в электронном блоке. В то же время имитировать условия скольжения конькобежца на данном скользиметре практически невозможно из-за сложностей, связанных с условиями ручного перемещения платформы, не позволяющими контролировать скорость ее скольжения.

В другом исполнении представлена установка, имитирующая скольжение конькобежца, состоящая из двух платформ [7]. На основной и вспомогательных платформах закреплены съемные грузы для нагружения симметрично установленной пары коньков и расположенного перед ними направляющего конька. Для использования установки предусмотрены дополнительные коньки, необходимые для ее возврата к месту запуска. В данном случае скользкость льда определяют, измеряя величину пробега скользиметра после сообщения ему силового импульса. Система

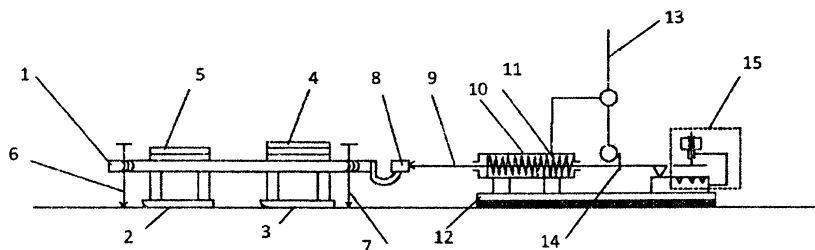
передачи силового импульса осуществляется через достаточно сложный механизм, обеспечивающий запуск скользящего элемента за счет движения упругого элемента, соединенного со штоком, расположенным на неподвижной тележке. Шток посредством рычага растягивает упругий элемент на заданную величину и фиксируется в этом положении, затем производится расцепление, после которого скользящий элемент начинает скольжение по льду.

Существенным ограничением, снижающим применимость устройства, является отсутствие жесткой связи между двумя платформами, приводящими к их перекосам в процессе перемещения. Снижают эффективность применения скользящего элемента и три дополнительных конька, с помощью которых он передвигается в обратном направлении. К недостаткам также можно отнести сложную конструкцию отстрелочного механизма и ограниченный диапазон измерительной информации, связанный только с величиной пробега скользящего элемента.

Кроме этих устройств известна информация еще об одном скользящем устройстве [8]. Эта установка состоит из тележки, опирающейся на два конька, на которой закреплены грузы для имитации условий скольжения конькобежца. На неподвижной тележке расположен зарядный механизм с упругим элементом. Шток зарядного механизма фиксируется с элементом сцепки на подвижной части тележки, установленной на коньках. При запуске тележка движется вместе со штоком зарядного устройства, а потом «отстреливается». Как и в предыдущем скользящем устройстве, основные элементы устройств функционируют по одним и тем же признакам с аналогичными сложностями в использовании.

С целью расширения функциональных возможностей такого рода устройств, повышения надежности регистрируемых показателей и снижения трудозатрат, связанных с подготовкой к работе, авторы предприняли попытку максимально упростить конструкцию скользящего устройства (рисунок).

Опытные испытания проведенные на конькобежном стадионе МКСК «Минск-арена» продемонстрировали надежную работу механической части устройства и дали основания перейти к разработке информационно-измерительного блока скользящего устройства для регистрации тестируемых параметров ледовой поверхности.



- 1 – несущая платформа; 2 – один направляющий конек;
 3 – два основных конька; 4 – грузы, имитирующие массу конькобежца; 5 – груз для направляющего конька; 6, 7 – винтовые опоры (одна – спереди и две – со стороны основных коньков); 8 – элемент, воспринимающий силовой импульс;
 9 – шток; 10 – цилиндр; 11 – цилиндрическая винтовая пружина;
 12 – платформа; 13 – рычаг для взвода пружины; 14 – упор на штоке;
 15 – многопредельный фиксатор штока с пусковым механизмом

Рисунок – Установка для контроля скользкости льда

Применение отечественной установки для контроля скользкости льда позволит приблизиться к разработке технологий «сверхбыстрого льда», способствующих установлению рекордных результатов при проведении международных соревнований самого высокого ранга. Использование этих технологий в тренировочном процессе, в свою очередь, окажет непосредственное влияние и на качество технической подготовки спортсменов в видах спорта, в которых движения осуществляются через соприкосновение коньков с ледовой поверхностью.

1. Архаров, И.А. Экспериментальное исследование ледовых структур, модифицированных полимерами / И.А. Архаров, Г.Ю. Гончарова // Холодильная техника. – М., 2010. – № 11. – С. 15–19.

2. Гончарова, Г.Ю. Физические основы создания льда с заданными свойствами для конькобежцев / Г.Ю. Гончарова и др. // International Congress of Refrigeration, Beijing, China, 2007. – Пекин, 2007. – С. 17–20.

3. Гончарова, Г.Ю. Новый подход к выбору соединений для направленного воздействия на свойства ледовых поверхностей /

Г.Ю. Гончарова // Холодильная техника. – М., 2009. – № 9. – С. 20–26.

4. Гончарова, Г.Ю. Новый этап развития ледовых технологий / Г.Ю. Гончарова [и др.] // Холодильная техника. – М., 2009. – № 5. – С. 2–8.

5. Гончарова, Г.Ю. Вакуумная техника – ледовым технологиям / Г.Ю. Гончарова, Н.Н. Калущих // Вакуумная техника и технологии: V Международная научно-техническая конференция, Москва, 30 марта-2 апреля 2010. – М., 2010. – С. 9–14.

6. Спортивный комплекс «Крылатское» [Электронный ресурс] / Главная / КП "Спортивный комплекс "Крылатское" / Цифры и факты / Подготовка льда. – Режим доступа : <http://www.skating-palace.ru/about/fakt/ice>. – Дата доступа: 25.02.2012.

7. Новый этап развития ледовых технологий/ Г.Ю. Гончарова [и др.] // Холодильная техника.– 2009.- №5.

8. Гончарова, Г.Ю. Тайны ледового дворца / Г.Ю. Гончарова [и др.] // Холодильная техника.– 2005.- № 5, 6.

СЕКЦИЯ 1
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

УДК 796.015

**Тренажерно - исследовательский комплекс «Лабиринт»
в диагностике психофизической подготовленности
сотрудников органов внутренних дел**

Каранкевич А.И.

*Могилевский высший колледж МВД Республики Беларусь
Могилев, Беларусь*

Современная правоохранительная деятельность, реализуемая в условиях экстремального характера, требует от сотрудников органов внутренних дел не только должной физической подготовленности, но и высокой психической устойчивости, проявления находчивости и волевых качеств, наличия способности рационально использовать имеющийся двигательный потенциал. При этом специалистами отмечается, что эффективность реализации психофизической готовности должна рассматриваться комплексно, при ведущей роли двигательного-координационной функции и присутствием в ней психофизического фактора [5].

В этой связи особую актуальность приобретают вопросы диагностики специальной координационной подготовленности сотрудников, обуславливающей оптимальную направленность ведущих механизмов управления движениями, с точки зрения требований, выдвигаемых профессиональной двигательной деятельностью. Однако, как показывает практика, данной проблеме при организации процесса профессионально-прикладной физической подготовки в органах внутренних дел должного внимания не уделяется по причине ее недостаточной разработанности на исследовательском уровне.

В рамках ранее проводимых нами исследований освещались вопросы методики диагностики отдельных составляющих специфических координационных способностей (КС) при

выполнении испытуемыми взаимосвязанных двигательных действий, схожих по характеру проявления с целостными двигательно-моторными актами, реализуемыми в условиях временной и альтернативной неопределенности [1]. Дальнейшей целью исследований может являться создание эффективных средств диагностики психофизической готовности сотрудников органов внутренних дел в ситуациях, моделирующих условия оперативно-служебной двигательной деятельности.

В литературе в достаточной степени изучены вопросы, связанные с совершенствованием процессов комплексного формирования специальных двигательных умений и навыков сотрудников ОВД при решении отдельных задач служебно-оперативного характера. Однако, несмотря на отличительные функции различных служб и подразделений органов внутренних дел существует круг служебных задач, связанных с непосредственным пресечением правонарушений и преступлений, к решению которых должен быть готов каждый сотрудник. Анализ результатов исследований, а также практический опыт показывают, что профессиональная реализация данного вида служебной деятельности протекает при весьма разнообразных внешних условиях и может осложняться предварительным поиском или преследованием правонарушителя, а также различной степенью его противодействия: пассивное и активное неповиновение, активное сопротивление без и с применением оружия и подручных предметов. В этой связи при определении содержания и структуры служебной деятельности в качестве системообразующего фактора принимается деятельность, осуществляемая по схеме: «поиск – преследование – силовое задержание» [4].

Так, действия сотрудника, ведущего поиск правонарушителя могут осуществляться с одновременным приемом и анализом информации по ориентировке, а также в случаях, требующих немедленных эффективных двигательных действий в условиях сбивающих факторов (темное время суток, движение при массовом скоплении людей со свето-шумовыми раздражителями, например, на дискотеке, во время массовых гуляний на открытых площадках или в помещении и т.д.).

При преследовании сотрудник может столкнуться с теми же условиями, что и при поиске. При этом существенным отличием этапа может стать экстремально-временной фактор, а также уровень проявления физических кондиций милиционера, так как препятствия, возникающие на пути преследования, необходимо преодолевать в максимально короткие сроки.

Результаты анкетного опроса проведенного среди сотрудников служб криминальной милиции и милиции общественной безопасности (n=236) со средним стажем работы до 15 лет, показывают, что наиболее типичными условиями, в которых происходит задержание являются: отдельные участки открытой местности (80,9%), подъезды домов (22,9%), общественные учреждения (16,5%) и транспорт (15,3%), менее часто задержания проводятся в квартире (3,0%), на стройплощадках (1,7%), различных подсобных помещениях (1,3%) [2].

Аналогичная тенденция условий задержания подтверждается и другими авторами. Причем, по мнению респондентов, различные факторы (время суток, погодные условия, место задержания) оказывали существенное влияние на характер ситуации, в которой задержание происходило [3].

На основании анализа данных литературы, а также с учетом поставленных задач, в Могилевском высшем колледже МВД Республики Беларусь создан тренажерно - исследовательский комплекс (ТИК) «Лабиринт», позволяющий моделировать и контролировать задания и двигательные действия участников тестирования в условиях, максимально приближенных к ситуациям оперативно-служебной двигательной деятельности (рисунок).

В состав ТИК входит блок управления, блок программ и конструкционный блок. Первый из которых представлен компьютером, видеопроекторами, экранами, камерами видеонаблюдения, а также звукоусиливающими динамиками и свето-шумовыми установками.

Для ввода ситуационных задач используется технология Flash и язык программирования Action Script 2.0. Для контроля, фиксации и анализа изображения может применяться программа, разработанная на языке Visual Basic, при этом в блок программ входят также стандартные, информационно-регистрирующие и математические

программы, устанавливаемые перед работой комплекса на жестком диске компьютера.

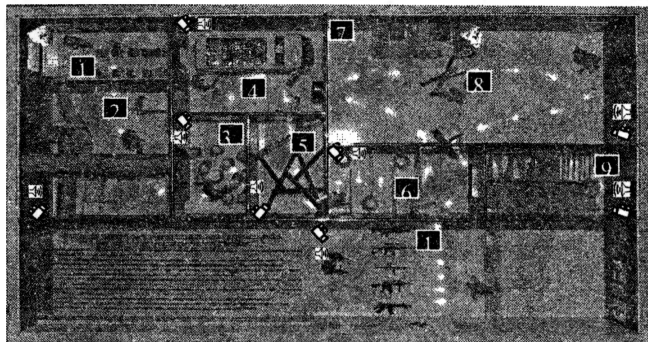


Рисунок - Макет тренажерно - исследовательского комплекса «Лабиринт»

Конструкционный блок включает:

Информационно-аналитический центр (1), оснащенный компьютером, на который поступает информация со всех этапов ТИК, с дополнительным монитором, местом оператора и десятью учебными местами.

Общее назначение центра: сбор и анализ количественных и качественных характеристик при выполнении испытуемыми отдельных и комплексных двигательных действий, заданий, задач и ситуаций в различных условиях.

Этап «Тоннель» (2), оснащенный различными вариантами входов и выходов, отличающихся по направлению расположения, размерам и форме.

Назначение: создание минимального пространства для скоординированных движений и ограничения видимости по направлению, высоте и глубине во время движения.

Этап «Толпа» (3) с расположенными на нем свободно подвешенными и закрепленными с помощью пружин у основания манекенами.

Назначение: создание препятствий при движении и выполнении двигательных заданий, имитирующих внешнее сопротивление в условиях плотной толпы.

Этап «Автобус» (4), имитирующий данное транспортное средство.

Назначение: создание условий для отработки технико-тактических действий в условиях ограниченного пространства в положениях сидя и стоя, а также для моделирования ситуационных заданий различной сложности во время прохождения этапа.

Этап «Разрушенная комната» (5), содержащий набор разбросанных бревен, а также нестандартно расположенных стен с различными вариантами лазов.

Общее назначение центра: создание преград различной сложности в условиях выбора способа их преодоления по направлению, форме, размерам, высоте и глубине.

Этап «Змейка» (6) с беспорядочно разбросанными покрышками от колес, а также жестко закрепленными у верхних и нижних оснований светопреломляющими щитами, создающими возможность движения «змейкой».

Назначение: создание препятствий при прохождении этапа в виде неровности полового покрытия, ограниченности пространства и видимости по направлению и глубине.

Этап «Вагон» (7), оснащенный набором конструкций, имитирующих помещения с ограниченным пространством (например, кабина лифта, плацкартное купе, тамбур и др.).

Назначение: создание различных видов условий для отработки технико-тактических действий в ограниченном пространстве по высоте, направлению, ширине и глубине.

Этап «Татами» (8), оснащенный борцовским ковром.

Назначение: создание условий для отработки различных видов защитно-атакующих действий в условиях реального противоборства с одним или несколькими противниками.

Этап «Лестница» (9), включающий четыре варианта подъема и спуска с различными видами расположения ступеней.

Назначение: создание препятствий в виде неправильного расположения ступеней во время движения и выполнения вводных задач, а также создание различных видов условий для отработки технико-тактических действий в ограниченном пространстве по высоте, ширине и глубине.

Этап «Тир» (10), оснащенный интерактивным тиром.

Назначение: практическое выполнение упражнений учебных стрельб в условиях смещения линии огня по направлению, высоте и глубине.

Исходя из технического оснащения, функциональных возможностей, способа решаемых задач, а также наиболее существенных признаков: назначения, формы, типа создаваемых условий, расположению групп препятствий и способу их прохождения, данное комплексное устройство может быть классифицировано следующим образом.

ТИК «Лабиринт» является средством для обучения, тренировки и контроля физической, технико-тактической, психологической, морально-волевой подготовки сотрудников ОВД. Комплекс имеет форму площадки закрытого типа (все элементы находятся в специально приспособленных помещениях) в виде лабиринта, углов и препятствий для индивидуального, группового и поточного прохождения, с возможностью определения количественных и качественных компонентов психофизической подготовленности сотрудников ОВД при стандартно-заданном и вариативном алгоритмах движений, в условиях временной и альтернативной неопределенности, под воздействием сбивающих факторов (усталость, свето-шумовые раздражители).

Таким образом, определенные цели могут достигаться тем, что в зависимости от поставленных задач устройством могут оцениваться как интегративные проявления КС в сложных двигательных условиях (наличие и количество ошибок; точность отдельных защитных, атакующих и комплексных защитно-атакующих движений), так и отдельные специфические составляющие КС, характеризующие: способность к реагированию (по времени от получения сигнала до начала заданного движения), способность к дифференцированию параметров движений (по точности пространственных параметров выполняемых движений, по стабильности и надежности отдельных характеристик движений), способность к ориентированию (по своевременному изменению положения тела по отношению к направлению атаки), способность к приспособлению и перестроению движений (по скорости преобразования и вариативности изменения амплитуды и скорости

выполнения основных суставных движений при изменении условий выполнения двигательных заданий).

1. Васюк, В.Е. Диагностика специфических координационных способностей в профессиональном отборе специалистов к деятельности в условиях временной и альтернативной неопределенности / В.Е. Васюк, В.А. Барташ, А.И. Каранкевич // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : сб. статей (материалы Междунар. науч.-техн. конф) / редкол. : И.В. Бельский [и др.] ; Белорус. нац. техн. ун-т. – Минск : БНТУ, 2011. – С. 11 – 23.

2. Каранкевич, А.И. Совершенствование специальной направленности физической подготовки курсантов // Технологии практического обучения в высшем учебном заведении : тез. докл. межвуз. науч.-метод. конф., Минск 27 окт. 2006 г. / под общ. ред В.В. Мелешко, О.З. Рыбаключевой. – Минск. : Акад. МВД Респ. Беларусь, 2006. – С. 35 – 37.

3. Косяченко, В.И. Методика применения сбивающих факторов в профессионально-прикладной физической подготовке курсантов учебных заведений МВД России : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / В.И. Косяченко. – Волгоград, 2002. – 184 с.

4. Кузнецов, С.В., Устюжанин Н.Н. Задержание правонарушителя: особенности ситуаций и действий / С.В. Кузнецов, Н.Н. Устюжанин // Современная концепция преподавания боевой и физической подготовки в учебных заведениях МВД России : межвузовский сб. науч. трудов. – М. : МЮИ МВД РФ, 1996. – С. 63 – 65.

5. Леонов, В.В. Совершенствование профессионально-прикладной физической подготовки в учреждениях образования МВД Республики Беларусь с использованием комплексной многофункциональной полосы препятствий / В.В. Леонов // Ученые записки : сб. рец. науч. тр. / редкол. : М.Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.] ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2011. – С. 60 – 69.

**Автоматизированный тренажер управляемого
силового воздействия для тренировки армрестлеров**

Бельский И.В., д-р пед. наук, профессор
Качанов И.В., д-р техн. наук, профессор, Шелег А.А.
*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одним из наиболее перспективных направлений в практике спорта высших достижений является использование методов повышения эффективности тренировочных занятий, основанных на применении разнообразных технических средств [1]. Применение тренажерных устройств в спорте позволяет создать недостижимые в естественных условиях режимы выполнения упражнений или их основных элементов. Конструктивные особенности таких тренажеров предполагают минимальные отклонения от рациональной техники выполнения запланированного двигательного действия. Искусственно созданные при помощи тренажеров условия для достижения оптимальной координационной структуры движения позволяют более полно реализовать функциональные возможности спортсмена и обеспечивают выход на запланированный результат.

Вместе с тем, несмотря на широкий круг исследовательских работ, посвященных проработке возможностей использования технических средств в спорте высших достижений, анализ литературных источников не выявил примеров управляемого силового воздействия на двигательные действия спортсменов с помощью тренажеров на основе пневматического привода, характеризующихся широким спектром задаваемых биомеханических параметров и учитывающих индивидуальные и квалификационные особенности атлетов.

Вышеизложенное побудило к проведению исследований с целью разработки тренажера на основе пневматического привода с системой управляемого силового воздействия на двигательные действия спортсменов, выполняющих упражнения силового и скоростно-силового характера, которая позволила бы смоделировать

различные комбинации рабочих углов, амплитуды и направлений движения биозвеньев.

Учитывая актуальность данного вопроса на базе научно-исследовательской лаборатории кафедры «Гидравлика» был создан спортивный тренажер на основе пневматической системы для специальной тренировки и отработки технических приемов в армреспорте [2-5]. Тренажер позволяет проводить скоростно-силовую тренировку и отрабатывать различные технические приемы с созданием необходимой нагрузки и сопротивления, динамики и направления воздействия на мышцы руки.

Основу конструкции тренажера (рисунок 1) составляют пневматическая система 1 и элемент, имитирующий биозвено 2, которые вмонтированы в стол 3 для армрестлинга усиленной конструкции. Элемент, имитирующий биозвено 2, представляет собой регулируемую по высоте стойку 4, прикрепленную к шкиву 14, с двумя фиксируемыми шарнирами 5,6. Возможность регулировки стойки 4 по высоте позволяет тренировать спортсменов с различными антропометрическими показателями. Шарнир 5, моделирующий кистевой сустав и шарнир 6, моделирующий локтевой сустав, позволяют изменять кистевой и локтевой углы элемента, имитирующего биозвено 2. Нагрузка, создаваемая пневматической системой 1, передается от штока 7 пневмоцилиндра 8 на элемент, имитирующий биозвено 2 посредством трособлочной передачи 9. Регулировка нагрузки, передаваемой на руку армрестлера, осуществляется с помощью редуктора давления 13 и отслеживается с помощью манометра 10. Скорость перемещения элемента, имитирующего биозвено 2, регулируется дросселем 11, через который под давлением подается воздух в штоковую полость пневмоцилиндра 8, и дросселем 12, через который воздух из штоковой полости пневмоцилиндра стравливается в атмосферу. Причем дросселем 11 регулируется скорость перемещения элемента, имитирующего биозвено 2 при уступающем режиме работы (при этом режиме работы мышечные волокна руки растягиваются) армрестлера, а дросселем 12 - при преодолевающем режиме работы (при этом происходит активное сокращение мышечных волокон) армрестлера. При регулировке скорости один из дросселей 11,12 закрыт. На данном тренажере

возможно смоделировать также статический режим работы и чередовать вышеназванные режимы работы спортсмена в любой последовательности, с различными скоростями и амплитудой. Но система регулировки нагрузки в данном тренажере не автоматизирована и регулируемое усилие передается в одной плоскости, что не позволяет осуществлять точную регулировку усилия передаваемого на выходное звено и моделировать движение биозвена в пространстве учитывая рабочие углы, амплитуду и направления.

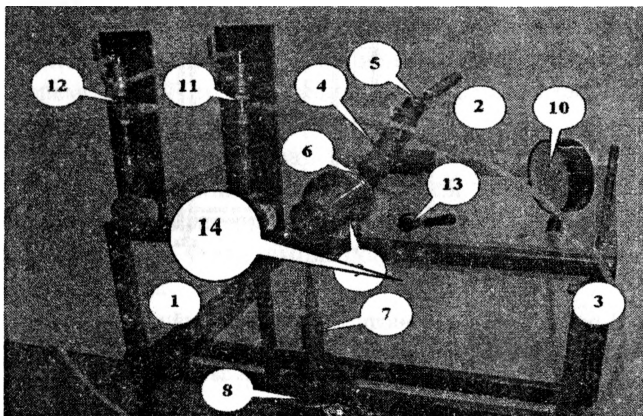
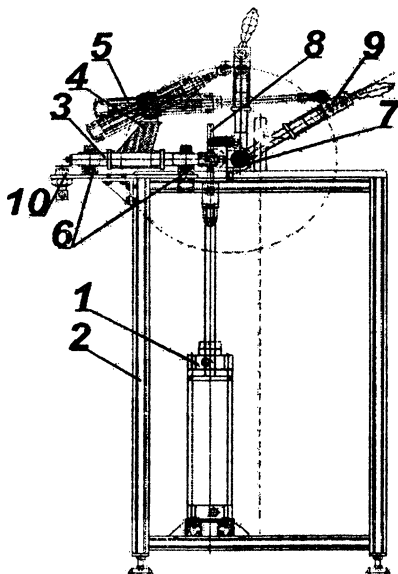


Рисунок 1- Общий вид тренажера управляемого силового воздействия

В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований [5] было принято решение автоматизировать пневмопривод тренажера и дополнить конструкцию тренажера системой, передающей нагрузку на элемент, имитирующий биозвено 5 в плоскости перпендикулярной плоскости вращения шкива 14. Конструкция автоматизированного тренажера управляемого силового воздействия представлена на рисунке 2.



1-рама; 2-пневмоцилиндр; 3-вал; 4-кронштейн; 5-пневмоцилиндр;
6,7-подшипники; 8-шкив; 9-элемент имитирующий биозвено;
10-индукционный датчик

Рисунок 2 – Усовершенствованная схема автоматизированного тренажера

Автоматизация работы тренажера обеспечивается при использовании в новой конструкции внешнего контроллера, датчика перемещений и распределителями с пропорциональным управлением прямого действия с золотником. Благодаря этому аналоговый входной сигнал по напряжению от контроллера преобразуется в пропорционально открытую часть поперечного сечения на выходах распределителя. Значение аналогового сигнала по напряжению программируется в зависимости от угла поворота шкива 8, что позволяет задавать различные скорости и ускорения по всей амплитуде движения элемента 9, имитирующего биозвено, в двух плоскостях, а также моделировать статический режим работы.

При этом угол поворота шкива 8 фиксируется индукционным датчиком 10, который является элементом обратной связи при задании управляющего воздействия.

Выводы:

- с помощью автоматизированного тренажера управляемого силового воздействия на основе пневмопривода возможно выполнение упражнений силового и скоростно-силового характера с моделированием рабочих углов, амплитуды и направления движения биозвеньев, участвующих в осуществлении двигательных действий армрестлера;

- в разработанной конструкции тренажера автоматический режим работы обеспечивается при использовании внешнего контроллера, датчика перемещений и распределителей с пропорциональным управлением прямого действия;

- автоматизация тренажера и обратная связь позволяют минимизировать отклонения от рациональной техники выполнения запланированного двигательного действия, а также выявить оптимальные рабочие углы, амплитуду и направления движения биозвена армрестлера.

1. Юшкевич, Т.П. Тренажеры в спорте / Т.П. Юшкевич, В.Е. Васюк, В.А. Буланов. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 320 с.

2. Бельский, И.В. Спортивный тренажер для армрестлинга на основе пневмопривода / И.В. Бельский [и др.] // Наука - образованию, производству, экономике : материалы 3 Международной научно-технической конференции, Минск / БНТУ ; редкол.: Б.М.Хрусталеv [и др.].- Минск, 2006 г.- Т. 1.- С. 474-475.

3. Устройство для тренировки армрестлеров : пат. 2580 U Республики Беларусь, МПК А 63В 21/00 / И.В. Качанов, И.В. Бельский, А.Э. Павлович, А.А. Шелег., заявл. 13.07.2005 г., опубл. 30.04.2006 г.

4. Способ регулирования силовой нагрузки на спортивном тренажере : пат. № а 20051164 Республики Беларусь, МПК А 63В 21/008 / А.А. Шелег заявл. 30.11.2005 г., опубл. 30.08.2007 г.

5. Качанов, И.В. Усовершенствованные конструкции и расчетные схемы управляющей части пневматического привода спортивных

УДК 615.8:617.7

**Корпорально-кистевое вибромеханическое стимулирование
в методиках развития сенсорно-перцептивных
характеристик спортсменов**

Сагайдак Д.И.¹, канд. ф.-м. наук, доцент
Сагайдак С.С.¹, канд. психол. наук, доцент

Шилько С.В.², канд. тех. наук, доцент

¹*НМУ «Республиканский центр проблем человека» Белорусский
государственный университет, Минск, Беларусь*

²*Институт механики металлополимерных систем им. А.Н.
Белого НАН Беларуси, г. Гомель, Республика Беларусь*

Вибромеханостимуляция (далее ВМС) уже более сорока лет результативно используется в спортивной медицине для восстановления работоспособности опорно-двигательного аппарата после перетренировки и травм. Разносторонне рассматриваются методики применения ВМС в задачах развития мышечной силы и подвижности суставов [1]. Однако, в известной нам научно-методической литературе по механовибростимуляции нет данных об использовании ВМС для развития сенсорно-перцептивных характеристик.

Основополагающим психофизиологическим качеством индивида, обеспечивающим функционирование сенсорно-перцептивных систем организма, являются важнейшие характеристики зрительного восприятия: объем и переключаемость внимания, распределение и устойчивость произвольного внимания, угол периферического зрения.

При разработке адресной корпоральной кистевой методики применения ВМС в задачах развития сенсорно-перцептивных характеристик было учтено акцентуированное утверждение великого физиолога И.П. Павлова: «Рука – это внешний мозг». Это утверждение подчеркивает наличие глубоких и выраженных связей

между тонкомоторной активностью пальцев кисти и электрофизиологической активностью гемисфер.

Авторами настоящего сообщения ранее была начата разработка специализированного ВМС инструментария и его апробация в задачах развития психофизиологических характеристик индивида[2].

Одной из самых физиологически активных зон воздействия является зона рук. Поскольку кисть руки является «внешним мозгом», а психомоторика имеет непосредственное отношение к мозговой деятельности, то наиболее перспективной для тренинга сенсорно-перцептивных параметров является адресная вибростимуляция кистей рук.

При исследовании объема и переключаемости произвольного внимания прототипом методики послужили красно-черные таблицы, содержащие 49 чисел двух цветов (числа от 1 до 25 черного цвета; числа от 1 до 24 красного цвета), случайным образом скомпонованные в матрице размером 7x7 квадратов.

Требуется максимально быстро последовательно работать над гремя задачами:

1. Найти и отметить щелчком кнопки «мышь» в порядке возрастания цифры черного цвета от 1 до 25.

2. Найти и отметить щелчком кнопки «мышь» в порядке убывания цифры красного цвета от 24 до 1.

3. Найти и отметить щелчком кнопки «мышь» попеременно черные и красные числа, при этом черные – в порядке возрастания, красные – в порядке убывания.

Качественные параметры работы над первыми двумя задачами характеризуют объем внимания (длина цепочки запоминаемых местоположений чисел), над третьей задачей – переключаемость внимания (появляется доминирующий фактор междурядной переключаемости внимания по двум параметрам числа: численного значения и цвета). Параметр объема внимания рассчитывается как среднее суммарное время работы над первой и второй красно-черными таблицами; параметр переключаемости внимания – по времени работы над третьей таблицей.

Распределение и устойчивость произвольного внимания выявляется при одновременном восприятии нескольких

динамических объектов. Суть тестовой процедуры состоит в следующем. В центре экрана монитора компьютера появляется круг диаметром 5 мм. Испытуемый ручкой джойстика совмещает с ним крестик соответствующего размера (по диаметру круга). Через 2 секунды круг начинает плавное возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости. Испытуемый управляет движением крестика с помощью джойстика таким образом, чтобы крестик был как можно ближе к центру круга на всем пути его движения. При этом время от времени (в интервале 2-3 с) по обе стороны от центра экрана одновременно на краткий промежуток времени (0,8 с) отображаются по две сложные геометрические фигуры. Испытуемый, совмещая крестик с кругом ручкой джойстика, должен одновременно запоминать предъявляемые фигуры, чтобы затем выбрать их среди множества. Таким образом, необходимо работать над двумя задачами: как можно точнее совмещать крестик с движущимся кругом и при этом запоминать появляющиеся геометрические фигуры. Распределение и устойчивость произвольного внимания, то есть угол периферического зрения при слежении за двумя объектами (эталонным кругом и геометрическими фигурами) рассчитывается как количество запомненных фигур, нормированное по точности слежения за эталонным кругом.

Исследование влияния сочетанной, корпорально-кистевой вибростимуляции на базовые параметры внимания проводилось в группе 12 спортсменов – представителей единоборств: 7 человек составили контрольную группу, 5 человек - экспериментальную.

Представители контрольной группы испытывали только корпоральный ВМС на напольном аппарате «Стимул ТУ ВУ 100643856.007-2007».

Измерения параметров внимания проводились ежедневно в течение трех недель утром с 9⁰⁰ до 10⁰⁰ и вечером, с 16⁰⁰ до 17⁰⁰. Адресная корпорально-кистевая вибростимуляция функциональной руки проводилась в экспериментальной группе перед тестированием. Методика кистевой вибростимуляции состояла в следующем. С частотой 28 ± 2 с⁻¹ проводились 4 серии вибровоздействий на кисть руки, каждая длительностью по 60 секунд с 30-секундным перерывом между сериями. Итого

суммарное время сеанса вибростимуляции составило 7 минут. Во время проведения кистевой вибростимуляции спортсмены экспериментальной группы испытывали компенсированное возбуждение на специальном аппарате «Стимул ТУ ВУ 100643856.007-2007».

Динамика угла периферического зрения, измеряемая по количеству правильно воспроизведенных стимулов, нормированных по точности слежения за эталонным объектом, начинает улучшаться в экспериментальной группе по сравнению с контрольной в среднем с четвертого дня кистевой вибростимуляции. После девятого дня результаты экспериментальной группы отличаются в лучшую сторону от результатов контрольной группы примерно в два раза.

Характеристика переключаемости внимания исследована нами по двум параметрам: по времени работы в тесте над определенными задачами на отыскание чисел в красно-черных таблицах, а также по количеству допущенных ошибок в процессе работы.

Для контрольной группы выявлены две базовые закономерности. Во-первых, время работы (параметр переключаемости внимания) вечером больше, чем утром, то есть переключаемость внимания снижается. Вероятно, это проявление суточной рабочей усталости, приводящей к общему снижению внимания. Во-вторых, за три недели измерений показатели скорости переключения внимания значимо не изменились.

В экспериментальной группе, регулярно подвергавшейся корпорально-кистевой вибростимуляции, уже через несколько дней переключаемость внимания вечером стала более высокой по сравнению с утренними измерениями. Более того, проявилась положительная динамика и с течением времени: так, средняя скорость переключения внимания в экспериментальной группе к концу трехнедельных исследований существенно повысилась.

По параметру количества ошибок в тесте переключаемости внимания также выявлены различия результатов контрольной и экспериментальной групп. В контрольной группе нет различия в количестве ошибок на протяжении всего времени исследований, а в экспериментальной группе выявлено уменьшение числа ошибок для

всех членов группы к концу трехнедельного эксперимента кистевой вибростимуляции.

Таким образом, исследования выявили результативность воздействия сочетанной корпорально-кистевой вибростимуляции в задачах развития базовых составляющих сенсорно-перцептивных параметров индивида: переключаемость внимания и угол периферического зрения.

1. Михеев, А.А. Теория вибрационной тренировки (биологическое обоснование дозированного вибротренинга) : монография / А.А. Михеев.– Минск : БГУФК, 2007. – 596 с.

2. Сагайдак, Д.И. Тренировка параметров периферического зрения многоплунжерным вибромеханическим стимулированием физиологически активных зон / Д.И. Сагайдак, Т.Д. Полякова, С.В. Шилько // Проблемы физической культуры и спорта государств - участников Содружества независимых государств : материалы Междунар. науч.- практ. конф., Минск, 23-24 мая 2012 г. / БГУФК ; редкол. : М.Е. Кобринский [и др.]- Минск, 2012. - С. 369-373.

УДК 796. 323

**Особенности применения элементов техники
владения спортивной коляской в соревновательной
деятельности игроками разных функциональных классов
в баскетболе на колясках**

Мишин М.В., Камаев О.И., д-р пед. наук, профессор
*Харьковская государственная академия физической культуры
Харьков, Украина*

Передвижения баскетболиста на коляске по площадке являются частью системы действий, направленных на решение атакующих и оборонительных задач и формируемых в ходе реализации конкретных игровых положений. Передвижение по площадке баскетболиста на коляске предусматривает собой определенные умения и навыки владения баскетбольной коляской или другими словами технику владения баскетбольной коляской. От правильности выбранного способа передвижения зависит

эффективность многих технических приемов с мячом: передача в движении, ведения и обводка, бросок в кольцо.

Техника владения баскетбольной коляской включает в себя: 1) езду вперед одновременно двумя руками; 2) езду вперед с попеременной работой рук; 3) езду вперед со смешанной работой рук; 4) езду вперед восьмиобразным движением туловища; 5) езду вперед толчкообразным движением туловища; 6) езду назад одновременно двумя руками; 7) езду назад с попеременной работой рук; 8) остановку двумя руками; 9) остановку одной рукой; 10) поворот в движении двумя руками; 11) поворот в движении одной рукой; 12) поворот в движении без помощи рук; 13) поворот на месте двумя руками; 14) поворот на месте одной рукой; 15) поворот на месте без помощи рук; 16) подъем коляски; 17) прыжок.

Одним из разделов техники баскетбола на колясках является перемещение по площадке. Игроки функционального класса 4-4,5 имеют минимальное поражение двигательных функций и в связи с этим они выполняют наибольшее количество перемещений в процессе соревновательной деятельности, что составляет 3492 ± 426 (м) за игру. Игроки 1-1,5 балла имеют самое большое поражение двигательных функций. Согласно функциональной классификации они не в состоянии выполнять вращения корпусом, наклоны в сторону, сохранять равновесие без помощи верхних конечностей, поэтому основным элементом езды у них является езда вперед одновременно двумя руками (2932 ± 184 (м)). Деятельность игроков функционального класса 1-1,5 связана в основном с защитными действиями на площадке и с организацией игры в атаке, поэтому им приходится очень тесно взаимодействовать с игроками функционального класса 4-4,5, которым они помогают достичь наиболее удобных исходных положений для выполнения приемов, блокировки соперника для освобождения от опеки, постановки заслонов и т.д., в связи с чем, игроки 1-1,5 класса перемещаются за игру до 3265 ± 258 (м). Игроки класса 2-2,5 и 3-3,5 обеспечивающие связь передней и задней линии нападения, создают надлежащие условия в организации атакующих и защитных действий команды, выполняют перемещения по площадке 3240 ± 353 (м) и 2915 ± 346 (м) соответственно.

В соревновательной деятельности применяются все элементы техники владения баскетбольной коляской, однако есть отличия в их применении разными функциональными классами (таблица).

Таблица - Средние значения применения элементов техники владения баскетбольной коляской в процессе соревновательной деятельности разными функциональными классами

Элементы техники владения баскетбольной коляской	Функциональная классификация			
	1-1,5	2-2,5	3-3,5	4-4,5
Езда вперед				
Одновременно двумя руками (м)	2932± 184	2369± 151	2225± 143	2572± 176
Попеременно двумя руками (м)	116±24	274±77	203±58	344±68
Смешанная работа рук (м)	61±17	197±38	142±29	180±34
Без помощи рук				
Восьмиобразным движением туловища (м)	52±14	280±54	176±47	198±56
Толчкообразным движением туловища (м)	-	14±6	28±10	32±12
Езда назад				
Одновременно двумя руками (м)	96±17	94±24	117±47	136±64
Попеременно двумя руками (м)	8±2	12±3	24±12	32±16
Всего (м)	3265± 258	3240± 353	2915± 346	3494± 426
Остановки				
Двумя руками (кол-во раз)	107,3± 10,3	129,1± 9,2	124,1± 7,4	137,8± 8,2
Одной рукой (кол-во раз)	2,4±1,1	8,9±3,5	7,3±3,4	8,7±3,7
Повороты в движении				
Двумя руками (кол-во раз)	122,4± 16,7	129,1± 15,2	112,7± 12,7	117,4± 14,9
Одной рукой (кол-во раз)	13,9± 5,6	43,7± 10,4	32,1± 9,6	37,8± 9,4
Без рук (кол-во раз)	-	16,3±5,1	12,7±5,3	13,2±4,8
Повороты на месте				
Двумя руками (кол-во раз)	103,3± 14,3	97,3± 12,2	83,9± 9,7	88,8± 11,3
Одной рукой (кол-во раз)	7,9±3,6	21,4±9,6	16,7±8,4	17,2±9,1
Без рук (кол-во раз)	-	7,3±2,3	6,3±2,6	6,8±2,4
Подъем коляски (кол-во раз)	-	1,3±0,4	4,7±1,7	5,2±2,4
Прыжок (кол-во раз)	-	-	0,8±0,3	1,7±0,9

Как показано в таблице игроки функционального класса 1-1,5 больше выполняют езду вперед одновременно двумя руками - 2932 ± 184 (м) и повороты на месте двумя руками - $103,3 \pm 14,3$ (м).

Игроки функционального класса 2-2,5 выполняют больше за другие классы езду вперед со смешанной работой рук - 197 ± 38 (м) и езду вперед восьмиобразным движением туловища - 280 ± 54 (м), остановки одной рукой - $8,9 \pm 3,5$ раз, все повороты в движении: двумя руками - $129,1 \pm 15,2$ раза, одной рукой - $43,7 \pm 10,4$ раза, без рук $16,3 \pm 5,1$ раз и повороты на месте: одной рукой - $21,4 \pm 9,6$ раз, без рук - $7,3 \pm 2,3$ раза. Для игроков функционального класса 4-4,5 более характерна езда вперед с попеременной работой рук - 344 ± 68 (м), езда вперед толчкообразным движением туловища - 32 ± 12 (м), езда назад одновременно двумя руками и одной рукой - 136 ± 64 (м) и 32 ± 16 (м) соответственно, остановка двумя руками - $137,8 \pm 8,2$ раза, подъем коляски - $5,2 \pm 2,4$ раза и прыжок - $1,7 \pm 0,9$ раз.

Выводы:

- проведя анализ применения элементов техники владения баскетбольной коляской в соревновательной деятельности игроков разных функциональных классов можно отметить, что самыми частыми способами в управлении игровой коляской являются действия, при которых спортивная коляска контролируется двумя руками. Это подтверждается тем, что при перемещении по площадке игроки используют чаще всего езду вперед одновременно двумя руками, остановку двумя руками, поворот в движении и на месте двумя руками;

- все игроки, вне зависимости от их функционального класса, должны овладевать базовыми элементами техники владения баскетбольной коляской, какими является езда вперед одновременно двумя руками, попеременно руками и смешанная работа рук, езда назад одновременно двумя руками, остановки двумя руками, повороты на месте двумя руками, повороты в движении одной и двумя руками;

- немаловажным моментом является применение в соревновательной деятельности и других способов в управлении баскетбольной коляской. Поэтому игроки должны по мере возможности овладевать всеми элементами и способами в управлении баскетбольной коляской;

- спортсмены должны научиться быстро и точно выполнять двигательные действия, уметь правильно выбирать самый рациональный способ выполнения. Это позволит повысить рост индивидуального мастерства каждого игрока, разностороннее использование его индивидуальных способностей, и расширить диапазон и вариативность в управлении баскетбольной коляской;

- количественное применение всех элементов техники владения баскетбольной коляской в соревновательной деятельности игроками разных функциональных классов, также связано со многими и другими факторами:

во-первых – с функциональным классом игрока, его двигательными и функциональными возможностями, скоростно-силовой подготовленностью;

во-вторых – с тактическим замыслом игры команды и тактики игры соперника. Стремление завладеть игровой инициативой, не позволить соперникам свободно получать и контролировать мяч, разыгрывать заранее предусмотренные комбинации, будет увеличивать количество силовых противоборств и жесткую опеку нападающих игроков, что в свою очередь увеличит количество применения таких элементов техники владения баскетбольной коляской как: остановки, повороты в движении и на месте. Нацеленность команды на стремительные атаки, и особенно в ответ на результативный прорыв соперника, будет вести к увеличению количества применения таких элементов техники как езда вперед и повороты в движении двумя руками, которые позволят игроку выполнять рывки и ускорения с максимальной скоростью и максимальной быстротой;

в-третьих – с эргономическими показателями коляски, которые должны максимально соответствовать индивидуальным параметрам, двигательным возможностям каждого игрока и его амплуа.

Устройство для измерения показателей силы различных мышечных групп человека

Гулидин П.К., канд. пед. наук, доцент
Кабанов Ю.М., канд. пед. наук, доцент
Трущенко В.В., доцент

*Витебский государственный университет им. П.М. Машерова
Витебск, Беларусь*

Разработанная полезная модель относится к средствам для спортивных измерений и может быть использована для измерения показателей силы различных мышечных групп человека.

Устройство содержит платформу с закрепленными на ней направляющими, на которых с возможностью перемещения установлены вертикальные стойки с перекладинами, на одной из которых находится скользящий зажим с крючком для крепления динамометра с поясом; при этом, измерение показателя силы мышц происходит при выполнении испытуемым тягового движения, прилагаемого к поясу динамометра в различных исходных положениях.

Результат измерений достигается тем, что перемещая стойки и перекладины устройства, изменяя положение динамометра при выполнении вертикальной или горизонтальной тяги происходит измерение силы мышц тела в различных исходных положениях испытуемого.

Техническая сущность полезной модели (рисунок 1) поясняется чертежом, на котором изображен общий вид устройства, где 1 – платформа, 2 – горизонтальные направляющие, 3 – вертикальные стойки, 4 – перекладины, 5 – зажим с крючком, 6 – динамометр, 7 – пояс.

Устройство для измерения показателей силы различных мышечных групп человека состоит из платформы 1 с направляющими 2, на которых подвижно крепятся вертикальные стойки 3 с перекладинами 4. Скользящий зажим с крючком 5 для крепления динамометра 6 с поясом 7 устанавливается на одной из

перекладин 4 в зависимости от измеряемого показателя силы мышц и исходного положения тела испытуемого.

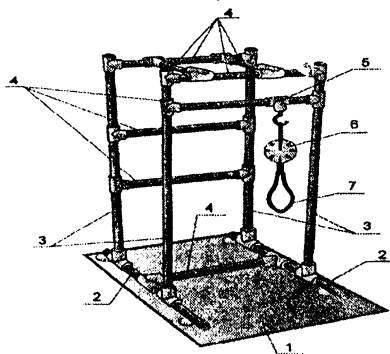


Рисунок 1 - Устройство для измерения показателей силы мышечных групп человека

Варианты использования устройства и выполнения измерений показателей силы мышц из различных исходных положений схематично изображены на рисунке 2. Поступательные движения испытуемого обозначены стрелкой. Во всех вариантах испытуемый находится внутри устройства, изменяя положение тела в зависимости от измеряемого показателя силы мышц.

В варианте А испытуемый принимает исходное положение стоя на опорной ноге, другая нога поднята вперед и согнута в коленном суставе. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок скользящего зажима 5 на перекладине 4 снизу под бедром согнутой ноги, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется на бедре поднятой ноги возле коленного сустава. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой ногой вверх. При этом измеряется сила мышц сгибателей бедра.

В варианте Б испытуемый принимает то же исходное положение, что и в варианте А. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4 сверху над бедром согнутой ноги, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется под бедром поднятой ноги возле коленного сустава. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой ногой вниз. Измеряется сила мышц разгибателей бедра.

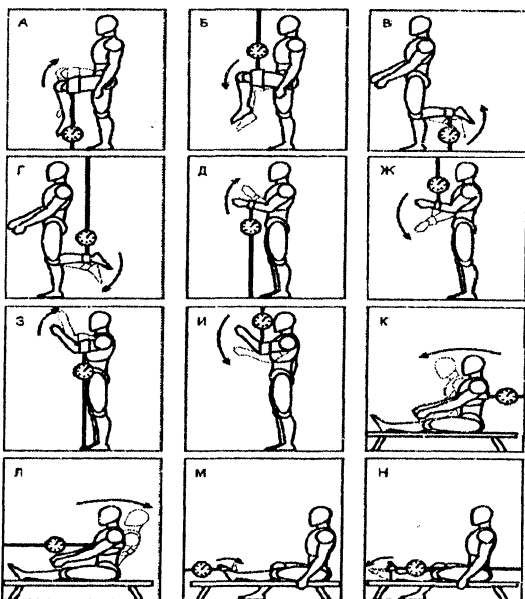


Рисунок 2 - Варианты использования устройства

В варианте В испытуемый принимает исходное положение стоя на опорной ноге, другая нога согнута в колене назад. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4 снизу под голеностопным суставом согнутой ноги, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется сверху на голеностопном суставе поднятой ноги. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой ногой вверх. Измеряется сила мышц сгибателей голени.

В варианте Г испытуемый принимает тоже исходное положение, что и в варианте В. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4 сверху над голеню согнутой ноги, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется снизу под голеню согнутой ноги. Испытуемый исполняет тяговое движение согнутой ногой вниз. Измеряется сила мышц разгибателей голени.

В варианте Д испытуемый принимает исходное положение, стоя на двух ногах, одна рука прижата к туловищу вдоль тела, другая

согнута в локтевом суставе вперед. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, установленной на уровне коленей снизу под согнутой рукой, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется сверху на лучезапястном суставе согнутой руки. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой рукой вверх. Измеряется сила мышц сгибателей предплечья.

В варианте Ж испытуемый принимает то же исходное положение, что и в варианте Д. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, расположенной сверху над кистью согнутой руки, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется снизу под лучезапястным суставом согнутой руки. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой рукой вниз. Измеряется сила мышц разгибателей предплечья.

В варианте З испытуемый принимает исходное положение, стоя на двух ногах, одна рука прижата к туловищу вдоль тела, другая поднята вперед и согнута в локтевом суставе вверх. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, установленной на уровне коленей снизу под согнутой рукой, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется сверху на плече возле локтевого сустава согнутой руки. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой рукой вверх. Измеряется сила мышц сгибателей плеча.

В варианте И испытуемый принимает то же исходное положение, что и в варианте З. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, расположенный сверху над локтевым суставом согнутой руки, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется под плечом возле локтевого сустава согнутой руки. Испытуемый выполняет тяговое движение согнутой рукой вниз. Измеряется сила мышц разгибателей плеча.

В варианте К испытуемый принимает исходное положение сидя на гимнастической скамейке, руки произвольно. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, расположенной за спиной испытуемого на уровне груди, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется на уровне грудного отдела туловища испытуемого. Испытуемый выполняет тяговое движение, наклоняя туловище вперед. Измеряется сила мышц сгибателей туловища.

В варианте Л испытуемый принимает то же исходное положение, что и в варианте К. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, расположенной перед испытуемым на уровне груди, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется на уровне грудного отдела туловища испытуемого. Испытуемый выполняет тяговое движение, отклоняя туловище назад. Измеряется сила мышц разгибателей туловища.

В варианте М испытуемый принимает исходное положение, сидя на гимнастической скамейке, одна нога выпрямлена и находится на скамейке, другая согнута в колене и опущена вниз, руки произвольно. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4, расположенной перед испытуемым на уровне стопы, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется сверху на стопе в верхней ее части. Испытуемый выполняет тяговое движение стопой сгибая ее на себя. Измеряется сила мышц сгибателей стопы.

В варианте Н испытуемый принимает то же исходное положение, что и в варианте М. Динамометр 6 одним концом крепится за крючок зажима 5 на перекладине 4 за спиной испытуемого на уровне пояса, вторым концом пояс 7 от динамометра 6 фиксируется за тыльную поверхность стопы в верхней ее части. Испытуемый выполняет тяговое движение, стопой разгибая ее от себя. Измеряется сила мышц разгибателей стопы.

Полезная модель позволяет измерить силу различных мышечных групп для получения информативных показателей, характеризующих уровень физической подготовленности человека.

Представленное выше устройство промышленно применимо, так как изготавливается на стандартном оборудовании с использованием доступных материалов.

Общие закономерности адаптации нервно-мышечного аппарата спортсменов - паралимпийцев к дозированной вибрационной тренировке

Михеев А.А.¹, д-р фел. наук, д-р биол. наук, доцент
Борщ М.К.¹, Михеев Н.А.²

¹*НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь*

²*Академия МВД Республики Беларусь, Минск, Беларусь*

В настоящее время актуальной является проблема исследования дополнительных тренирующих методов воздействия на организм, дающих возможность эффективно развивать физические качества, необходимые для обеспечения высокого соревновательного результата спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения, но при этом безопасные для состояния их здоровья. Одним из таких методов является дозированная вибрационная тренировка (ДВТ) [1–4]. Известно, что метод дозированной вибрационной тренировки на основе механической вибромиостимуляции относится к эргогенным средствам спортивной подготовки, то есть к стимуляторам функций организма, и включает в себя систему средств и методических приемов. Главная идея применения этого метода состоит в том, что краткосрочные дозированные вибринагрузки стимулируют нервно-мышечный аппарат, вызывая физиологические реакции, лежащие в основе развития физических качеств вообще и силовых возможностей в частности. Очевидно, биологической основой позитивных изменений является наличие в организме человека своеобразного "частотного коридора", при попадании в который генерируемый извне сигнал любой этиологии приводит к эффекту биологического резонанса [5–8]. Вместе с тем, вибрационные упражнения, которые выполняются без дополнительных внешних отягощений, являются щадящими для организма спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения.

Цель исследования заключалась в изучении общих закономерностей адаптации нервно-мышечного аппарата спортсменов - паралимпийцев с глубоким нарушением зрения к

дозированной вибрационной тренировке на основе данных суммарной электромиограммы.

Исследования суммарной биоэлектрической активности мышц проводились при помощи компьютеризированного комплекса "МБН-Нейромиограф" (НМВ-02). Методы математической статистики применялись для обработки информации, полученной в результате 176 наблюдений в динамике, с целью оценки достоверности полученных данных. Все расчеты производились согласно общепринятым требованиям математико-статистической обработки.

В исследовании приняли участие 21 спортсмен-паралимпиец с глубоким нарушением зрения. В соответствии с планом последовательного педагогического эксперимента спортсмены выполняли две тренировочные программы – экспериментальную и контрольную. Экспериментальная двухнедельная программа тренировки включала 6 тренировок с использованием метода вибромиостимуляции, а контрольная с использованием равноценных традиционных тренировочных занятий. В процессе выполнения обеих программ проводилась регистрация и анализ поверхностной ЭМГ (*m. biceps femoris*) и (*m. rectus femoris*) в режиме максимального произвольного мышечного сокращения и после серии выполнения вибрационных и традиционных упражнений.

В таблице 1 приведены среднегрупповые показатели ЭМГ *m. biceps femoris* при выполнении традиционной и экспериментальной программ. До начала экспериментальной программы при произвольном максимальном мышечном сокращении максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ у спортсменов составила $3198,5 \pm 252,4$ мкВ, средняя амплитуда $1022,1 \pm 298,6$ мкВ, средняя частота $47,3 \pm 2,2$ Гц.

До начала контрольной программы максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ составила $3083,6 \pm 241,9$ мкВ, средняя амплитуда $1121,0 \pm 226,1$ мкВ, средняя частота $48,3 \pm 3,7$ Гц. Параметры ЭМГ *m. biceps femoris* при произвольном максимальном мышечном напряжении у спортсменов в процессе выполнения экспериментальной программы имели тенденцию к увеличению. Максимальная амплитуда ЭМГ достоверно ($p < 0,05$) возросла после 3-го занятия и 6-го занятия. Через 4 недели зафиксировано

уменьшение показателей максимальной амплитуды относительно 3-го тестирования. Показатели средней амплитуды имели аналогичную динамику. Параметры средней частоты находились в рамках популяционной нормы и значительных отличий между сериями занятий не имели.

Таблица 1 - Среднегрупповые показатели ЭМГ m. biceps femoris спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения в режиме максимального произвольного напряжения при выполнении экспериментальной и контрольной тренировочных программ

Экспериментальная программа				
Параметры ЭМГ	Показатели при максимальном произвольном сокращении мышц ($\bar{X} \pm \sigma$)			
	1	2	3	4
	Максимальная амплитуда, мкВ	3198,5±252,4	3756,6±201,3+	3885,7±211,1+
Средняя амплитуда, мкВ	1022,1±98,6	1195,6±71,8+	1203,4±67,8+	1116,5±74,8
Средняя частота, Гц	47,3±2,2	48,9±1,3	51,2±2,1	48,4±2,8
Контрольная программа				
Максимальная амплитуда, мкВ	3083,6±241,9	3099,1±198,8*	3105,7±202,0*	3112,2±215,8
Средняя амплитуда, мкВ	1121,0±56,1	1187,1±68,8	1054,4±77,9*	1100,0±87,8
Средняя частота, Гц	48,3±3,7	48,4±2,8	47,9±2,3	47,7±7,8

Примечания:

1 – показатели до эксперимента,

2 – показатели после 3-й серии стимуляций,

3 – показатели после 6-й серии стимуляций,

4 – показатели через 4 недели после завершения стимуляций;

* – достоверные различия между показателями ЭМГ при выполнении экспериментальной и контрольной программ ($p < 0,05$)

+ – достоверные различия между данными 1 – 4 тестирований ($p < 0,05$)

Таблица 2 отражает динамику среднегрупповых показателей ЭМГ m. rectus femoris спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения при выполнении динамических упражнений в

процессе экспериментальной и контрольной тренировочных программ.

Таблица 2 - Среднегрупповые показатели ЭМГ m. rectus femoris спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения при выполнении динамических упражнений в процессе экспериментальной и контрольной тренировочных программ

Параметры ЭМГ	Экспериментальная программа			
	Показатели при максимальном произвольном сокращении мышцы ($\bar{X} \pm \sigma$)			
	1	2	3	4
Максимальная амплитуда, мкВ	2145,2±118,3	2603,1±143,2+	2711,3±201,2+	2411,3±215,3
Средняя амплитуда, мкВ	571,1±20,8	695,3±33,5+	731,1±34,5+	628,2±29,8
Средняя частота, Гц	48,4±2,2	49,1±2,5	60,2±2,3+	49,2±3,4
Контрольная программа				
Максимальная амплитуда, мкВ	2021,7±132,3	2098±141,1*	2112,1±128,6*	2107,4±152,1
Средняя амплитуда, мкВ	557,7±26,6	528,5±36,1*	535,9±32,1*	542,7±6,6*
Средняя частота, Гц	50,3±2,6	48,4±3,1	48,9±3,2	49,7±5,7

Примечания:

1 – показатели до эксперимента,

2 – показатели после 3-й серии стимуляций,

3 – показатели после 6-й серии стимуляций,

4 – показатели через 4 недели после завершения стимуляций;

* – достоверные различия между показателями ЭМГ при выполнении экспериментальной и контрольной программ ($p < 0,05$)

+ – достоверные различия между данными 1 – 4 тестирований ($p < 0,05$)

До начала экспериментальной программы при произвольном максимальном мышечном сокращении максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ у спортсменов составила 2145,2±118,3 мкВ, средняя амплитуда 571,1± 20,8, средняя частота 48,4±2,2 Гц. В контрольной программе максимальная амплитуда интерференционной ЭМГ составила 2021,7±132,3 мкВ, средняя амплитуда 557,7± 26,6 мкВ, средняя частота 50,3±2,6 Гц.

Для сравнения показателей ЭМГ *m. rectus femoris* в процессе выполнения упражнений при выполнении экспериментальной и контрольной тренировочных программ представлены данные, полученные после 3-го стимуляционного занятия, так как именно после 3-х серии наблюдались максимальные приросты показателей. При выполнении динамических упражнений для мышц бедра наблюдалась тенденция к увеличению всех показателей суммарной ЭМГ. Параметры ЭМГ *m. rectus femoris* при произвольном максимальном мышечном сокращении у спортсменов экспериментальной группы имели тенденцию к увеличению. Максимальная и средняя амплитуда ЭМГ, достоверно ($p < 0,05$) возросли после 3-го занятия на и 6-го занятия, тогда как частотные характеристики лишь после 6 серии.

В целом полученные данные суммарной ЭМГ являются показателем возросших силовых возможностей исследуемых мышц после выполнения экспериментальной программы тренировки. Как следует из приведенных в таблицах данных, после выполнения контрольной тренировочной программы достоверных изменений изучаемых показателей не произошло.

Тот факт, что у спортсменов регистрировались высокие параметры средней и максимальной амплитуды при нормальных значениях частотных характеристик свидетельствует о значительной активизации высокопороговых двигательных единиц мышц пояса нижних конечностей и возможности этих мышц проявлять значительные усилия. В целом, увеличение на ЭМГ числа высоких осцилляций сопровождается наиболее согласованным возбуждением мышечных волокон и указывает на улучшение функционального состояния нервно-мышечного аппарата.

На основании полученных данных можно сделать вывод о том, что динамика биоэлектрической активности нервно-мышечного аппарата по показателю произвольного максимального мышечного сокращения в серии, состоящей из 6-и тренировок, отличается от динамики показателей биоэлектрической активности мышц, полученных в процессе выполнения вибрационных упражнений.

Наибольший прирост показателей суммарной ЭМГ при выполнении вибрационных упражнений происходит в интервале между первым и третьим занятием, после чего наблюдается

стабилизация, либо некоторое незначительное снижение показателя. Параметры ЭМГ во время выполнения произвольного максимального мышечного сокращения, напротив, достигают максимума после выполнения полного курса стимуляций, состоящего из 6-и тренировок.

Очевидно, такое соотношение отражает объективно существующую полиуровневую иерархию адаптационных процессов в ответ на предлагаемую нагрузку в виде вибрационного упражнения (ВУ). Действительно вибрация по механизму спинномозгового безусловного рефлекса вызывает тонический вибрационный рефлекс, суть которого состоит в рекрутировании максимального количества ДЕ, так же как при выполнении упражнений силового характера. На электромиограмме это фиксируется как немедленное максимальное увеличение частотных и амплитудных характеристик стимулируемых мышц, что является отражением процесса адаптации на первом, системном, уровне. Динамика параметров ЭМГ при произвольном максимальном мышечном сокращении отображает процессы адаптации, происходящие на более высоком, организменном уровне, которые хронологически первично фиксируются как улучшение физических качеств и вторично – как улучшение спортивного результата. Постепенное увеличение физических качеств является процессом, обусловленным первичной мобилизацией большого количества ДЕ и соответствующей стимуляцией гормональной секреции, которая разворачивается во времени с некоторым запаздыванием. Последним в хронологической цепи описываемых событий стоит соревновательный результат, который свою очередь зависит от того, насколько быстро произойдет педагогическое согласование возросшего уровня физических качеств и спортивной техники.

Таким образом, можно сказать, что первый уровень адаптации, являясь базовым, связан с внутренними процессами, происходящими в мышцах, и определяется только с помощью электрофизиологических методов исследования. На втором уровне результаты адаптации тренировочной работы фиксируются с помощью педагогических средств, поскольку имеют внешние проявления в виде параметров двигательного действия и соревновательного результата.

Выводы:

- дозированная вибрация, на фоне которой выполняются как статические, так и динамические упражнения, является фактором, стимулирующим дополнительное увеличение частотных и амплитудных характеристик ЭМГ мышц нижних конечностей по сравнению со значениями этих характеристик, фиксируемых при выполнении традиционных упражнений без применения вибрации;
- силовые возможности мышц возрастают как при использовании статических вибрационных упражнений в режиме растягивания, так и с применением динамических вибрационных упражнений в повторном режиме;
- при отсутствии поддерживающей программы стимуляции биоэлектрическая активность нервно-мышечного аппарата уменьшается до исходных значений в течение 4-х недель.

1. Михеев, А.А. Стимуляция биологической активности как метод управления развитием физических качеств спортсменов : в 2ч. / А.А. Михеев.– Мн., 1999. – 398 с.

2. Михеев, А.А. Развитие физических качеств спортсменов с применением метода стимуляции биологической активности организма: дисс. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / А.А. Михеев – М., 2004. – 424 с.

3. Михеев, А.А. Биологические основы дозированной вибрационной тренировки спортсменов : монография / А.А. Михеев – Мн. : БГУФК, 2006. – 240 с.

4. Bosco, C. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles / C. Bosco, M. Cardinale, O. Tsarpela // *European Journal of Applied Physiology*. – 1999. – N 79. – P. 306–311.

5. Bosco, C. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure / C. Bosco [etc.] // *Clinical Physiology*. – 1999. – N 19. – P. 183–187.

6. Cardinale, M. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies / M. Cardinale, J. Lim // *Journal of Strength and Conditioning Research*. – 2003. – N 17 (3). – P. 621–624.

7. Delecluse, C. Strength increase after whole body vibration compared with resistance training / C. Delecluse, M. Roelants, S. Verschueren // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 2003. – N 35. – P. 1033–1041.

8. Desmedt, J.E. Mechanisms of vibration-induced inhibition or potentiation: Tonic vibration reflex and vibration paradox in man / J.E. Desmedt // *Advanced Neurology*.- 1983. – N 39. – P. 671–683.

УДК 796.022.012

Проектирование нестандартного оборудования спортивных плоскостных сооружений

Бельский И.В.¹ д-р пед. наук, профессор

Петровская О.Г.¹, Петровский Д.Н.²

¹*Белорусский национальный технический университет*

²*ОАО «Амкодор», Минск, Беларусь*

Целью работы было проектирование модельного ряда учебно-методических комплексов на базе УМК-1 [1] для развития более широкого спектра физических качеств, формирования различных двигательных навыков и реабилитации. Применение опытной партии УМК-1 в учебно-тренировочном процессе БНТУ позволило значительно расширить вариативный компонент учебных и самостоятельных занятий с соблюдением методики тренировки, норм и требований техники безопасности.

Предлагаемые авторами учебно-методические комплексы УМК-2 и УМК-3 предназначены для развития и поддержания силы и выносливости мышц пояса верхних, нижних конечностей и туловища. Создаваемая с их помощью тренировочная нагрузка обеспечивается за счет преодоления веса собственного тела. Одним из положительных аспектов использования комплексов является возможность варьирования нагрузки, подбор места занятия с учетом антропометрических данных, отсутствие истираемых элементов конструкции, а так же высокая пропускная способность.

Комплексы могут быть использованы в качестве средства общей и специальной физической подготовки в большинстве видов спорта,

где к действиям мышц пояса верхних и нижних конечностей и туловища предъявляются высокие требования, а также в процессе подготовки к специфическим видам деятельности. В процессе занятий на учебно-методических комплексах происходит развитие двигательных качеств и навыков: силы, скоростно-силовой выносливости, силовой выносливости, сопряженного развития навыков и качеств, восстановление двигательных функций.

Анализ теории и практики конструирования нестандартного оборудования для спортивных плоскостных сооружений позволяет сформулировать следующие основные принципы создания данного типа оборудования [2-6]:

- создание оборудования должно быть теоретически обоснованно как с конструктивной, так и с педагогической точки зрения;

- методически оборудование должно способствовать совершенствованию необходимых качеств и навыков спортсмена без ущерба его безопасности;

- создаваемое оборудование должно позволять совершенствоваться как можно большее число качеств и навыков;

- оборудование должно отвечать требованиям техники безопасности, стандартизации, технической эстетики и эргономики;

- оборудование должно быть достаточно простым в освоении с возможностью его многократного применения и оперативной замены отдельных составных частей;

- при конструировании нестандартного оборудования следует предвидеть возможности его дальнейшего развития и совмещения с другими приспособлениями;

- оборудование должно обладать минимальными размерами, без ущерба технических и методических характеристик, и по необходимости – мобильным.

В отличие от имеющихся аналогов («Vasil» (Украина) и ИнтерАтлетика (Россия) и т.д.) разработанные с соблюдением данных принципов учебно-методические комплексы, позволяют произвольно трансформировать комплектацию мест занятий с учетом целей и задач учебного процесса, не зависимо от погодных условий, т.к. являются мобильными и накрыты навесом.

Методы и организация процесса проектирования учебно-методических комплексов УМК-2 и УМК-3:

1. Разработка технических требований:

- технические требования к изделию;
- конструктивные особенности;

2. Разработка технического задания на проектирование:

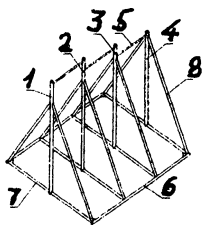
- предварительная компоновка;
- подбор и согласование комплектующих;
- технологические требования к изготовлению;

3. Разработка конструкторской документации:

- детализация;
- окончательная компоновка;
- выдача конструкторской документации.

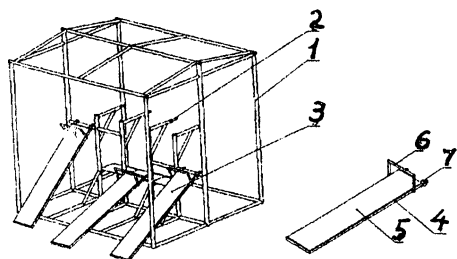
УМК-2 является мобильным комбинированным тренировочным устройством, состоящим из разновысокой перекладины (рисунок 1) и крытого комплекса брусьев с разновысокими навесными досками (рисунок 2).

УМК-3 является мобильным комбинированным тренировочным устройством, состоящим из разновысокой перекладины, крытого комплекса брусьев с разновысокими навесными досками для тренировки мышц-разгибателей спины и крытого комплекса стоек со штангами (рисунок 3, 4).



1,2,3,4 – стойка; 5 – перекладина; 6,7 – основание; 8 – стяжка

Рисунок 1 – Общий вид разновысокой перекладины УМК-2



1 – каркас; 2 – брусья различной ширины; 3 - навесные разновысокие наклонные доски; 4 – рама; 5 – доска; 6 – ручка; 7 – прижим

Рисунок 2 – Общий вид крытого комплекса УМК-2

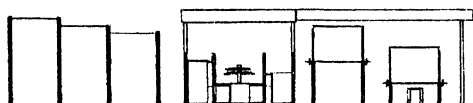


Рисунок 3 – Общий вид крытого комплекса УМК-3 из перекладины с брусьями

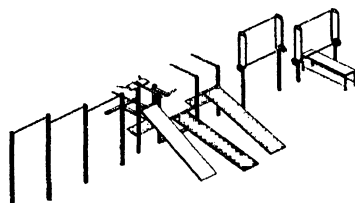


Рисунок 4 – Общий вид крытого комплекса УМК-3 со стойками и штангами

При подготовке комплексов к работе следует проверить основные узлы конструкции на предмет соответствия технике безопасности и гигиеническим требованиям.

Методика тренировки с использованием комплексов УМК-2 и УМК-3 строится с учетом возраста, физической подготовленности и состояния здоровья занимающихся. Комплекс может использоваться

при проведении как индивидуальных, так и групповых занятий. Занятия на них рекомендуется проводить не реже трех раз в неделю, как в процессе разминки, так и в основной части при решении задач, связанных с развитием физических качеств и освоением техники двигательных действий.

1. Бельский, И.В. Разработка нестандартного оборудования спортивных плоскостных сооружений / И.В. Бельский, О.Г. Петровская, Д.Н. Петровский // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 1-2 декабря 2011 г. / Бел. нац. техн. ун-т. ; редкол. : И.В. Бельский [и др.].- Минск, 2011. – С. 50-54.

2. Водлозеров, В.Е. Тренажеры локально направленного действия / В.Е. Водлозеров. – Киев: Издательский центр КГМУ, 2003. – 102 с.

3. Евсеев С.П. Тренажеры в гимнастике : учеб. пособие для высш. и сред. спец. физкультур. заведений / Евсеев С.П. - М. : Физкультура и спорт, 1992. - 251 с.

4. Зациорский, В.М. Физические качества спортсмена: учеб. для студентов вузов / В.М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1970. – 200 с.

5. Лейкин, М.Г. Научное обоснование и создание спортивно-оздоровительных тренажеров : дис. ... д-ра пед. наук в виде научного доклада / М. Г. Лейкин. – М., 1994. – 120 с.

6. Ратов, И.П. Перспектива преобразования системы подготовки спортсменов на основе использования технических средств и тренажеров / И.П. Ратов // Теория и практика физической культуры. - 1996. – № 10. – С. 60-70.

Разработка средства экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы спортсмена по данным осциллометрии

Шевцов В.В.¹, Шилько С.В.², канд. техн. наук, доцент
Кузьминский Ю.Г.²

*¹Белорусский университет транспорта, г.Гомель, Беларусь
²ГНУ Институт механики металлополимерных систем
им. В.А. Белого НАН Беларуси, г.Гомель, Беларусь*

При наличии большого ассортимента медицинских тонометров для регистрации основных параметров гемодинамики (артериального давления и частоты пульса) ощущается потребность в аппаратных средствах расширенной диагностики и мониторинга состояния сердечно-сосудистой системы спортсменов. Такие специализированные тонометры могут стать важным компонентом адаптивных тренажеров и средств индивидуальной реабилитации для спортивных клубов и национальных команд в различных видах спорта.

К настоящему времени в ИММС НАН Беларуси разработан оригинальный [1] метод биомеханической диагностики сердечно-сосудистой системы, реализованный в программном обеспечении «БИОДИС» [2]. Метод показал возможность быстрого определения ряда параметров гемодинамики состояния сердца и сосудов, в т.ч. обобщенных показателей (индексов), широко используемых при оценке физической подготовки и адаптационных возможностей спортсменов. Источником данных для расчета гемодинамических параметров является процедура осциллометрии.

Ниже рассматриваются аспекты разработки специализированного программно-аппаратного средства «СПАС», включающего вышеназванное программное обеспечение и функциональные блоки соответствующего электронного устройства (рисунок 1).

В блоке обработки первичного сигнала используется окклюзионная манжета, размещаемая на предплечье обследуемого. Регулирование давления в манжете производится микрокомпрессором, позволяющим точно задавать внешнее

воздействие на артерию, необходимое для реализации процедуры осциллометрии.

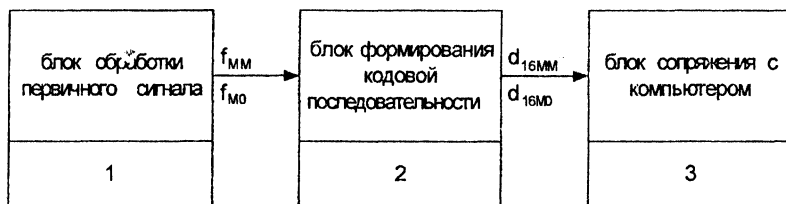


Рисунок 1 - Функциональные блоки аппаратной части «СПАС»

Для регистрации давления служит емкостный датчик, включенный в цепь генератора, формирующего последовательность сигналов для дальнейшего анализа. При изменении давления в манжете изменяется емкость конденсатора и, пропорционально, частота задающего генератора. Данный способ получения первичной информации применяется в большинстве приборов для измерения давления неинвазивным способом. К его достоинствам относится невысокая стоимость, возможность быстрого определения давления и высокая надежность. Недостатком является чувствительность к внешним помехам, что требует экранирования либо применения мостовых схем.

После аналого-цифрового преобразования сигнала формируется числовой массив. Алгоритмы обработки и анализа экспериментальных данных реализуются в программной части «СПАС».

Преобразование сигнала заключается в разбиении промежутка измерения $t_{\text{изм}}$ на отдельные временные интервалы (рисунок 2), длительность которых зависит от параметров генератора и датчика; в частности, в нашем случае оптимальная продолжительность, найденная в серии экспериментов, составила 2 мс. Для анализа изменения частоты производится разбиение всего промежутка измерения на отдельные участки фиксированной длительности (рисунок 2); частота определяется количеством импульсов на заданном участке исходя из соотношения $F_y \sim N_{\text{и}}$.

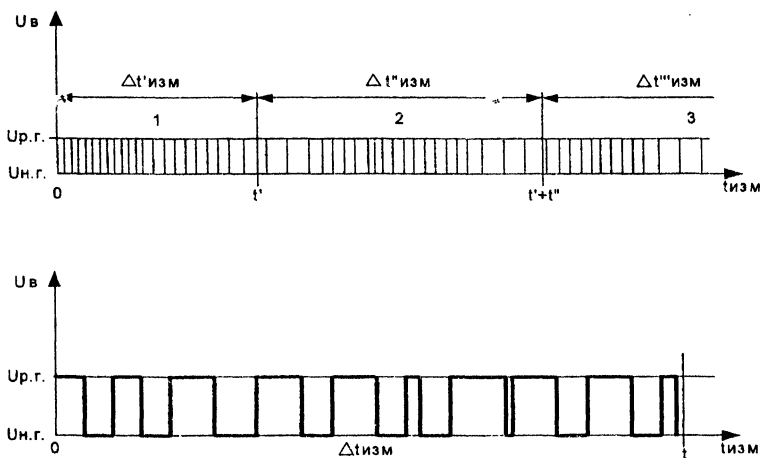


Рисунок 2 - Временная последовательность сигналов

Так как сигнал принимается с генератора с фиксированным диапазоном рабочих частот $f_{\text{МО}} \cdot f_{\text{ММ}}$, его преобразование осуществляется в блоке сопряжения с компьютером.

Точность измерений повышается с увеличением длительности измерения, но при этом теряется «результативность» (объем информации), которая пропорциональна числу измерений в единицу времени. При максимальной «результативности», соответствующей периоду измерений $1/f_{\text{ГЕН}}$, где $f_{\text{ГЕН}}$ – частота генератора, точность стремится к нулю (рисунок 3). Разрабатываемое средство предназначено для работы в режиме реального времени.

Основным компонентом блока сопряжения является микроконтроллер типа PIC16f8XX. В данном случае выбран PIC16f870i/sp, который выполняет основные функции по формированию числового массива для последовательного интерфейса. В качестве входной информации используются данные с входного генератора. Микроконтроллер с помощью внутренней программы производит математическую обработку изменяющихся частотных параметров для создания массива данных в формате,

необходимом для формирования пакетов передачи в модуле USART. При объединении расчетных промежутков формируется общая временная зависимость давления в манжете.

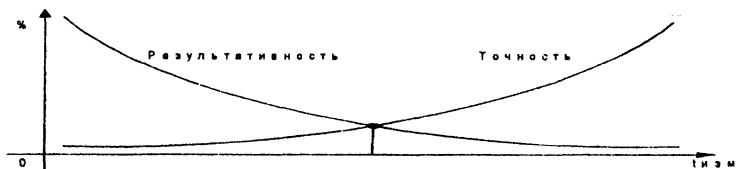


Рисунок 3 - Соотношение результативности и точности в зависимости от длительности измерений

Для частоты внешнего генератора $f_{\text{ММ}} = 1300$ кГц длительность периода, определяемая соотношением $T_{\text{к}} = 1/f_{\text{ГЕН}}$, равна 770 нс. Следовательно, при длине измерительного интервала 500 мс, число счетных импульсов на всем измерительном диапазоне составит 650000. Фактическая точность будет меньше в два раза. Для верхней и нижней границы давления экспериментально были найдены значения частоты 1 МГц и 1,3 МГц соответственно; таким образом, ширина частотного диапазона составляет 0,3 МГц.

Разрабатываемое специализированное программно-аппаратное средство «СПАС» призвано дополнить существующие инструментальные методы диагностики состояния сердечно-сосудистой системы, позволяя более полно оценить адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы спортсменов и оптимизировать тренировочные режимы.

1. Яблучанский, Н.К. Основы практического применения неинвазивной технологии исследования регуляторных систем человека / Яблучанский Н.К, Мартыненко А.В., Исаева А.С. – Харьков, Основа, 2000. – 88 с.

2. Компьютерная программа БИОДИС V2.2 : свидетельство о регистрации №166 от 05.05.2010 / Ю.Г. Кузьминский, С.В. Шилько; заявка С20100043 от 23.04.2010 // Реестр зарег. комп. программ / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці.- Минск. – 2010.

3. Шилько, С.В. Программно-аппаратный комплекс для мониторинга сердечно-сосудистой системы на основе тонометрии / С.В. Шилько, В.В. Шевцов // Приборы и методы измерений.– 2011. – № 2(3). – С. 53–60.

УДК 615.8:617.7

Методические принципы функционирования стрелкового тренажера

Кедяров А.П., серебряный призер XXI летних Олимпийских игр, Сагайдак Д.И., канд. ф-м. наук, доцент
НМУ «Республиканский центр проблем человека» Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь

Стрелковый тренажер предназначен для тренировки спортсменов и позволяет сопряженно формировать умения и навыки в таких действиях как: наведение оружия в зону прицеливания; действия по обработке спуска; управление параметрами дыхания и частоты сердечных сокращений.

Тренажер обеспечивает видеорегистрацию и визуализацию на экране монитора траектории и времени прицеливания; времени спуска и точности выстрела; амплитуды дыхательной экскурсии груди и живота; частоты и скважности пульса.

Результативность применения нового тренажера предопределяется специализированным алгоритмом предъявления спортсменам на экране и в наушниках последовательности базовых физических действий: зарядание оружия и визуализация предстоящих технических действий; управление дыханием; принятие исходного положения с переходом в изготовку для стрельбы; прицеливание (наведение оружия в район прицеливания); контроль пульса, обработка спуска; анализ пробойны (серии пробойн); восстановление ЧСС после выстрела (серии выстрелов). Синхронно с демонстрацией профессиональных действий предъявляются профессионально значимые компоненты психофизиологических состояний спортсмена: фронт дыхательной экскурсии; скважность и частота пульса и т.д.

Взаиморасположение компонентов и последовательность обучения технике выстрела показана на рисунке. Целостное результирующее действие разделено на основные компоненты техники выстрела – представленные последовательностью действий, положений и состояний стрелка (компоненты 1-6). Идеология и методология информирования и мобилизации спортсмена отражает последовательность пошаговых действий: 1 (заряжание) → 2 (изготовка) → 7 (связка) → 3 (дыхание) и т.д.

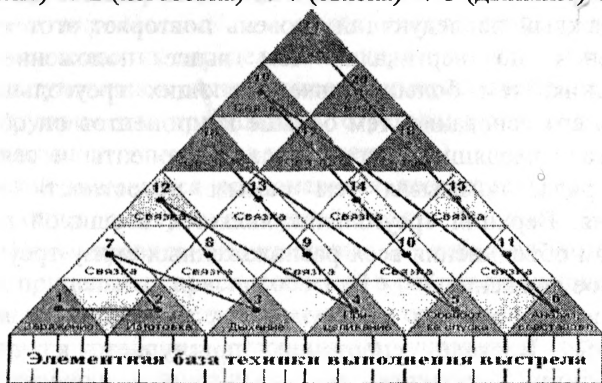


Рисунок - Взаиморасположение компонентов и последовательность обучения технике выстрела

Изучение каждого компонента требует от спортсмена сосредоточенности на своих действиях и их осмысления. Это необходимо для того, чтобы уметь осознанно выделить из общего движения определенную деталь (элемент), дать оценку чистоты ее выполнения и внести коррекцию, если это необходимо. Затем запомнить кинестетическое ощущение точно выполненного действия и суметь воспроизвести его.

Необходима активная визуализация целостного движения в выполнении выстрела и его кинестетическое восприятие. Регулярное использование визуализации технических действий с оружием на основе биообратных стабилизирующих связей, представление оптимального психофизического состояния в процессе выполнения упражнения формируют у спортсмена навыки

погружения в устойчивое психофизическое состояние, которое позволяет достичь высоких результатов на соревнованиях.

На втором ярусе каждый треугольник лежит на вершинах двух нижних, объединяя их в связку компонентов (в схеме они отличаются по цвету от нижнего яруса). При освоении части целостного технического действия, которым обозначен треугольник, все треугольники, на вершинах которых базируется однозначная связка, окрашены в соответствующий цвет (компоненты с 1-го по 13-й). Каждый последующий уровень повторяет этот же принцип размещения по вертикали. Чем выше положение занимает треугольник, тем больше нижеследующих треугольников-связок входят в его основание, тем больше компонентов он объединяет и окрашивает входящие в его состав компоненты и связки в цвет своего ряда, показывая тем самым целостность этой части движения. Верхний треугольник является вершиной пирамиды и символом объединения всех расположенных снизу треугольников в целостное движение.

Заряжание оружия и визуализация предстоящих технических действий. Вначале спортсмен приступает к визуализации предстоящих технических действий, представляя их согласованность в процессе выполнения выстрела, затем, заряжает оружие. Здесь следует отметить, что последовательность настроя на выстрел и само заряжание оружия стрелок определяет самостоятельно. Одному спортсмену важна предварительная самоорганизация до того, как он возьмется за оружие. Другому – лучше выполнять выстрел, когда никакие предварительные операции с оружием не отвлекают от последовательности намеченной «цепочки действий», то есть, зарядил оружие, настроился на выстрел, и выполнил его.

Мыслеобраз, а точнее, идеомоторику предстоящих действий нужно «видеть» как бы со стороны, по типу видеозаписи. Этот прием формируется на основе профессиональной видеозаписи лучших мастеров – прототипа для создания собственного стереотипа. Начинается активная визуализация целостного движения, личное выполнение и его кинестетическое восприятие.

Для формирования устойчивого видеобраза последовательности действий может использоваться и видеозапись действий самого

спортсмена, синхронизованная со слуховыми и зрительными соответствующими профессиональными рекомендациями.

Регулярное использование визуализации технических действий с оружием на основе биообратных связей, представление оптимального психофизического состояния в процессе выполнения упражнения формируют у спортсмена навыки погружения в устойчивое оптимальное состояние, которое позволяет достичь воспроизводимых высоких результатов на соревнованиях.

Принятие определенной изготровки (лежа, стоя, с колена) – зависит от выполнения определенного упражнения или его части и приведения туловища в оптимальное взаиморасположение системы «стрелок-оружие» для прицельной стрельбы (стоя, с колена для винтовочников и изготровки для пистолетчиков).

Изготровкой называется рациональная поза стрелка с оружием, обеспечивающая наилучшую устойчивость системы «стрелок-оружие». Цель правильной изготровки – добиться устойчивого положения прицельных приспособлений в районе прицеливания.

Остовом изготровки служит скелет спортсмена, а мышцы компенсируют колебания туловища и управляют оружием в процессе прицеливания. В каждом положении для стрельбы имеются требования, без выполнения которых сложно добиться каких-либо приемлемых результатов. Это касается удержания в определенной позе (положении), распределения общего центра тяжести веса стрелка и оружия, которое обеспечивает устойчивость системы «стрелок-оружие». В дальнейшем каждый спортсмен ищет «свою» изготровку, удобную лишь ему по параметрам своего тела. Поэтому в практике стрельбы на соревнованиях можно увидеть различные виды изготровок спортсменов, стреляющих из одного положения.

В изготровке требуется однообразное удержание оружия, так как от этого зависит стабильность траектории полета пули и в итоге – меткость стрельбы. Это требование относится ко всем изготкам – лежа, стоя и с колена.

Рассмотренные выше принципы формирования двух профессионально важных действий «заряжание» и «изготровка» с использованием визуализированных на экране параметров этих действий и сопровождающих эти действия психофизиологических

состояний воспроизводятся в соответствии с пирамидой последовательности связей, обеспечивающих требуемую точность и системную воспроизводимость пулевой стрельбы.

УДК 796.431.4.015

Тренажерное устройство для совершенствования маховых движений в опорной части прыжка с шестом

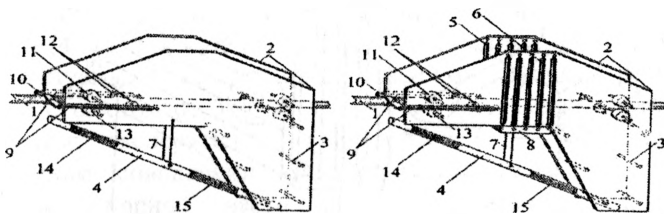
Ворон А.В., канд. пед. наук

*Белорусский национальный технического университета
Минск, Беларусь*

Тренажерное устройство (рисунок 1) устанавливается на гимнастическую перекладину (1). Корпус тренажерного устройства (2) имеет следующие габаритные размеры: ширина 0,76 м, глубина 0,1 м, высота 0,67 м. Шест устройства (4) длиной 0,79 м. Упругость блока пружин тренажера регулируется количеством входящих в его состав отдельных пружин (от 4 до 20 штук). Каждая из пружин блока длиной 0,285 м и жесткостью 196 Н/м имеет упругие свойства на растяжение.

Устройство работает следующим образом. Прыгун берется правой и левой руками за места захвата (14, 15) (рисунок 1). Затем осуществляется взмах ногами и туловищем вперед-вверх до конечного положения фазы «группировка» (рисунок 2). При этом шест (4) под действием центробежных и инерционных сил взмаха растягивает блок пружин (5, 6), а тренажер в целом продвигается вдоль перекладины (1), растягивая пружины (9) относительно фиксирующей клеммы (10).

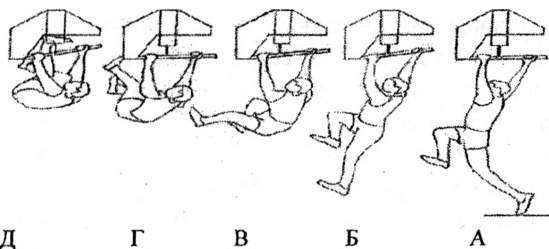
Видеосъемка в процессе эксперимента осуществлялась при помощи цифрового фотоаппарата, установленного на штатив и спроецированного перпендикулярно к объекту съемки. Частота видеосъемки – 60 кадров в секунду. Измерение углового положения частей тела испытуемых производилось в соответствии с правилами определения суставных углов [2] при посредстве импорта видеоизображений из видеoaрхива в программу «Adobe Photoshop» (инструмент программы «линия»).



А – для обучения технике взмаха на прямом шесте; Б – для обучения технике взмаха на эластичном шесте

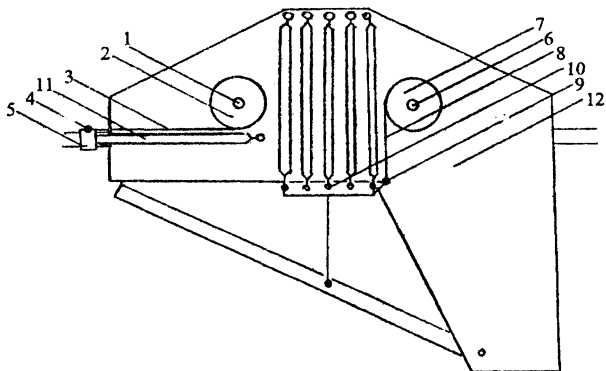
1 – гимнастическая перекладина; 2 – корпус устройства; 3 – соединительный болт; 4 – шест; 5, 6 – блоки «внутренних» и «внешних» вертикальных пружин; 7 – соединительная тяга; 8 – соединительная деталь; 9 – горизонтальные пружины; 10 – фиксирующая клемма; 11 – опорный ролик; 12, 13 – прижимные ролики; 14, 15 – места захвата

Рисунок 1 – Тренажерное устройство



А – положение прыгуна в момент отталкивания;
 Б – положение прыгуна в момент выполнения элемента движения «длинный мах»; В, Г – положение прыгуна в момент выполнения элемента движения «укорочение взмаха»; Д – положение прыгуна в момент окончания фазы «взмах»

Рисунок 2 – Выполнение взмаха с использованием тренажерного устройства



1 – датчик горизонтальных усилий; 2, 7 – шкив; 3, 8 – нить; 4, 9 – фиксатор;
 5 – фиксирующая клемма; 6 – датчик вертикальных усилий; 10 – блок пружин;
 11 – пружина; 12 – корпус устройства

Рисунок 3 – Комплекс измерительных приспособлений, установленных на тренажерном устройстве

Измерение временных границ фаз прыжка производилось при помощи воспроизведения цифровых файлов в программе захвата и обработки видео. Для показателей динамографии погрешность измерений вертикальной составляющей усилий не более $\pm 7,5$ Н, для горизонтальной составляющей усилий – не более $\pm 2,5$ Н.

Регистрация значений усилий, производимых при выполнении упражнений на тренажерном устройстве, производилась методом динамографии: параметры динамики усилий регистрировались при помощи датчиков (переменных резисторов), установленных на корпусе устройства (рисунок 3). При помощи данного комплекса измерительных приспособлений (рисунок 3) возможна не только регистрация параметров изменения вертикальной составляющей усилий (изменение длины блока пружин (10)), но и горизонтальной составляющей (изменение длины пружин (11)). Оба параметра регистрировались одновременно при посредстве электросамописца Н 338–4 и представлялись в виде графиков изменения величины прилагаемых усилий за определенный отрезок времени выполнения упражнения.

Нами проведен педагогический эксперимент на протяжении 6 месяцев (4 занятия в неделю). Получены данные об использовании 14 испытуемыми (спортсмены, имеющие лучший результат в прыжке с шестом от 3,70 м до 4,80 м) тренажерного устройства. Результаты эксперимента свидетельствуют о статистически достоверном совпадении кинематических параметров маховых движений опорной части прыжка с шестом, показанных испытуемыми в условиях воспроизведения их на разработанном тренажерном устройстве и в стандартных условиях выполнения прыжка (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительная характеристика параметров выполнения маховых движений в опорной части прыжка с шестом в стандартных условиях и с применением тренажерного устройства

Параметры		Условия выполнения		P
		Тренажерные устройства, $\bar{X}_{ср} \pm \sigma$	Стандартные условия, $\bar{X}_{ср} \pm \sigma$	
Угловое положение туловища в конце фазы «взмах», гр		$-76,00 \pm 13,61$	$-74,36 \pm 13,43$	$>0,05$
Общее время фазы «взмах», с		$0,50 \pm 0,04$	$0,51 \pm 0,03$	$>0,05$
Угол сгибания голчковой ноги в коленном суставе, гр	в конце фазы «вис-змах»	$34,21 \pm 15,45$	$33,50 \pm 15,84$	$>0,05$
	в конце длинного маха	$28,29 \pm 15,64$	$27,79 \pm 15,71$	$>0,05$
	в конце фазы «взмах»	$79,14 \pm 11,75$	$78,29 \pm 10,71$	$>0,05$

С целью объективного выявления эффективности использования тренажерного устройства для совершенствования движений в опорной части прыжка были проведены контрольные испытания в начале и в конце педагогического эксперимента. В результате испытаний с применением тренажерного устройства статистически достоверно были увеличены максимальные значения горизонтальной и вертикальной составляющих силы (Н) взмаха (таблица 2).

Таблица 2 - Сравнительная характеристика параметров выполнения движений в опорной части прыжка с шестом с применением тренажерного устройства

Параметры			В начале эксперимента, $\bar{X}_{ср} \pm y$	В конце эксперимента ^a , $\bar{X}_{ср} \pm y$	P
Максимальные значения силы (H) взмаха и времени ее достижения (c)	Вертикальная составляющая	H	828,43 $\pm 91,87$	878,85 $\pm 101,78$	<0,05
		c	$0,42 \pm 0,09$	$0,50 \pm 0,04$	<0,05
	Горизонтальная составляющая	H	174,37 $\pm 30,57$	227,59 $\pm 35,49$	<0,05
		c	$0,37 \pm 0,05$	$0,41 \pm 0,04$	<0,05

При этом нами выявлено:

- выполнение движений фазы «взмах» в соответствии с требованиями техники (при посредстве горизонтальной составляющей усилий) способствует продвижению шеста вперед к вертикали;

- продвижение эластичного шеста к вертикали не может осуществиться без участия горизонтальной составляющей усилий, а с другой стороны, этот показатель может быть критерием эффективности маховых движений при условии правильного распределения проявляемых усилий во времени;

- прирост обеих составляющих усилий следует рассматривать как результат не только взаимодействия прыгуна с шестом в период передачи кинетической энергии разбега в потенциальную энергию упругой деформации шеста, но и как результат активных действий прыгуна в условиях упругой опоры.

1. Сотский, Н.Б. Биомеханика: учеб. пособие для специальности П 02.02.00 «Физическая культура и спорт» / Н.Б. Сотский ; Белорус. гос. ун-т физ. культ. – Минск : БГУФК, 2001. – С. 38–40.

**Возможности биомеханического синтеза техники
тяжелоатлетических упражнений методами имитационного
моделирования:**

Воронович Ю.В.¹, Лавшук Д.А.², канд. пед. наук, доцент

Загревский В.И.², д-р пед. наук, профессор

¹*Могилевский высший колледж МВД Республики Беларусь*

²*МГУ им. А. А. Кулешова, Могилев, Беларусь*

В тяжелой атлетике уровень технического исполнения соревновательных упражнений является одним из решающих факторов, определяющих спортивный результат.

В настоящее время возросший уровень спортивных достижений повысил требования к технической подготовке спортсменов. Поиск и обоснование наиболее рациональных способов выполнения тяжелоатлетических упражнений является необходимым условием роста спортивного мастерства и залогом успеха спортсменов в соревновательной деятельности.

Одной из первых попыток коррекции техники выполнения тяжелоатлетических упражнений с использованием технических средств было использование тренажерных устройств. Но их использование в тренировочном процессе тяжелоатлетов не получило широкого распространения в связи с тем, что, с одной стороны, их конструктивные недостатки ограничивали диапазон применения в решении педагогических задач, а с другой, большинство тренажеров для совершенствования движений тяжелоатлетов обладали одним общим недостатком – они не позволяли получать текущую информацию о биомеханических характеристиках движения в ходе выполнения упражнения [5].

С 70-80 годов прошлого столетия с целью коррекции техники и получения количественной информации тяжелоатлетических упражнений стали использоваться технические средства срочной информации в виде компактных электрических устройств [6]. В частности, широкое распространение получили датчики ускорений, тензометрические датчики, датчики скорости и перемещения, с помощью которых непосредственно прямым измерением можно

было получать требуемую характеристику или величину. Однако во время проведения соревнований пользоваться подобными устройствами оказалось проблематично из-за невозможности установки на используемых снарядах.

Параллельно с развитием электрических устройств начали развиваться бесконтактные методы регистрации спортивных движений [3].

Стробоскопическая стереофотограмметрия являлась первым методом биомеханической регистрации, представляющая собой промежуточную стадию между фотографированием и киносъемкой. При съемке одной камерой, оптическая ось которой перпендикулярна плоскости движения, определялись две координаты базовых точек тела человека в плоской прямоугольной инерциальной системе координат, а при съемке двумя камерами с помощью специального алгоритма фиксировались все три пространственные координаты указанных точек. Однако стереофотограмметрические системы оказались достаточно дорогими, требовали длительной и трудоемкой обработки исходного материала и могли применяться лишь в лабораторных условиях.

Кинематографический метод пришел на замену фотограмметрии как недорогой метод, обеспечивающий меньшую, но, после появления высокоскоростных кинокамер, приемлемую точность регистрации. Именно в процессе развития кинематографических методов решались актуальнейшие задачи сглаживания исходных данных регистрации, без которых невозможно рассчитать биомеханические характеристики движений с минимально допустимой погрешностью. Однако все равно процедура получения информации была трудоемкой. Этапы проявки пленки, выполнения промера через фотоувеличитель отнимали массу времени.

Развитие современной электроники, связанное с появлением видеокамер, сперва аналоговых, а затем цифровых, позволило ускорить процедуру получения биомеханических характеристик. С 90-х годов прошлого столетия стали активно развиваться программно-аппаратные видеоконкомплексы регистрации движений. В частности, в работе А.Н. Фураева [4] описывается автоматизированная система контроля за биомеханическими

характеристиками техники рывка в тяжелой атлетике. Этот комплекс позволяет выявить до 20 различных ошибок в технике движений тяжелоатлетов и выдать рекомендации по их исправлению непосредственно во время тренировки. Вместе с тем, использование этого комплекса также ограничено рамками тренировочного процесса, так как требуется использование специальной лаборатории.

В настоящее время весьма перспективной представляется технология безмаркерной оптической регистрации. Данная технология основана на теории распознавания образов и позволяет регистрировать пространственные движения человека, не прикрепляя к суставам никаких меток. Вместе с тем для анализа технических действий спортсменов возможно использование аппаратуры и меньшего класса точности с несколькими скоростными видеокамерами.

Нами разработана методика для первичного биомеханического анализа техники тяжелоатлетических упражнений, основанная на использовании бытовой цифровой видеокамеры с последующей обработкой видеоматериалов на ЭВМ [1]. При этом для автоматизации обработки массива данных используется собственная компьютерная программа, составленная на языке Visual Basic 6.0. Программа прошла тестирование и в настоящее время готовится к регистрации.

Возрастающий уровень спортивных достижений требует создания комплексов, обеспечивающих расчет биомеханического синтеза техники спортивных упражнений методами имитационного моделирования.

Анализ научной литературы указывает на то, что синтез как метод биомеханики недостаточно освещен исследователями. Ввиду этого целесообразно придерживаться основных этапов, предложенных Ю.П. Поповым [2], по которым следует выстраивать содержание алгоритма:

1) *построение математической модели.* На сегодняшний день имитационное моделирование является наиболее эффективным методом в исследовании сложных систем, к которым относятся и биомеханические системы. Задача исследователя – определить уровень абстракции. Даже если рассматривать тело человека только

как механическую систему, уже на данном уровне абстракции необходимо ответить на вопросы о числе звеньев модели и ее разветвленности на плоскостные или пространственные модели. В настоящее время представляется проблематичным создание универсальной математической модели синтеза произвольных пространственных движений спортсмена вследствие огромного разнообразия спортивных движений. Однако модели, позволяющие описать определенные подклассы движений уже разработаны. В предшествующей работе мы предложили математическую модель движения N-звенной неразветвленной биомеханической системы [1]:

$$\sum_{j=1}^N A_{ij} \ddot{\varphi}_j \cos(\varphi_j - \varphi_i) - \sum_{j=1}^N A_{ij} \dot{\varphi}_j^2 \sin(\varphi_j - \varphi_i) + Y_i \cos \varphi_i = M_i - M_{i+1} \quad (1)$$

где N - количество звеньев моделируемой системы, φ - вектор обобщенных координат биомеханической системы, A_{ij} - матрица динамических характеристик, определяемая масс-инерционными характеристиками звеньев тела спортсмена, $\dot{\varphi}$, $\ddot{\varphi}$ - соответственно первая и вторая производная вектора обобщенных координат по времени, Y - вектор обобщенных сил, M - вектор управляющих моментов мышечных сил в суставах.

В зависимости от способа задания управляющих функций и моделирующего алгоритма управления движением, математическая модель движения биомеханической системы трансформируется в подкласс конструктивных математических моделей синтеза целенаправленных движений человека.

Управляющие воздействия биомеханической системы формируются на двух уровнях – кинематический уровень формирования программного управления (если управляющие функции заданы в форме кинематических характеристик) и динамический уровень формирования программного управления (при задании управляющих функций в форме управляющих моментов мышечных сил).

Соответственно это определяет два класса конструктивных математических моделей. Выделяя в качестве кинематического

управления суставные углы спортсмена на всей траектории движения, уравнения (1) трансформируются в следующую математическую модель

$$\ddot{\varphi}_1 = \frac{M_1 - \sum_{i=1}^N [Y_i \cos \varphi_i + \sum_{j=2}^N A_{ij} \ddot{\varphi}_j \cos(\varphi_j - \varphi_i) - \sum_{k=1}^N A_{i,k} \dot{\varphi}_k^2 \sin(\varphi_k - \varphi_i)]}{\sum_{i=1}^N A_{i,1} \cos(\varphi_1 - \varphi_i)},$$

$$\ddot{\varphi}_i = \ddot{\varphi}_1 + \sum_{z=1}^{p-1} \ddot{u}_z, \quad (2)$$

где $i=2, 3, \dots, N$; $u_i = \varphi_{i+1} - \varphi_i$ – суставные углы исполнителя.

Второй класс уравнений получается, если в качестве управления принять значения моментов мышечных сил на всей траектории движения.

Записав уравнения (1) в нормальном виде и приняв обозначения

$$A = \left\| A_{ij} \cos(\varphi_j - \varphi_i) \right\|, \quad f = \left\| \sum_{j=1}^N A_{ij} \dot{\varphi}_j^2 \sin(\varphi_j - \varphi_i) - Y_i \cos \varphi_i + M_i - M_{i+1} \right\|,$$

можно получить следующую математическую модель:

$$\ddot{\varphi} = A^{-1} f, \quad (3)$$

где A^{-1} – обратная матрица по отношению к исходной матрице A .

2) *организация вычислительного эксперимента – выбор адекватных численных алгоритмов решения уравнений.* Математическая модель позволяет определить положение спортсмена в любой момент времени. Для этого необходимо решить систему дифференциальных уравнений. Аналитическое решение данной системы не всегда возможно, поэтому пользуются численными методами решения дифференциальных уравнений. На данном этапе исследования необходимо определиться с методами решения, ибо от их корректности зависит и точность решения уравнения, и адекватность результатов моделирования реальным

движениям. На современном этапе развития вычислительных алгоритмов наиболее часто используется метод интегрирования Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

3) *создание компьютерной программы.* Для вычисления биомеханических характеристик движений с использованием разработанных математических моделей возможно использовать специализированные математические пакеты. Однако данный способ, на наш взгляд, неприемлем с точки зрения эффективности использования имитационного моделирования. В этом случае моделировать спортивные движения сможет лишь специалист, обладающий серьезной математической подготовкой. В случае же создания конечного программного продукта, позволяющего в удобной форме задать начальные условия моделирования и предоставляющего развитые средства анализа расчетных биомеханических характеристик, возможно использование таких программ широким кругом пользователей, в том числе тренерами, спортсменами, студентами.

4) *собственно вычислительный эксперимент,* первая фаза которого направлена на проверку адекватности и корректности созданных моделей и программ. Созданные математические модели и компьютерные программы обязательно должны быть проверены на адекватность реальным спортивным движениям. После создания программы необходимо построить траектории реально исполнявшихся упражнений для разных исполнителей и сравнить результаты имитационного моделирования с данными регистрации этих движений. Только после данной процедуры возможно применение разработанных моделей и программ для дальнейших исследований.

Выводы:

- совершенствование технического мастерства тяжелоатлетов с использованием традиционного эмпирического метода «проб-ошибок» до настоящего времени является основным методом обучения, что в значительной мере снижает эффективность освоения рациональной спортивной техники;

- современная практика спорта требует использования новых методов исследования техники тяжелоатлетических упражнений базирующихся на достижениях современной спортивной науки;

- использование предлагаемого алгоритма биомеханического анализа позволит оперативно контролировать ошибки в технике соревновательных упражнений, а внедрение синтеза методами математического моделирования приблизит к обоснованию индивидуальной рациональной техники тяжелоатлетических упражнений.

1. Воронович, Ю.В. Методика организации промера тяжелоатлетических упражнений по материалам видеосъемки / Ю.В. Воронович, Д.А. Лавшук // Ученые записки : сб. науч. тр. / Белорус. гос. ун-т физ. Культуры ; редкол. : М.Е. Кобринский (гл. ред.) [и др.]. – 2011. – Вып. 14. – С. 142–151.

2. Попов, Ю.П. Вычислительный эксперимент / Ю. П. Попов, А. А. Самарский // Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Введение в информатику с позиций математического моделирования. – М. : Наука, 1988. – С.16-78.

3. Сучилин, Н.Г. Оптикоэлектронные методы измерения движений человека / Н.Г. Сучилин, Н.Г. Соловьев, Г.И. Попов. – М. : ФОН, 2000. – 126 с.

4. Фураев, А.Н. К вопросу о компьютеризации анализа выполнения спортивных упражнений / А.Н. Фураев // Теория и практика физ. культуры. - 1996, № 11, с. 50–52.

5. Фураев, А.Н. Оперативное регулирование тренировочного процесса тяжелоатлетов с использованием автоматизированной системы контроля биомеханических параметров : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А.Н. Фураев ; МОГИФК. - Малаховка, 1988. - 23 с.

6. Жеков, И.П. Биомеханика тяжелоатлетических упражнений / И.П. Жеков. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 192 с.

Исследование общих закономерностей и индивидуальных особенностей динамики биоэлектрической активности нервно-мышечного аппарата спортсменов-паралимпийцев

Михеев А.А.¹, д-р пед. наук, д-р биол. наук, доцент
Борщ М.К.¹, Михеев Н.А.²

¹НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь

²Академия МВД Республики Беларусь, Минск, Беларусь

Подготовка спортсменов-инвалидов с нарушениями зрения требует от атлетов регулярной системы тренировки, участия во всех крупных международных соревнованиях и высокого уровня подготовленности. Это требует дальнейшего совершенствования системы подготовки, поиска новых методов повышения работоспособности спортсменов, а также адаптации имеющихся методик, улучшающих физическую работоспособность применительно к спортсменам-инвалидам по зрению.

Вместе с тем, применение новых методов тренировки должно осуществляться под строгим научным и медицинским контролем во избежание негативных влияний на состояние здоровья спортсменов-паралимпийцев, которые представляют собой группу риска и возможные негативные влияния новых альтернативных методов тренировки для этой группы спортсменов практически не изучены.

Цель исследований состояла в изучении общих закономерностей и индивидуальных особенностей динамики биоэлектрической активности нервно-мышечного аппарата спортсменов-инвалидов по зрению под действием дозированной вибрационной тренировки.

Обзор научной литературы касающейся методов анализа ЭМГ, свидетельствует, что амплитудные характеристики ЭМГ могут быть использованы в оценке скоростно-силовых качеств спортсменов и динамике изменений этих показателей в ходе тренировок; спектральные характеристики могут быть полезны для ранней диагностики мышечного утомления. Кроме этого, известно, что высокие амплитудные характеристики отражают процесс активизации высокопороговых двигательных единиц [1-3].

В исследовании приняли участие 8 спортсменов-паралимпийцев национальной команды Республики Азербайджан с нарушениями зрения на подготовительном этапе подготовки в возрасте от 17 до 42 лет.

Исследования суммарной биоэлектрической активности мышц проводились при помощи компьютеризированного комплекса «мбн-н/промиограф» (НМВ-02).

Регистрация электрической мышечной активности в данном методе производилась поверхностными электродами с активных точек мышц и представляла собой суммацию потенциалов мышц в режиме максимального произвольного напряжения. Регистрация сигнала проводилась при асинхронном способе записи, которая производилась последовательно – линия за линией, при коммутации линий к произвольному каналу. Методика регистрации интерференционной поверхностной ЭМГ включает установку параметров регистрации электромиографа, использование специальных электродов, выбор мышц и режима регистрации. Для установки параметров регистрации фильтр низких частот устанавливался на 10 кГц, фильтр высоких частот устанавливался для режима произвольного напряжения мышц – 2Гц. Скорость развертки экрана устанавливалась на 200 мс/дел, что составляет стандартную скорость – 50 мм/с. В регистрации поверхностной ЭМГ использовались биополярные накожные электроды дБ. Межэлектродное расстояние составляло 15-20 мм. Активный электрод располагался над брюшком мышцы (в проекции двигательной зоны или двигательной точки мышцы), референтный над сухожилием или костным выступом, т.е. продольная ось биополярного электрода располагалась вдоль мышцы. Заземляющий электрод располагался дистальнее места исследования. Электроды фиксировались над мышцей при помощи лейкопластыря и манжет. Анализ суммарной электромиограммы проводили по амплитудным характеристикам, частоте, а также исследовали амплитуду и частоту турна. Анализировали среднегрупповую и индивидуальную динамику показателей средних значений Ср Ампл (мкВ) суммарной ЭМГ и параметры средних значений частотных характеристик Ср Чст (Гц) до, после 3 серий, после 6 серий и спустя 1 месяц.

Выбор этих показателей неслучаен, так как изменения средней

частоты коррелируют со скоростью проведения в мышечных волокнах и свидетельствуют о мышечном утомлении [8, 9]. Снижение частоты, соответствующей медиане спектра мощности, в процессе работы рассматривается также как показатель утомления мышцы [9].

Перед началом эксперимента было проведено обследование спортсменов с фиксацией показателей биоэлектрической активности мышц. Затем в течение двух семидневных микроциклов были проведены шесть вибромиостимуляционных тренировочных занятий. Второе обследование было выполнено после третьего занятия, третье обследование – после шестого занятия и четвертое обследование – через месяц после окончания тренировочной серии. Предложенная периодичность обследований давала возможность проследить динамику изучаемых показателей в небольших временных интервалах и давать точные рекомендации по суммарному количеству смежных вибрационных тренировок, достаточному для достижения положительных сдвигов. Наличие данных обследования в отставленный период позволяет давать практические рекомендации по применению вибромиостимуляции на этапе непосредственной подготовки к соревнованиям, в частности по достижению пика работоспособности в момент старта.

Программа дозированной вибрационной тренировки, предложенная спортсменам, заключалась в том, что в течение двух тренировочных микроциклов на общеподготовительном этапе годового цикла подготовки спортсмены выполняли программу дозированной вибрационной тренировки, которая состояла из 6 стимуляционных занятий, по 3 ежедневных занятия в каждом из двух микроциклов. Вибрационная нагрузка создавалась посредством выполнения физических упражнений в повторном режиме с опорой конечностями на вибрационные устройства, работающие с частотой 28 Гц и амплитудой 4 мм. С целью создания условий для массированного воздействия вибрацией на организм испытуемым было предложено комплексное упражнение, охватывающее наибольшее количество работающих мышц. Упражнение состояло из двух частей, выполняемых без перерыва: сгибаний и разгибаний рук из исходного положения упор сидя сзади с опорой руками о виброплатформы (12-15 движений) и

приседаний на вибрирующих платформах (10 движений). На каждом стимуляционном занятии данное упражнение выполнялось в 4-х подходах, в связи с чем суммарное время вибронагрузки на каждом занятии не превышало 2-х минут. Среднее время вибрационной нагрузки за три занятия составило 6 минут, а за шесть занятий 12 минут. Тестирование психофизиологических качеств производилось до начала исследования, после проведения 3-х стимуляций, после проведения 6-и стимуляций и через 4 недели после завершения серии вибромиостимуляции.

Выводы:

- у большинства спортсменов значительных изменений в показателях биоимпедансного анализа не отмечено. При использовании программы дозированной вибрационной тренировки при практически равной массе тела наблюдалось увеличение массы мышечной ткани и уменьшение жирового компонента либо спустя 1 месяц, либо после 6-и стимуляционных занятий;

- по данным биоимпедансного анализа индивидуальная динамика показателей массы жировой ткани, активной клеточной массы, баланса воды в организме у ряда спортсменов указывает, что дозированные вибрационные воздействия в некоторых случаях вызывали снижение жирового компонента, при практически неизменных показателях активной клеточной массы и содержания воды именно по прошествии 1 месяца;

- дозированная вибрационная тренировка влияет на биоэлектрическую активность скелетной мускулатуры спортсменов индивидуально. Наблюдаются разнонаправленные адаптационные сдвиги в состоянии нервно-мышечного аппарата, которые можно условно разделить на три группы. Первую группу составляют спортсмены с незначительными реакциями, вторую – спортсмены у которых наблюдалось увеличение амплитудных характеристик отдельных мышц, при практически стабильных показателях средней частоты на протяжении всего периода вибрационной тренировки. В третьей группе спортсменов после применения 3 серий занятий амплитудные характеристики ЭМГ увеличились, затем стабилизировались;

- вероятнее всего, вибрационная тренировка усиливает напряжение различных функциональных систем организма строго

избирательно, что иллюстрируется индивидуальными изменениями в параметрах суммарной электромиограммы, которая отражает потенциальные возможности нервно-мышечного аппарата спортсменов;

- скорость проведения нервного импульса по параметрам М-ответа после 3-х серий, после 6-и серий и спустя месяц после окончания вибротренинга не имела значительных изменений. Стабильные параметры М-ответа свидетельствуют об адекватной реакции нервно-мышечного аппарата на стимулирующие вибрационные воздействия, которые в пределах предложенной дозировки (12 мин за 6 стимуляционных занятий) не вызывают выраженного утомления мотонейронов спинного мозга.

1. Шафранова Е.И. Методы обработки биоэлектрической активности мышц // Теор. и практ. физ. культ.- 1993, № 2, с. 43-44
2. Bigland-Ritchie, B (1981). EMG/force relations and fatigue of human voluntary contractions. In D.I. Miller (Ed), Exercise and sport sciences reviews (Vol. 9, pp. 75-117). Philadelphia: Franklin Institute.
3. Lindstrom L., Magnusson R., Petersen J. Electromyography, 1970, v. 10, №1.p.341-356.

УДК 616-073.97:612.821.35

Электромиография в оценке пластичности движений со сложной двигательной структурой

Сысоева И.В., канд. биол. наук, доцент

Васюк В.Е., канд. пед. наук, доцент, Михута И.Ю.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

В каждом виде спорта обращает на себя внимание пластичность движений, привлекающая особое внимание зрителей и создающая его специфическую привлекательность [4]. Ведущими факторами, определяющими степень проявления пластичности, служат выраженность двигательных способностей, уровень развития межмышечной и внутримышечной координации, генетические

признаки, типологические особенности нервной системы и эмоциональное состояние (Л.Д. Назаренко, 1999).

Выполняемые человеком в процессе спортивной или профессиональной деятельности движения не могут быть реализованы с помощью какой-либо одной мышечной группы. Решение сложной двигательной задачи требует помимо вовлечения достаточно большого количества мышц выбора моментов «включения» нужных двигательных единиц. Оптимальная пластичность движений возможна только тогда, когда работа отдельных мышц или мышечных групп (синергистов, агонистов и антагонистов) будет скоординирована и согласованна в пространственно-временных отношениях [1]. Центральная нервная система человека использует для этого сложные механизмы, включающие регуляцию числа активных двигательных единиц мышцы, выбор режима их работы, определение временной связи активности двигательных единиц.

Из вышесказанного следует, что пластичность движений определяется межмышечной координацией, которая связана с согласованностью и соразмерностью напряжения отдельных мышц в целостном двигательном акте. Согласованность проявляется в последовательном сокращении и расслаблении мышц, когда во время окончания одного движения начинает подготавливаться последующее, при этом как опережение, так и запаздывание нарушают целостность и слитность двигательного акта. Соразмерность выражается в дозировании параметров движений – амплитуды, усилия, длительности напряжения и расслабления мышц в соответствии с двигательной задачей.

Уровень развития пластичности находится в прямой зависимости от двигательного опыта, координационных способностей и технического мастерства. При этом возможность повышения результативности тренируемых двигательных действий в отдельных видах профессиональной или спортивной деятельности следует искать не на основе интенсификации усилий отдельных мышц, а на выявлении оптимумов их активности, при которых будут обеспечены наилучшие условия для смены фаз движения.

Изучение данного качества, как одного из непременных составляющих профессиональной пригодности, представляет

немаловажный интерес и требует определенного внимания при оценке двигательных-координационных способностей лиц, нацеленных на выбор экстремальных профессий. В этой связи дополнение стандартных методов психофизической диагностики при отборе кандидатов к таким видам деятельности методами экспресс-диагностики нервно-мышечного аппарата, на наш взгляд, является актуальным.

Оценить биоэлектрическую активность мышц позволяет метод компьютерной электромиографии. В последнее время он диагностически востребован в экспериментальной, клинической и спортивной медицине, а также в космической, подводной и спортивной физиологии [2, 5, 6]. Параметры регистрируемого электромиографического сигнала служат объективным показателем функционального состояния нервно-мышечного аппарата.

Целью настоящего исследования явилось изучение электромиографического ответа мышц ведущей ноги (*m. rectus femoris*, *m. biceps femoris*, *m. tibialis* и *m. gastrocnemius*), участвующих в выполнении двигательного задания с высокой степенью координационной сложности (рисунок 1).

Исследование проводилось в мае 2012 года в Минском суворовском военном училище с учащимися разного военного профиля.

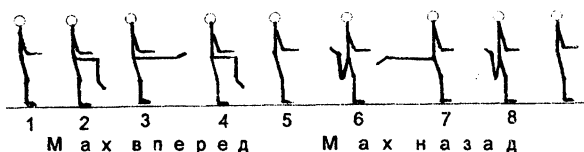


Рисунок 1 – Алгоритм двигательного задания

В качестве основного метода исследования использовался метод многоканальной электромиографии и подографии [3], включающий: синхронную регистрацию четырех каналов электромиограммы мышц (рисунок 2), преимущественно обеспечивающих выполнение исследуемых движений, и соответствующих каналов подограммы с регистрацией моментов отрыва и соприкосновения ноги с опорной поверхностью; цифровую обработку полученных сигналов, построение и анализ

электромиографического портрета движения, который сводился к рассмотрению энергетического вклада каждой мышцы в формирование целостного движения, оценке характера распределения усилий работающих мышц по фазам движения, и вычислению общих динамических характеристик движения.

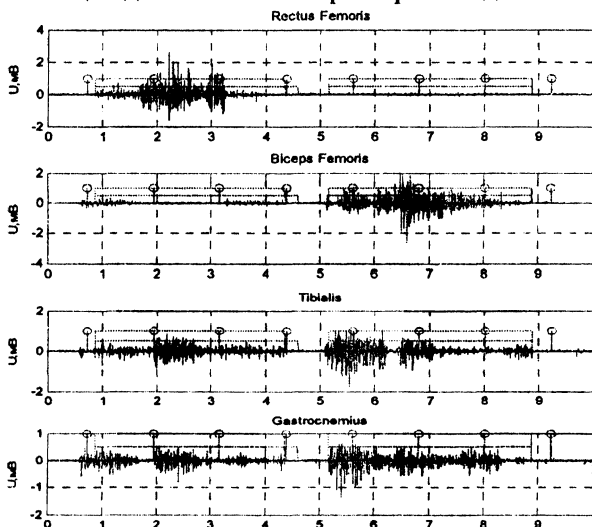


Рисунок 2 – Регистрация произвольной активности исследуемых мышц

В качестве критериев оценки пластичности выполняемых движений были выбраны: 1) время «включения» и «выключения» мышцы при махе вперед и назад (мс); 2) время произвольного напряжения мышцы при махе вперед и назад (мс); 3) средняя амплитуда произвольного напряжения мышцы при махе вперед и назад (мкВ); 4) максимальная амплитуда произвольного напряжения мышцы при махе вперед и назад (мкВ); 5) средняя частота импульсации мышцы при махе вперед и назад (Гц); 6) сумма энергии активной мышцы при махе вперед и назад ($\text{мкВ}^2 \cdot 10^{-3}$); 7) процентное отношение работы активной мышцы от времени «включенной» и «выключенной» мышцы.

Таким образом, оценка пластичности движений методом многоканальной электромиографии позволит исследовать иерархии уровней двигательной системы (от элементарных без участия

сознания и воли до более сложных, отражающих программирование и исполнение целостного двигательного акта), составляющих нейрофизиологическую основу двигательного-координационного действия.

*

1. Ильин, Е.П. Психомоторная организация человека : учебник / Е.П. Ильин. – Санкт-Петербург : Питер, 2003. – 384 с.
2. Команцев, В.Н. Методические основы клинической электронейромиографии : руководство для врачей / В.Н. Команцев, В.А. Заболотных. – СПб. : Лань, 2001. – 349 с.
3. Современные средства связи : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф., 28–30 сент. 2010 года, Минск, Респ. Беларусь / редкол. : А. О. Зеневич [и др.]. – Минск, 2010. – С. 136-137.
4. Назаренко, Л.Д. Пластичность как двигательного-координационное качество / Л.Д. Назаренко // Теория и практика физ. культуры. - 1999. - N 8. - С. 48-53.
5. Николаев, С.Г. Практикум по клинической электромиографии / С.Г. Николаев. – Иваново: Ивановск. гос. мед. акад., 2003. – 264 с.
6. White, K.K. EMG power spectra of intercollegiate athletes and anterior cruciate ligament injury risk in females / K.K. White, R.A. Pedowitz // Med. Sci. Sports Exerc. – 2003. – Vol. 35, № 3. – P. 371-376.

УДК 796.332

Возможности применения инновационных технических средств обеспечения судейства в футболе

Барановская Д.И.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одним из важнейших факторов, повышающих эффективность функционирования системы соревнований, является информационное и техническое обеспечение их судейства. Если в теннисе, хоккее, плавании, водном поло для осуществления

справедливого судейства уже давно используют электронные устройства вроде замедленных повторов и систем слежения за мячом, то в футболе все остается по-старому. На поле судейская бригада принимает все решения по своему личному усмотрению, лишь изредка используя для связи миниатюрные радиопередатчики.

В последнее время для обеспечения футбольного судейства все чаще стали применяться такие технические устройства, которые позволяют боковым судьям обращать внимание главного судьи на те моменты игры, которые по тем или иным причинам выпадают из поля его зрения. Наиболее часто для оперативного обмена информацией между судьями используется пейджерная система-Referee Paging System [1].

Схема устройства представлена на рисунке, источником питания, которого служит батарейка, находящаяся внутри флажка вместе с передатчиком сигнала.

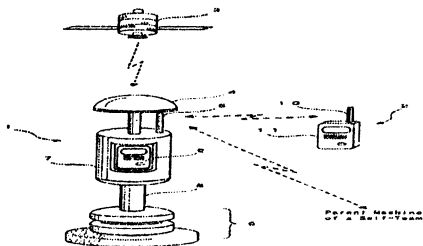


Рисунок - Схема пейджерной системы Referee Paging System

В устройстве флажки из разных комплектов, как правило, не подходят друг к другу из-за несовпадающих радиочастот, поэтому для удобства использования каждый флажок в комплекте промаркирован на рукоятках заглушками одинакового цвета.

Устройство предоставляет возможность боковому арбитру с помощью специального механизма на рукоятке флажка подавать сигнал арбитру в поле о нарушении правил ведения игры. При подаче такого сигнала начинает вибрировать имеющийся у главного судьи специальный датчик. Устройство издает два разных звуковых сигнала, чтобы отличить одного бокового рефери от другого.

Особую значимость использование устройства приобретает при возникновении опасных ситуаций в штрафной зоне, когда арбитр

сконцентрирован на ключевых фрагментах игры и не всегда может увидеть моменты игры, требующие оперативного реагирования.

Одним из самых технологичных средств современного рефери является также переговорное устройство [2]. Гарнитура с микрофоном и наушником - лишь видимая часть этой системы. Исполнение комплекта рассчитано на бригаду судей из четырех человек - главного, двух помощников и резервного судьи. Каждый арбитр дополнительно надевает себе на руку специальное передающее устройство. У резервного рефери к руке пристегнута специальная кнопка для вызова главного судьи, позволяющая не «засорять эфир», в случае необходимости. Кроме того, арбитр в поле располагает на себе специальный пояс с карманами, в которых размещаются вспомогательные блоки системы.

Следующее устройство, имеющееся у арбитра - это хронометр, пользоваться которым можно одновременно в двух режимах [2]. В одном режиме хронометр отсчитывает время от нуля до 45 минут. В этом режиме арбитр может останавливать секундомер, если в игре возникает пауза. В другом режиме время отсчитывается от 45 минут до нуля. И этот обратный отсчет арбитр не может остановить. За пять, четыре, три, две и одну минуту до нуля хронометр подает звуковой сигнал столько раз, сколько минут осталось до конца тайма. Сверив минуты в обоих режимах, арбитр знает, сколько времени надо компенсировать за остановки, возникающие по ходу игры.

Еще одним незаменимым средством современного футбольного судейства являются электронные табло замен. Наиболее часто используемыми табло выступают устройства с размерами 1100 x 400 мм. В зависимости от исполнения табло бывают односторонние или двухсторонние. Наличие пульта с жидкокристаллическим индикатором позволяет оперативно производить ввод значений номеров входящего и выходящего игрока. Табло предназначено для работы на открытых стадионах. Встроенный аккумулятор обеспечивает бесперебойную работу этой системы в течение 7 часов при оптимальной температуре 20 °С.

Выше перечисленные технические средства существенным образом улучшают эффективность информационного обеспечения

соревнований, а широкая география разработчиков оборудования позволяет в ближайшее время привнести на рынок спортивной индустрии новые технические средства, которые будут минимизировать риски возникновения судейских ошибок и способствовать повышению зрелищности футбольных матчей.

1. Патент США 6579175 Game system for occupying a team position in a game area disposed between a plurality of teams 06-17-2003.

2. Патент США Uehran Patent: 07218216 Referee's wireless horn indicator system. 11.01 2005.

СЕКЦИЯ 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ, ВОССТАНОВЛЕНИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ

УДК 796.022-047.58

Устройство для определения степени нарушения осанки

Петровская О.Г.¹, Петровский Д.Н.², Камыда Д.Е.¹

¹*Белорусский национальный технический университет*

²*ОАО «Амкордор», Минск, Беларусь*

Осанкой принято называть привычную позу непринужденно стоящего человека. Она зависит от формы позвоночника, равномерности развития и тонуса мускулатуры торса. Позвоночник человека имеет физиологические изгибы в сагиттальной плоскости, анфас представляет собой прямую линию.

Нормальная осанка характеризуется пятью признаками:

- расположением остистых отростков позвонков по линии отвеса, опущенного от бугра затылочной кости и проходящего вдоль межягодичной складки;

- расположением наплечий на одном уровне;

- расположением обеих лопаток на одном уровне;

- равными треугольниками (справа и слева), образуемыми туловищем и свободно опущенными руками;

- правильными изгибами позвоночника в сагиттальной плоскости (до 5 см в поясничном отделе и до 2 см в шейном) [2, 5].

Различают осанку правильную, сутуловатую, кифотическую, лордотическую и выпрямленную. Для определения осанки проводят визуальные наблюдения над положением лопаток, уровнем плеч, положением головы, а так же включают инструментальные исследования (определение глубины шейного и поясничного изгибов и длины позвоночника).

При патологических состояниях позвоночника возможны искривления как в передне - заднем направлении (кифоз, лордоз), так и боковые (сколиоз). Для определения степени осевых и боковых искривлений позвоночника применяется ряд методик и

различных по степени эффективности и удобству измерительных устройств [1, 4].

На основе патентного поиска авторами был проведен анализ устройств для определения степени нарушения осанки. Анализ показал, что устройства, применяемые в указанных целях, подразделяются на лучевые, не лучевые и простые.

Лучевые устройства включают рентгенографию, компьютерную томографию, магнитно-резонансную томографию и электроспондилографию. Перечисленные выше методы являются высокотехнологичными, точными, информативными, но при этом оказывают негативное влияние на организм человека, а так же имеют высокую стоимость и не могут применяться в повседневной практике.

Не лучевые устройства подразделяются на светооптические, сенсорные и фотографические. Эти устройства безвредны и достаточно оперативны в применении, однако требуют использования сложного оборудования при участии специалиста-ортопеда.

К простым устройствам можно отнести сколиозометры, антропометры (модифицированные штангенциркули), угломеры и т.д. [1, 3, 5].

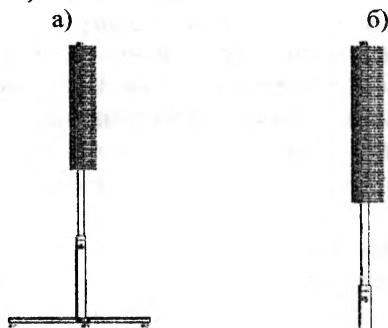
Эти устройства экономичны, однако, не позволяют быстро получить комплексную информацию с высокой степенью надежности по всей площади позвоночного столба.

Целью работы явилась разработка устройства, применение которого позволит получать срочную информацию о расположении сегментов позвоночного столба в трехмерной проекции до и в процессе коррекции нарушений осанки, различной степени сложности.

Основные характеристики устройства:

- масса – 16 кг;
- габаритные размеры – 900х900х1860мм;
- минимальный рост измеряемого – 1250 мм;
- максимальный рост измеряемого – 2010 мм;
- частота шага оси – 15 мм;
- диапазон глубины измерения – 100 мм.

Устройство представляет собой металлическую конструкцию на стойке с выдвижной осью, на которой расположены измерительные элементы. Телескопическая стойка выполнена на трех регулируемых по высоте опорах, что позволяет выставить ось вертикально, и снабжена фиксаторами для регулировки оси по высоте (рисунок 1).



а) общий вид;
б) вид измерительного сегмента в боковой плоскости

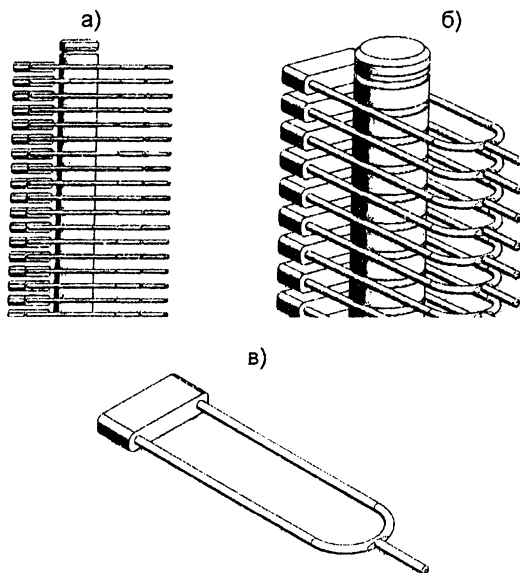
Рисунок 1 - Устройство для определения степени нарушения осанки

В собранном виде устройство позволяет произвести замеры в осевом направлении и определить угловое отклонение (рисунок). Частота шага оси 15 мм позволяет моделировать сегменты позвоночника с различными анатомическими особенностями.

Измеритель на оси перемещается в сагиттальной плоскости, а также поворачивается вокруг вертикальной оси, моделируя угловые отклонения позвонков. Измеритель имеет нанесенную разметку с шагом 1 мм в горизонтальной плоскости.

При измерении глубины физиологических изгибов позвоночника устройство устанавливают по задней срединной линии так, чтобы оно соприкасалось шпильками измерителя с выступающими остистыми отростками пояснично-крестцового сочленения. Чтобы получить, например, величину поясничного лордоза, следует измерить расстояние от наиболее удаленной точки в поясничном отделе позвоночного столба до переднего края оси.

При измерении кривизны позвоночника во фронтальной плоскости (осевого отклонения) измеритель смещают в пазу по горизонтали и поворачивают вокруг вертикальной оси согласно положению остистых отростков позвонков, производя угловые замеры угломером.



а, б) в сборе;
в) в единичной комплектации

Рисунок 2 - Измерительные сегменты

Выставив измерители по крайним точкам всех остистых отростков позвоночного столба можно получить модель осанки с возможностью метрического и углового определения индивидуальных особенностей. В процессе проведения корректирующих мероприятий с помощью устройства можно получать срочную информацию о степени изменения деформации осанки.

Использование устройства позволит с высокой степенью достоверности повысить эффективность мероприятий по измерению и коррекции нарушений осанки по всей площади позвоночного столба. В силу простоты, наглядности и информативности методика применения устройства доступна для использования на контингенте различных возрастных групп специалистами различного уровня подготовки.

1. Андрианов, В.Л. Заболевания и повреждения позвоночника у детей и подростков / В.Л. Андрианов, Г.А. Баиров, В.И. Садофьева, Р.А. Райе : Медицина. – Л. 1985. – 256 с.

2. Бретц, К. Устойчивость равновесия тела : дис. .. доктора пед. наук : 24.00.01. / К. Бретц. - К. : УГУФВС, 1997. - 41с.

3. Вайн, А.А. Диагностика опорно-двигательного аппарата спортсмена // Современные проблемы биомеханики / А.А. Вайн.- Рига: Зина-те, 1986. - Вып. 3. - С. 85-96.

4. Коренберг, В.Б. Устойчивость тела в поздних равновесиях и его возрастные изменения у школьников / дис. ... канд. биол. наук : / В.Б. Коренберг. – М.: 1971. – 40 с.

5. Ловейко, И.Д. Лечебная физическая культура при заболеваниях позвоночника у детей / И.Д. Ловейко, М.И.Фонарев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Медицина. 1988. – С. 5 – 26.

УДК 616-08-039.73

Тракторный аппарат для реабилитации спортсменов

Есьман Г.А., канд. техн. наук, доцент

Монич С.Г., магистр техн. наук

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Современные технологии реабилитации спортсменов с ортопедической вертебральной патологией в ряде случаев предусматривают проведение специального вытяжения (тракции) позвоночника, направленного на восстановление или увеличение его мобильности [1].

Одним из эффективных методов вытяжения позвоночника является использование тракционных устройств. Среди таковых можно назвать классические варианты типа Дюкроке, Котреля, Табиана и др., в которых вытяжение позвоночника осуществляется путем тракции за голову (или подмышечные впадины в зависимости от вытягиваемого отдела позвоночника) при фиксированном тазовом поясе [2].

Тракционный аппарат для реабилитации спортсменов рекомендуется для применения в следующих случаях:

1. Тракционная тренировочная и реабилитационная разгрузка позвоночника при определенных физических нагрузках;

2. Тракционная лечебная и реабилитационная разгрузка позвоночника при неосложненных травматических повреждениях на этапе восстановительного периода.

В основе тракционно-мобилизационного воздействия на позвоночник механической блоковой передачей мускульной силы ног пациента положена известная методика самовытяжения позвоночника по Котрелю, где тракция позвоночника осуществляется путем тяги за голову в петле Глиссона с помощью мускульной рычаговой работы ног самого пациента, который находится в горизонтальном положении на спине с фиксированным тазом и собственным физическим ресурсом осуществляет процедуру и регулирует ее нагрузку.

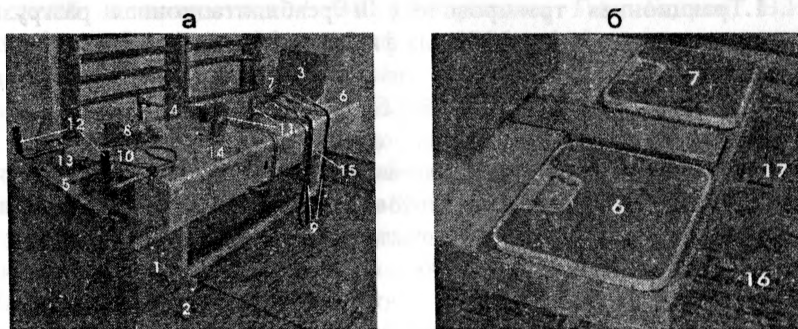
Общий вид тракционного устройства для реабилитации спортсменов представлен на рисунке 1 [3].

Спортсмена укладывают на полированную постформинговую плоскость (п.14, рисунок 1а) аппарата и фиксируют таз ремнями (п.9, рисунок 1а) перекрестно на кронштейнах (рисунок 1а и 1в). Далее устанавливают механизм натяжения в срединное положение путем вращения рукоятки механического регулятора (см. рисунок 1б) по часовой стрелке или против нее. Ноги пациента выпрямлены, стопы помещены на поверхность каретки продольного перемещения (п.3, рисунок 1а).

Затем надевают на голову петлю Глиссона (п.8, рисунок 1а) с рамкой (п.10, рисунок 1а), к которой прикреплен канат (п.13, рисунок 1а) тягового механизма по указанной выше методике.

На весовом измерительном механизме-динамометре (п.6, рисунок 1а и 1б) выставляют исходное положение «ноль» путем вращения колесика-регулятора.

Пациент берется руками за выставленные ручки (п.13, рисунок 1а, рисунок 2) и практически готов к тракционно-мобилизационному сеансу. Выпрямляя ноги в коленях, спортсмен толкает стопами каретку продольного перемещения (п.3, рисунок 1а) и через блоковый механизм аппарата осуществляет продольную тракцию позвоночника за голову.



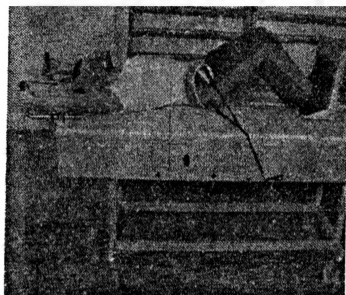
а) общий вид, б) фрагмент ногого торца.

- 1 – основание, 2 – колесо поворотной опоры со стопорным механизмом,
- 3 – каретка продольного перемещения для тракционного воздействия,
- 4 – упор для давящего воздействия каретки поперечного перемещения,
- 5 – блоковый передаточный механизм, 6 – измерительный механизм в виде динамометра для определения тракционного продольного усилия,
- 7 – измерительный механизм в виде динамометра для определения давящего поперечного усилия, 8 – петля Глиссона, 9 – фиксирующие ремни, 10 – рамка петли Глиссона, 11 – противоупоры для поперечного воздействия, 12 – ручень,
- 13 – канат тягового механизма, 14 – поверхность из полированного постформинга, 15 – кронштейны для фиксирования ремня, 16 – механический регулятор тракционного продольного воздействия в виде винта с ручкой,
- 17 – механический регулятор давящего поперечного воздействия в виде винта с ручкой

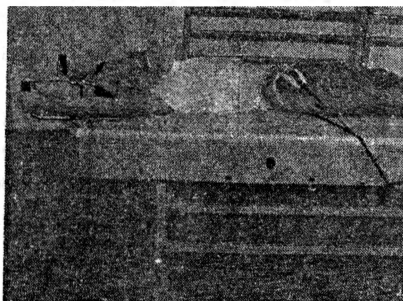
Рисунок 1 - Общий вид устройства «АМКП-1»

На весовом измерительном механизме-динамометре (п.б, рисунок 1а и 1б) определяют величину силы тракционного воздействия, которое изменяют в сторону увеличения или уменьшения путем вращения рукоятки механического регулятора (п.16, рисунок 1б) по часовой стрелке или против нее.

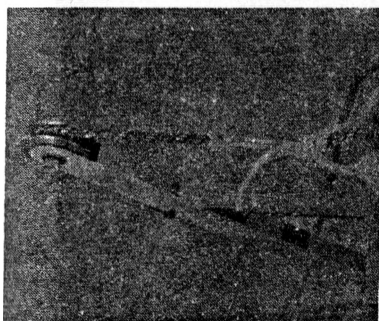
Это позволяет устанавливать запланированную рабочую нагрузку тракционного воздействия под контролем реакции пациента, не доводя до болевого порога.



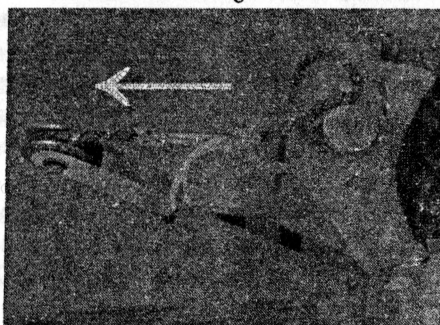
а



б



в



г

а) исходное положение пациента с согнутыми коленями – предтракционное состояние; б) положение пациента с выпрямленными коленями – состояние трaкции позвоночника; в) вид фрагмента блочного тягового механизма, рамки, петли Глиссона и головы пациента в предтракционном состоянии; г) в состоянии трaкции, где стрелкой указано направление трaкционного движения

Рисунок 2 - Мобилизационное воздействие на позвоночник в «АМКП-1» механической блочной передаче мускульной силы ног и рук пациента

По завершению мобилизационного сеанса указанным вариантом пациента освобождают от фиксирования в аппарате в следующей последовательности:

1. Пациент принимает исходное предтракционное состояние.

2. Снимают тракционную нагрузку путем вращения рукоятки механического регулятора (п.16, рисунок 1б) против часовой стрелки до достижения упора, после чего делают один оборот по часовой стрелке. Затем отворачивают прижимную шайбу на рамке (п.10, рисунок 1а) петли Глиссона и освобождают канат в петле-удавке путем ее ручного ослабления.

3. Пациент выпрямляет ноги в коленях, оставляя стопы на каретке продольного перемещения, или кладет выпрямленные ноги на постформинговую плоскость по бокам от каретки.

4. Отсоединяют петлю Глиссона от рамки, после чего снимают ее с головы пациента, предварительно расстегнув крепежные ремешки.

5. Смещают тело лежащего пациента к ножному торцу до ослабления натяжения тазовых ремней, после чего отсоединяют ремни от кронштейнов.

6. Переводят пациента из горизонтального лежачего положения последовательно в положение сидя и стоя, снимают тазовые ремни.

Универсальность тракционного воздействия на позвоночник позволяет использовать данный аппарат в качестве тренажера-растяжки для спортсменов, водителей, артистов балета и цирка, в качестве стимулятора роста для низкорослых.

1. Елифанов, В.А. Остеохондроз позвоночника (диагностика, лечение, профилактика) / В.А. Елифанов, А.В. Елифанов. – 3-е изд. М. : МЕДпресс-информ, 2008. — 272 с.

2. Курортные факторы и здоровье человека / Улащик, В.С. // Материалы конференций «Курортные факторы и здоровье человека». – Мн. : Книжный дом, 2002.

3. Устройство для вытяжения позвоночника человека: патент ВУ 14526 А 61F 5 / 04 / В.Л. Габец, Г.А. Есьман, Д.К. Тесаков, М.Г. Киселев, С.Г. Монич ; заявл. 24.12.2008 №а20081684, опубл. 30.06.2011.

**Комплексная реабилитация лиц,
перенесших ампутацию нижних конечностей, с использованием
вспомогательных средств**

Попова Г.В.¹, Парамонова Н.А.², канд. биол. наук, доцент
Калюжин В.Г.¹, канд. мед. наук

¹*Белорусский государственный университет физической культуры*

²*Белорусский национальный технический университет*

Минск, Беларусь

Комплексная реабилитация лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей, до сих пор остается актуальной медико-социальной проблемой. Инвалиды данной категории оказываются перед необходимостью в совершенно новых для себя условиях овладевать двигательными навыками. В значительной степени изменение стереотипа движений зависит от восстановления баланса у пациентов данной категории [4]. Причем, чем выше уровень ампутации, тем больше выражена степень нарушения статико-локомоторных функций, тем сложнее выработка навыка поддержания вертикальной позы инвалидом [1–3].

С целью повышения степени тренированности вестибулярной сенсорной системы пациентов, осваивающих протезы нижних конечностей, на кафедре лечебной физической культуры (ЛФК) Белорусского государственного университета физической культуры при участии специалистов Белорусского протезно-ортопедического восстановительного центра разработано и внедрено в реабилитационный процесс лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей и находящихся на этапе протезирования, устройство для самостоятельного подъема больного в кровати (патент № 7717 на полезную модель «Устройство для самостоятельного подъема больного в кровати»).

Стойка устройства состоит из двух частей, каждая из которых имеет ряд отверстий, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга, в которые вставляются штыри для установления длины, соответствующей антропометрическим параметрам верхних конечностей занимающегося. На нижней части стойки выполнен

элемент крепления, представляющий собой три перпендикулярные относительно стойки пластины, две из которых жестко закреплены на стойке, а третья пластина установлена между ними с возможностью перемещения и фиксации посредством винта, вставленного в нижнюю пластину, причем подвижная пластина жестко установлена на торец винта. На верхней части стойки установлена ручка с возможностью поворота на 180° и фиксации (рисунок).



Рисунок – Устройство для самостоятельного подъема больного в кровати

Впоследствии с этой же целью было разработано устройство для восстановления равновесия пациентов с ампутированной конечностью (патент № 8814 на полезную модель «Устройство для восстановления равновесия пациентов с ампутированной конечностью»). Предложенное устройство состоит из основания и гильзы для культи, соединенных посредством верхней и нижней опор, установленных с возможностью их телескопического перемещения относительно друг друга, соединенных между собой

посредством размещения фиксирующих элементов в совмещенных отверстиях, выполненных в них.

Для определения влияния программы комплексной реабилитации лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей, с использованием вспомогательных средств нами была изучена эффективность применения устройства для самостоятельного подъема больного в кровати. Проведено исследование чувствительности вестибулярного анализатора у инвалидов данной категории в возрасте 41–57 лет, находящихся на этапе протезирования в Белорусском протезно-ортопедическом восстановительном центре. Пациенты были разделены на две группы. В первую группу вошли 43 пациента, перенесших одностороннюю ампутацию бедра. Из них 21 человек впервые осваивал протез, 22 пациента – повторно протезируемые. Вторую группу составили лица, перенесшие ампутацию голени – 37 человек; из них 24 – повторно протезируемые и 13 человек осваивали протезы впервые. Для определения порога чувствительности вестибулярного анализатора был использован тест Яроцкого, который выполнялся пациентами в исходном положении стоя, с закрытыми глазами; при этом по команде начинались вращательные движения головой в быстром темпе. Фиксировалось время вращения головой до потери пациентом равновесия. Тестирование проводилось дважды: на 3 и 7 сутки от момента получения протезных изделий.

Были получены следующие результаты. У повторно протезируемых инвалидов выявлен изначально более высокий порог чувствительности вестибулярного анализатора: время выполнения первого тестирования инвалидов, осваивающих новые протезы бедра составило $23,4 \pm 0,8$ с, голени – $24,2 \pm 0,8$ с ($p < 0,05$). Время выполнения второго тестирования – $27,6 \pm 0,9$ ($p < 0,001$) и $27,3 \pm 0,8$ с ($p < 0,05$) соответственно. Полученные данные свидетельствуют о достаточно высокой степени адаптации вестибулярного анализатора повторно протезируемых пациентов вследствие длительного пользования протезными изделиями.

У пациентов, впервые осваивающих протезы, время выполнения первого тестирования составило $9,9 \pm 0,6$ с у лиц, перенесших ампутацию бедра, и $10,4 \pm 0,9$ с ($p < 0,05$) у лиц с ампутированными

дефектами голени. Время выполнения второго теста – $12,7 \pm 0,7$ ($p < 0,01$) и $13,7 \pm 0,6$ с ($p < 0,05$) соответственно. Низкий порог чувствительности вестибулярного анализатора у группы исследуемых объясняется детренированностью их вестибулярной сенсорной системы вследствие длительного периода гиподинамии, что приводит в дальнейшем к нарушению статического и динамического равновесия. Затрудняет освоение навыков самостоятельного передвижения у инвалидов данной группы и значительное эмоциональное напряжение, вызванное чувством неуверенности в себе и возможностью потерять равновесие при освоении протеза.

При выполнении теста Яроцкого пациентами, стоящими между опорными устройствами (в более безопасных условиях), результаты тестирования первично протезируемых инвалидов были следующие. У лиц, перенесших ампутацию бедра, время выполнения первого тестирования составило $11,76 \pm 0,5$ с ($p < 0,05$), в то время как лица с ампутационными дефектами голени показали результат $12,1 \pm 0,7$ с ($p > 0,05$).

Использование устройства для восстановления равновесия пациентов с ампутированной конечностью также позволяет повысить уверенность в своих возможностях и снизить эмоциональное напряжение при выполнении заданий на восстановление функции равновесия лицам, перенесшим ампутацию нижних конечностей.

Более высокие результаты тестирования у лиц, перенесших ампутацию голени, можно объяснить меньшим воздействием сбивающих факторов, способствующих снижению результативности проводимого теста, что необходимо учитывать при проведении тестирования и интерпретации полученных результатов.

Таким образом, применение устройств позволяет повысить степень тренированности вестибулярной сенсорной системы пациентов, осваивающих протезы нижних конечностей, что в дальнейшем приводит к улучшению показателей статического и динамического равновесия и, тем самым, дает возможность повысить эффективность реабилитационного процесса.

1. Бойченко, С.Д. Классическая теория физической культуры : Введение. Методология. Следствия / С.Д. Бойченко, И.В. Бельский. – Минск : Лазурак, 2002. – 312 с.

2. Теория и методика физической культуры: учебник / под ред. Ю.Ф. Курамшина. – М. : Советский спорт, 2007. – 464 с.

3. Частные методики адаптивной физической культуры : учебник / под общ. ред. Л.В. Шапковой. – М.: Советский спорт, 2007. – 608 с.

4. Irrgang, J.J. Balance and proprioceptive training for rehabilitation of the lower extremity / J.J. Irrgang, S.L. Whitney, E.D. Cox // J. Sports Rehabil. – 1994. – N 3. – P. 68–83.

УДК 615.831.42

Использование тренажера фитбол у детей с детским церебральным параличом

Калюжин В.Г., канд. мед. наук, Богданович Н.О.

*Белорусский государственный университет физической культуры
Минск, Беларусь*

Детские церебральные параличи (ДЦП) – это группа патологических синдромов, возникающих вследствие внутриутробных, родовых или послеродовых поражений мозга и проявляющихся в форме двигательных, речевых и психических нарушений [1]. Таким образом, речь идет о диффузном поражении головного мозга на ранних этапах его формирования, что может привести к сенсорным и речевым нарушениям у ребенка, страдающего церебральным параличом. Кроме того, наличие двигательных дефектов создает предпосылки для особенностей развития познавательной деятельности детей, так как чувственное познание формируется на основе анализаторной деятельности мозга[4].

В определении детского церебрального паралича, принятого интернациональной группой исследователей в Оксфорде, отмечается, что это страдание обуславливается заболеванием головного мозга, поражающим те отделы, которые отвечают за движения и положение тела, и обращается внимание на тот факт,

что это заболевание приобретает на ранних этапах развития головного мозга [6].

Координационные способности человека представляют совокупность множества двигательных координаций, обеспечивающих продуктивную двигательную деятельность, т.е. умение целесообразно строить движение, управлять им в случае необходимости, быстро его перестраивать [3].

Эффективным методом комплексного развития физических качеств, координационных способностей, эмоционально-волевой и психической сферы лиц с ограниченными возможностями является игровой метод. Игра как забава, развлечение свойственна людям во все возрастные периоды жизни. Она удовлетворяет естественные потребности человека в эмоциональном досуге, движении, общении и является способом самовыражения [2].

Игры (подвижные и малоподвижные) являются самой приемлемой формой занятия физическими упражнениями с этой категорией детей. Бесконечное разнообразие движений, из которых состоит подвижная игра, оказывает всестороннее воздействие на психофизическое и эмоциональное состояние ребёнка, что создаёт положительные предпосылки для коррекции [3].

Актуальность темы обусловлена тем, что данное заболевание встречается довольно часто: 1,7–1,9 на 1000 родившихся детей [5]. Из этого числа многие дети рождаются с умственными отклонениями и, в дальнейшем, не дееспособны. Те же дети, интеллектуальное развитие которых не нарушено, физически малоактивны, в результате чего страдают различными дополнительными заболеваниями опорно-двигательного аппарата и внутренних органов. К тому же присоединяются и различные психические расстройства, вызванные особым отношением культурно невоспитанных сверстников. Когда приходит время половой зрелости, юношам и девушкам с церебральным параличом довольно трудно найти спутников жизни. Все эти факторы накладывают отпечаток на психику, зачастую приводя к суицидам или уходу больного «в себя» [2].

Все эти нарушения и, в первую очередь двигательные, приводят к тому, что дети больные ДЦП, имеют серьезные нарушения координационной сферы, на основе которой должны формироваться

двигательные умения и навыки прикладного характера (ходьба, бег, прыжки и др.).

Для объективной оценки уровня развития координационных способностей у детей с ДЦП и эффективности использованной коррекционно-развивающей программы использовались интегративные тесты.

Для экспериментальной группы нами была разработана коррекционно-развивающая программа, улучшающая координационные способности детей с ДЦП. Занятия по программе проводились 3 раза в неделю в период с конца октября до конца февраля (52 занятия). Длительность занятия составляла 45 минут. Разработанная нами программа включала следующие компоненты: упражнения в нескольких этапах и подвижные игры с использованием фитбола, упражнения на расслабление, музыкотерапию.

Упражнения и подвижные игры с использованием фитбола способствуют формированию мышечного корсета, коррекции деформации позвоночника, расслаблению (за счет вибрации) спастичных мышц, развитию равновесия и координации движений, формируют двигательные навыки, положительно влияют на эмоционально-волевую сферу.

Упражнения на расслабление при помощи фитбола включают в себя: дыхательные упражнения в медленном темпе и в различных исходных положениях (лежа на спине и животе, сидя и стоя), в сочетаниях с движениями рук. Такие упражнения проводятся в конце занятия и способствуют не только развития способности к произвольному и рациональному снятию напряжения мышц, но и снижению возбуждения нервной системы после физической нагрузки, а также развитию образного мышления, профилактике заболеваний дыхательной системы.

После проведения педагогического эксперимента, по внедрению на занятиях адаптивной физической культурой (АФК) у детей разработанной нами коррекционно-развивающей программы, направленной на развитие координации детей 10–12 лет больных ДЦП, было проведено тестирование уровня развития координационных способностей при помощи тех же тестов, что и до начала педагогического эксперимента. Результаты по каждому из

тестов до и после проведения исследования представлены в таблице.

Представленные в таблице результаты выявляют, что применение на занятиях по АФК у детей с ДЦП разработанной нами коррекционно-развивающей программы приводит к статистически достоверно выраженному улучшению уровня развития координационных движений и ориентации в пространстве.

Таблица – Влияние разработанной коррекционно-развивающей программы с игротерапией на координацию движений детей с ДЦП

Название теста	до	после	P
Попеременное сгибание ног в колене, <i>кол-во</i>	14,4±0,66	21,3±1,46	<0,05
Попадание теннисным мячом в корзину, <i>кол-во</i>	4,9±0,53	7,8±0,80	<0,05
Сбивание баскетбольным мячом кеглей, <i>кол-во</i>	4,1±0,40	6,3±0,66	<0,05
Набивание баскетбольного мяча, <i>кол-во</i>	2,3±0,39	4,6±0,66	<0,05
Проползание по гимнастической скамейке, <i>сек.</i>	32,1±0,93	28,5±1,06	<0,05

Как следует из представленных в таблице данных занятия АФК у детей 10–12 лет с ДЦП с использованием разработанной нами коррекционно-развивающей программы приводят к статистически достоверно значимым ($P < 0,05$) улучшениям уровня развития координации точности движений, ориентации в пространстве и динамического равновесия.

В результате анализа учебно-методической и научной литературы было выявлено, что координационные способности имеют сложную структуру. Координационные способности представляют собой совокупность множества освоенных двигательных действий, обеспечивающих жизненно необходимые двигательные умения и навыки. Развитие этих способностей зависит от множества факторов: состояния здоровья, психофизического состояния, возраста, пола, генетической предрасположенности и социального статуса.

Физические упражнения, как важнейшее средство физического воспитания, должны использоваться в самых разнообразных формах проведения занятий. Форма занятий существенно влияет на их содержание.

Постоянное использование одних и тех же стандартных занятий задерживает совершенствование оптимальных двигательных навыков. Различные формы проведения занятий с использованием новых современных методик – фитбола, музыкотерапии, индивидуального подхода – важнейшее условие коррекционной работы с детьми школьного возраста.

Упражнения на фитболе могут выполняться из многообразных исходных положений. Упражнения в исходном положении сидя способствуют тренировке мышц тазового дна, функциональная несостоятельность которых часто выявляется при патологии мочевыводящей системы. Выполнение упражнений в исходном положении лежа животом или спиной гораздо тяжелей, чем на устойчивой опоре. Поддержание равновесия привлекает к координированной работе многочисленные мышечные группы, превосходно решая лечебную задачу формирования мышечного корсета за счет укрепления мышц спины и брюшного пресса.

Следовательно, для постепенного правильного освоения упражнений нами было организовано обучение детей по этапам, то есть от простых упражнений и облегченных исходных положений на 1–2 этапах переходим к более сложным на 3–4 этапах.

Упругие свойства фитбола позволяют применять его для отягощения, сопротивления. Таким образом, упражнения на силу обязательно чередуются с упражнениями на растягивание.

Дозировка объема и интенсивности физических упражнений позволяет рационально регулировать нагрузку путем определенного количества повторений, темпом выполнения, использованием длинных и коротких рычагов, сменой исходных положений и способов выполнения упражнений, рациональным чередованием времени нагрузки и отдыха.

Результаты диагностических тестов показали, что у детей занимавшихся АФК по разработанной нами коррекционно-развивающей программе значительно увеличилась точность координации движений и ориентация в пространстве по сравнению с детьми, занимавшихся АФК по стандартной методике центра.

Для детей с ДЦП 10–12 лет разработанная коррекционно-развивающая программа является эффективной, о чем свидетельствуют данные исследования с проведением комплекса

подвижных игр, упражнений с фитболами, на расслабление и музыкотерапией, что позволило разнообразить вариативную часть урока, создать положительный эмоциональный фон для занимающихся и привести к статистически достоверно выраженным улучшениям показателей координационных способностей в экспериментальной группе.

1. Бадалян, Л.О. Невропатология / Л.О. Бадалян. – М.: Медицина, 2000. – 234 с.

2. Герцен, Г.И. Реабилитация детей с поражениями опорно-двигательного аппарата в санаторно-курортных условиях / Г.И. Герцен, А.А. Лобенко. – М. Медицина, 1991. – 271 с.

3. Гончарова, М.Н. Лечебная помощь детям с церебральными параличами / М.Н. Гончарова. – Л.: Медицина, 1982. – 86 с.

4. Гужаловский, А.А. Основы теории и методики физической культуры : учеб. для техн. физ. культ. / под ред. А.А. Гужаловского. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 352 с.

5. Дубровский, В.И. Лечебная физическая культура (кинезотерапия) : учеб. для студ. высш. учеб. заведений. – 2-е изд., стер. / В.И. Дубровский. – М. : Владос, 2001. – 608 с.

6. Степаненкова, Э.Я. Теория и методика физического воспитания и развития ребенка: учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений / Э.Я Степаненкова. – М. : Академия, 2001. – 368 с.

УДК 615.83/84

Анализ и синтез пространственных тепловых полей в диагностике спортивных травм

Зайцева Е.Г., канд. техн. наук, доцент

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Растяжения и ушибы являются наиболее распространенными травмами при занятиях игровыми видами спорта. Одним из симптомов повреждения ткани является изменение её

температуры. В этих целях целесообразно использовать устройство для исследования пространственного распределения изменяющихся во времени тепловых полей при диагностике растяжений и ушибов [1]. Схема такого устройства представлена на рисунке 1.

Устройство содержит блок 1 расположенных в различных точках пространства тепловизоров 2 с болометрической матрицей 3 для записи инфракрасного изображения объекта 4, блок 5 дисплеев 6, матрицу 7 для воспроизведения объемного изображения 8, состоящую из объективов 9. Инфракрасное излучение от объекта 4 одновременно преобразуется в электрические сигналы блоком 1 расположенных в различных точках пространства тепловизоров 2.

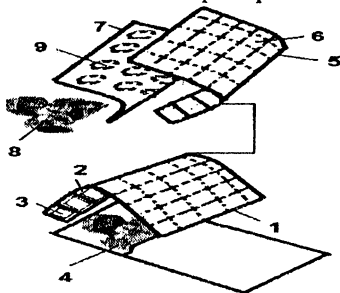


Рисунок 1 - Схема устройства для исследования пространственного распределения изменяющихся во времени тепловых полей

С болометрических матриц 3 электрические сигналы поступают на блок 5 дисплеев 6, которые воспроизводят в видимой области множество записанных тепловизорами изображений. Плоскости дисплеев 6 повернуты между собой под такими же углами, как и плоскости болометрических матриц 3 соответствующих тепловизоров 2, а расстояние между дисплеями 6 пропорционально расстоянию между болометрическими матрицами 3 соответствующих тепловизоров 2. Объективы 9 матрицы 7 преобразуют множество изображений на дисплеях в видимое объемное изображение 8 объекта в трехмерном пространстве. Ось каждого объектива 9 матрицы 8 проходит через центр

соответствующего плоского изображения на дисплее и перпендикулярна его плоскости.

Как правило, болометрические матрицы имеют более низкое разрешение, чем работающие в видимом диапазоне. Поэтому чтобы точнее локализовать тепловое поле пациента, целесообразно одновременно записывать и воспроизводить в видимой области как инфракрасную, так и видимую составляющие изображения поверхности тела. Эта задача может быть решена с использованием устройства [2], схема которого представлена на рисунке 2.

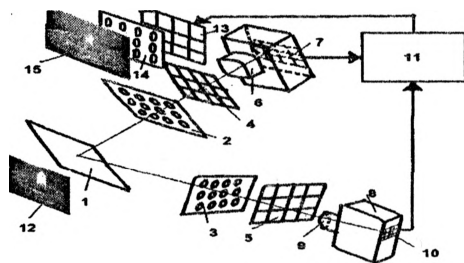


Рисунок 2 - Устройство для формирования в пространстве комбинированного видимого объемного изображения объекта, излучающего в видимом и инфракрасном диапазонах

Устройство содержит разделяющую инфракрасное и видимое излучения пластинку 1, матрицы 2 и 3 из оптических элементов для воспроизведения изображений 4 и 5 в инфракрасном и видимом диапазонах, оптическую систему 6 для формирования инфракрасных изображений на поверхности микроболометрической матрицы 7, видеокамеру 8, содержащую объектив 9 и светочувствительную матрицу 10, электронный блок 11 обработки и суммации сигналов об инфракрасном и видимом изображениях объекта 12, дисплей 13, матрицу 14, состоящую из оптических элементов и предназначенную для воспроизведения объемного изображения 15 в видимой области излучения.

Пластинка 1 установлена наклонно к пересекающимся осям оптической системы 6 и объектива 9 видеокамеры 8. Видимое и инфракрасное излучение от объекта 12, достигая разделительной

пластинки 1, делится на две части: видимое излучение отражается пластинкой, а инфракрасное пропускается. Матрица 2, установленная перпендикулярно оси оптической системы 6, воспроизводит в инфракрасной области множество 4 изображений объекта 12 в различных ракурсах. Производится запись множества 4 инфракрасных изображений через оптическую систему 6 на микроболонометрическую матрицу 7. Матрица 7 преобразует совокупность инфракрасных изображений на своей поверхности в электрические сигналы, поступающие в электронный блок 11 обработки и суммации сигналов об инфракрасном и видимом изображениях.

Матрица 3, установленная между пластинкой 1 и объективом 9 видеокамеры 8 перпендикулярно оси объектива, воспроизводит в видимой области оптического излучения множество 5 изображений объекта 12 в различных ракурсах. Производится запись множества 5 изображений через объектив 9 видеокамеры 8 на ее матрицу 10. Матрица 10 преобразует совокупность видимых изображений на своей поверхности в электрические сигналы, поступающие в электронный блок 11 обработки и суммации сигналов об инфракрасном и видимом изображениях.

Из блока 11 обработки и суммации электрические сигналы поступают на дисплей 13, преобразующий эти сигналы во множество плоских видимых комбинированных изображений объекта в различных ракурсах. Матрица 14, состоящая из оптических элементов, предназначенных для воспроизведения изображений в видимой области излучения, установленная параллельно поверхности дисплея 13, преобразует множество плоских видимых комбинированных изображений объекта 12 в различных ракурсах в видимое комбинированное объемное изображение 15.

Так как одним из физиотерапевтических факторов при лечении растяжений и ушибов является тепловое воздействие, целесообразно использовать устройство для инфракрасного нагрева (рисунок 3).

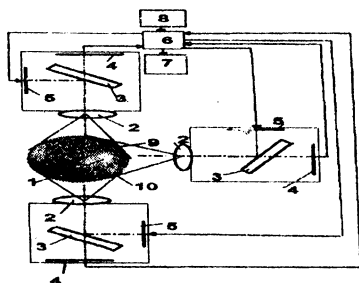


Рисунок 3 - Устройство для инфракрасного нагрева

Устройство для инфракрасного нагрева объекта 1 содержит множество блоков, состоящих из объектива 2, плоскопараллельной пластинки 3, цифровой матрицы 4, чувствительной к видимой части спектрального диапазона, и излучающей в инфракрасном диапазоне матрицы 5, а также процессорный блок 6, дисплей 7, блок 8 управления. Количество блоков должно выбираться из условия, чтобы, как минимум, на двух соседних светочувствительных матрицах 4 изображались общие точки объекта 1. Такие точки содержатся в областях 9, 10. Объективы 2 на цифровых матрицах 4, чувствительных к видимой части спектрального диапазона, формируют видимые оптические изображения объекта 1, причем видимое излучение от объекта 1 свободно проходит через плоскопараллельные пластинки 3, пропускающие оптическое излучение в видимом диапазоне и отражающие инфракрасное излучение. Процессорный блок 6 производит преобразование оптических изображений на матрицах 4 в совокупности электрических сигналов. В результате обработки этих сигналов на дисплее 7 воспроизводится множество изображений объекта 1. На этих изображениях посредством блока 8 управления и процессорного блока 6 осуществляется компьютерная маркировка подлежащих облучению пространственных областей, если объект 1 неподвижен. Если объект 1 подвижен, то осуществляется идентификация множества его изображений относительно неподвижных объектов с помощью компьютерной программы. Дальнейшая обработка сигналов в процессорном блоке 6 предусматривает вычитание в изображениях на дисплее 7

элементов, не относящихся к выделенным областям. С использованием блока 8 управления, процессорного блока 6 и программного обеспечения производится такое изменение совокупности электрических сигналов, которое изменяет во времени и пространстве распределение яркости в плоскости выделенных областей в изображениях на дисплее 7 по задаваемому алгоритму пропорционально необходимой мощности облучения этих областей. Каждое из плоских распределений инфракрасного излучения, соответствующее своему откорректированному видимому изображению, посредством процессорного блока 6 формируется на соответствующей матрице 5, излучающей в инфракрасном диапазоне. Потоки инфракрасного излучения от матриц 5 отражаются от плоскопараллельных пластинок 3 и с помощью объективов 2 формируют на объекте 1 пространственное, имеющее возможность изменяться во времени распределение инфракрасного излучения для нагрева заданных областей объекта 1 в заданном режиме.

1. Способ преобразования инфракрасного изображения объекта в видимое объемное и устройство для его осуществления : пат. 14668 С1 Респ. Беларусь, МПК G 01N 21/35 / Е.Г. Зайцева, С.А. Саракач ; заявл. 18.03.2009; опубл. 30.08.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. Центр іртэлектуал.уласнасці.- 2011.- № 4.- С 214.

2. Способ формирования в пространстве комбинированного видимого объемного изображения объекта, излучающего в видимом и инфракрасном диапазонах, и устройство для его осуществления : пат. 14540 С1 Респ. Беларусь, МПК G 01N 21/ 35. / Е.Г. Зайцева, С.А. Саракач, С.В. Апитенок ; заявл. 13.02.2009; опубл. 30.06.2011 // Афіцыйны бюл. / Нац. Центр іртэлектуал.уласнасці.- 2011.- № 3.- С 233.

Механотерапевтический аппарат для разработки контрактур коленного сустава

Гиселев М.Г., д-р техн. наук, профессор,

Есьман Г.А. канд. техн. наук, доцент, Габец В.Л., Ланкевич А.И.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Практически все нарушения опорно-двигательного аппарата приводят к нарушению функции конечности. По данным врачебной экспертизы в 26% случаев к снижению или утрате трудоспособности приводят не морфологические, а функциональные изменения, развившиеся в результате травмы, в том числе и у спортсменов. Это связано с тем, что восстановительное лечение начиналось поздно, проводилось не регулярно, без комплексного использования современных средств функционального восстановления или с нарушением методики их применения. От того, насколько своевременно и правильно используются средства восстановительной терапии, зависит выраженность функциональных нарушений и продолжительность лечения и реабилитации. Роль функционального восстановительного лечения часто недооценивается, особенно в послеоперационном периоде, что снижает его эффективность, а в ряде случаев делает его неоправданным.

Лечение травм и заболеваний конечностей достаточно часто осложняется ограничением подвижности суставов. Эти изменения могут колебаться от незначительного снижения пассивных движений вплоть до их полного исчезновения. Контрактуры - постоянные спутники травм и ортопедических заболеваний, они представляют серьезную проблему в диагностике и особенно в лечении этих стойких нарушений функции суставов.

Одним из высокоэффективных видов лечебных мероприятий, способных восстановить функциональные нарушения опорно-двигательного аппарата, является механотерапия. Она эффективна в комплексе мероприятий. СРМ-терапия (англ. Continuous Passive Motion) – методика пассивной длительной разработки суставов с помощью оснащенных двигателями тренажеров. Обычно

упражнения начинают с активных движений, а затем, когда они становятся неэффективными (не увеличивается амплитуда объёма движений в суставе), переходят к активно-пассивным, используя помощь методиста или же специальных механотерапевтических аппаратов. Упражнения пассивного типа зачастую выходят на первый план, особенно в начале лечения. Страх и болевой синдром – два препятствия для активных движений. Даже при активно-пассивной разработке пациент пытается противостоять методисту, а не делает усилие на выполнение активного сокращения контрагированных групп мышц. До настоящего времени остается открытым вопрос о том, в какие сроки, в каком объеме и в каком режиме в зависимости от особенностей проведенного хирургического лечения показана методика пассивной разработки движений в суставах с помощью тренажеров. Многообразие форм протекания заболеваний и повреждений коленного сустава делает весьма сложным выбор оптимальной концепции его восстановительного лечения. Не выработано четких показаний к применению тех или иных режимов послеоперационной разработки движений в коленном суставе.

Таким образом, вышесказанное может свидетельствовать об актуальности разработки и создания технических средств для реабилитации при заболеваниях и травмах суставов.

В Республике Беларусь лишь некоторые крупные клиники обладают единичными тренажерами для восстановительного лечения пациентов после операций на коленном суставе. Поэтому представляется целесообразным разработать и оснастить как стационарные, так и амбулаторные медицинские учреждения подобными относительно недорогими отечественными тренажерами для улучшения сроков и качества восстановительного лечения пациентов.

По современным требованиям тренажеры должны легко адаптироваться для правой или левой ноги пациента, подходить для любой длины и величины окружности ноги, иметь возможность задания времени, скорости работы, объёма сгибания и разгибания сустава в диапазоне от 0 до 120°, иметь возможность автоматической остановки хода при невозможности дальнейшего движения сустава.

Предложенная конструкция аппарата для разработки контрактур коленного сустава показана на рисунке 1.

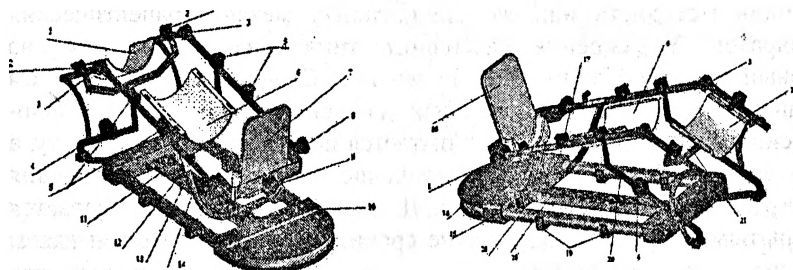


Рисунок 1- Аппарат разработки контрактур коленного сустава

Аппарат включает в себя следующие основные элементы: 1 - лоток для бедра, который служит для регулировки бедра пациента по высоте и для совмещения оси коленного сустава с осью шарниров; 2 - рукоятка для регулирования лотка для бедра по высоте, предназначенная для обеспечения расположения бедра пациента в необходимом положении; 3 - шарниры аппарата в области колена, при настройке аппарата необходимо расположить ось коленного сустава на оси шарниров, имеет встроенный датчик угла поворота; 4 - установочный винт для регулировки по длине бедра в соответствии с антропометрическими данными пациента; 5 - рукоятки для регулирования лотка для голени по высоте; 6 - лоток для голени, служит для фиксации голени пациента; 7 - лоток для стопы, располагает стопу пациента в удобном для него положении; 8 - установочный винт для регулировки угла положения стопы и поворота лотка для стопы; 9 - рукоятка для регулировки поворота и высоты лотка для стопы, а также для его демонтажа; 10 - разъем для подключения программного блока, при помощи которого обеспечивается управление тренажером; 11 - установочный винт для регулировки по длине голени.

Основной частью аппарата (рисунок 2) является привод 24 с ходовым винтом 12, рабочей гайкой 18 и направляющей 13. Привод 24 закреплён в корпусе 25 при помощи винтового соединения. В качестве привода используется электродвигатель SY42STH38-1206A

фирмы АРЕХ, с редуктором АF042. Крутящий момент с вала привода передаётся ходовому винту 12 посредством муфты 27. Винт 12 установлен в направляющую 13 при помощи подшипников качения, расположенных в кронштейнах в торцах направляющих. На ходовом винте расположена каретка 18. Центрирование каретки происходит за счёт шариков находящихся в пазах направляющей и каретки. На каретки 18 закреплены уголок 22 и кронштейн 23. При перемещении каретки 18 осуществляется перемещение уголка 22, на котором, закреплена опора 28.

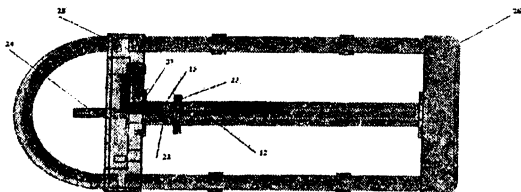


Рисунок 2 – Привод аппарата разработки контрактур

При перемещении опоры 28 перемещается верхняя (рабочая) часть аппарата. Шарниры 3 обеспечивают сгибание коленного и бедренного суставов. Усилитель 21 служит для обеспечения параллельности опорных трубок.

Настройка аппарата, установка необходимой программы для лечения, а также отображение текущего положения аппарата осуществляется при помощи пульта. Во время проведения процедур пульт находится в руках пациента, при проявлении болевых ощущений, плохом самочувствии, он может самостоятельно остановить работу аппарата.

Освоение производства и практическое внедрение современных методик послеоперационной реабилитации больных позволит улучшить результаты лечения пациентов, с том числе и спортсменов, с повреждениями и заболеваниями коленного сустава путём скорейшего восстановления функции сустава, оптимизации сроков реабилитации.

Внедрение в клиническую практику современных тренажеров для восстановительного лечения уменьшит количество

послеоперационных контрактур, связанных с недостаточной послеоперационной реабилитацией пациентов, позволит сократить сроки госпитального лечения, снизить сроки временной нетрудоспособности больных.

УДК 615.831.42

Двигательная реабилитация детей с детским церебральным параличом в тренажере «сухой» бассейн

Калюжин В.Г., канд. мед. наук, Зыбин Ю.В., Богданович Н.О.
*Белорусский государственный университет физической культуры
Минск, Беларусь*

Инвалидность у детей определяется значительным ограничением жизнедеятельности, приводящим к социальной дезадаптации вследствие нарушения развития и роста ребенка, способностей к самообслуживанию, ориентации, обучению, общению, трудовой деятельности в будущем [2].

Реабилитация детей-инвалидов имеет свои особенности, так как она должна предусматривать, что речь идет о растущем организме, развитии всех систем и функций, и возможна задержка в росте и развитии ребенка. Поэтому под реабилитацией детей-инвалидов принято понимать систему медицинских, педагогических, социально-экономических, психологических и других мероприятий, направленных на ликвидацию или коррекцию патологических изменений, нарушающих ход нормального развития детского организма, и на максимально полную и раннюю социальную адаптацию ребенка, формирование у него положительного отношения к жизни, обществу, семье, обучению, трудовой деятельности [3].

Детский церебральный паралич (ДЦП) объединяет в себе группу различных по клиническим проявлениям синдромов, которые возникают в результате недоразвития мозга и его повреждения на различных этапах онтогенеза и характеризуются неспособностью сохранять нормальную позу и выполнять произвольные движения. Эта патология занимает одно из ведущих мест, в структуре

заболеваемости нервной системы у детей. Выраженные двигательные, речевые и психические нарушения трудно поддаются коррекции и нередко служат причиной тяжелой инвалидности [1].

В настоящее время возникла проблема с тем, что недостаток методических материалов вынуждает специалистов области физического воспитания модифицировать программы, используемые в работе со здоровыми детьми, или разрабатывать собственные [4].

При работе с детьми, имеющими церебральную патологию, используются занятия в «сухом» бассейне.

В «сухом» бассейне тело ребенка находится в безопасной опоре, что особенно важно для детей с двигательными нарушениями. В то же время в бассейне можно двигаться, ощущая постоянный контакт кожи с наполняющими бассейн шариками. Таким образом, происходит постоянный массаж всего тела, стимулируется проприоцептивная и тактильная чувствительность. Ребенок свободно двигается, меняет направления движения, позу, чередуя деятельность с отдыхом, самопроизвольно регулируя нагрузку, удовлетворяет потребность в движении. «Сухой» бассейн способствует развитию моторики, координации движений, равновесия, проприоцептивной чувствительности всех моторных систем. Упражнения в «сухом» бассейне активизируют сердечно-сосудистую и дыхательную системы, деятельность желудочно-кишечного тракта, способствуют развитию физических качеств, уменьшают спастичность и гиперкинезы, стимулируют функцию паретичных мышц, способствуют увеличению подвижности позвоночника и суставов верхних и нижних конечностей, создают положительный психоэмоциональный настрой [6].

Подбор упражнений в бассейне должен быть индивидуальным в зависимости от формы и степени тяжести заболевания [7].

Таким образом, проведенный анализ научно-методической литературы по проблеме исследования показал, что на сегодняшний день занятия по физическому воспитанию в специализированных образовательных учреждениях не всегда обеспечивают нужное физическое развитие и физическую подготовленность детей с церебральным параличом. В связи с этим особое значение приобретает использование различных методик адаптивного

физического воспитания. Это и послужило основой разработки коррекционно-развивающей программы, включающей применение «сухого» бассейна при проведении занятий с детьми с церебральным параличом.

Цель исследования: оценить эффективность разработанной коррекционно-развивающей программы, с применением «сухого» бассейна для развития двигательных навыков у детей 6 лет с ДЦП на занятиях адаптивной физической культурой.

Исследование было проведено на базе ГУО «Ясли-сад» № 549 г. Минска. В нем приняло участие 12 мальчиков в возрасте 6 лет с диагнозом: ДЦП, спастическая диплегия I и II степеней тяжести. Испытуемые были разделены на 2 группы: контрольную и экспериментальную по 6 человек в каждой.

Испытуемые обеих групп занимались по учебной программе ГУО «Ясли-сад» № 549 г. Минска, которая включает следующие адаптированные физические упражнения:

- упражнения на развитие дыхания;
- физические упражнения практического назначения;
- физические упражнения, направленные на развитие основных движений – ходьба, бег, ползание, прыжки, метание;
- общеразвивающие упражнения на укрепление мышц туловища, плечевого пояса, ног, формирование правильной осанки;
- упражнения на развитие мелкой моторики;
- подвижные игры; упражнения на релаксацию.

Занятия по физической культуре с детьми, имеющими тяжелые и (или) множественные физические и (или) психические нарушения, направлены на укрепление их здоровья, развитие двигательных, умственных и компенсаторных способностей, коррекцию имеющихся отклонений [8].

Занятия в экспериментальной группе проводились 3 раза в неделю по 20 минут в дополнение к основной программе ГУО «Ясли-сад» № 549 г. Минск и состояли из комплексов упражнений, направленных на коррекцию ходьбы; коррекцию бега; коррекцию прыжков; коррекцию моторики.

Среди нетрадиционных форм занятий адаптивной физической культурой при ДЦП можно выделить занятия в «сухом» бассейне, заполненном разноцветными шариками. Тело ребёнка в бассейне

всё время находится в безопасной опоре, что особенно важно для детей с двигательными нарушениями. В то же время в бассейне можно двигаться, ощущая постоянный контакт кожи с наполняющими бассейн шариками. Таким образом, происходит постоянный массаж всего тела, стимулируется чувствительность. Занятия развивают общую двигательную активность, координацию движений и равновесие. В «сухом» бассейне можно выполнять упражнения из различных исходных положений, например упражнения из исходного положения лёжа на животе укрепляют мышцы спины, развивают опороспособность рук и хватательную функцию кистей, тренируют зрительно-моторные координации, стабилизируют правильное положение головы.

Механизм воздействия разносторонен. Происходит улучшение деятельности сердечно-сосудистой системы, центральной нервной системы, положительно влияет на органы дыхания, улучшает деятельность опорно-двигательного аппарата, активизирует течение обменных процессов, эффект закаливания, происходит нормализация массы тела, благотворное сенсорное воздействие, и конечно же дает положительный психо-эмоциональный эффект. Занятия в «сухом» бассейне показаны всем без ограничения возраста.

Во время занятия в «сухом» бассейне происходит массажный эффект, сенсорный эффект, закаливающий, тренировочный, расслабляющий и эффект погружения.

Играя с ребенком, осуществляется лечебная гимнастика, которая позволяет тренировать мышцы туловища и конечностей, отрабатывать методику безопасного падения, тренировать функцию равновесия, выполнять упражнения на сопротивление в вязкой среде бассейна, выполнять упражнения на расслабление.

Основные упражнения для укрепления организма используемые в «сухом» бассейне: общеразвивающие и специальные; дыхательные упражнения; массажные движения; упражнения в сопротивлении; упражнения в равновесии; упражнения с применением разнообразных дополнительных предметов (ручные мячи, мячи большого диаметра, утяжелители); прикладные (ползание, ручные захваты, метание мячей).

Исходные положения, применяемые в «сухом» бассейне: лежа на животе, лежа на спине, лежа на боку, сидя ноги скрестив по-турецки, сидя и лежа ноги свешиваются с бортиков бассейна, стоя на четвереньках, стоя на коленях.

Доказана статистически достоверная положительная динамика развития двигательных навыков при использовании коррекционно-развивающей программы с включением «сухого» бассейна у детей экспериментальной группы по сравнению с детьми контрольной группы, занимавшихся по стандартной методике ГУО «Ясли-сад» № 549 г. Минска.

Проведенные исследования выявили статистически достоверно выраженные улучшения тестируемых параметров развития двигательных навыков у детей 6 лет с детским церебральным параличом после цикла занятий адаптивной физической культуры по разработанной коррекционно-развивающей программе с использованием «сухого» бассейна.

Учитывая выраженный положительный эффект «сухой» бассейн может быть рекомендован на занятиях по адаптивной физической культуре у детей 6–7 лет с ДЦП.

1. Бадалян, Л.О. Детская неврология / Л.О. Бадалян. – М.: Наука, 1993. – 328 с.

2. Варенова, Т.В. Практические рекомендации для специалистов по проблеме оказания помощи детям раннего возраста с нарушениями опорно-двигательного аппарата / Т.В. Варенова. – Минск: Unicef. Детский фонд ООН, 2004. – 19 с.

3. Детский церебральный паралич [электронный ресурс] 2011. – Режим доступа : <http://www.rehabilitolog.narod.ru /simple.html>. – дата доступа 18.01.2011.

4. Дудина, Т.А. Социально-педагогическая работа / Т.А. Дудина // Адукацыя і выхаванне. – 2003. – №3. – С. 41-52.

5. Калюжин, В.Г. Развитие координационных способностей детей с детским церебральным параличом с помощью игрового метода / В.Г. Калюжин, Г.В. Попова, Ю.В. Зыбин // „Sportul Olimpic și sportul pentru toți”, congres șt. intern. (15; 2011; Chișinău). Sportul Olimpic și sportul pentru toți: Materialere Congresului Șt. Intern.: [în

vol.] / col. red.: V. Manolachi, S. Danail. – Vol. 2. – Chişinău: USEFS, 2011. – P. 224–228.

6. Семенова, К.С. Новые подходы к профилактике и восстановительному лечению ДЦП / К.С. Семенова, Л.В. Антонова // Журнал им. Сперанского. – 1999. – № 32. – С. 9-15.

7. Частные методики адаптивной физической культуры : учебник / под общ. ред. Л.В. Шапковой. – М. : Советский спорт, 2007. – 608с.

8. Шипицина, Л.М. Детский церебральный паралич / Л.М. Шипицина, И.И. Мамайчук. – СПб. : Дидактика, 2003. – 518 с.

УДК: 616.728.3-001/.002-085

Алфлутоп в лечении патологии суставов

Сысоева И.В., канд. биол. наук, доцент
*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Травматизм, в том числе спортивный, как причина нетрудоспособности, инвалидности и смертности в мире занимает одно из первых мест. За последние 8-10 лет отмечена тенденция к увеличению травм конечностей закрытого характера: ушибы, растяжения, надрывы, разрывы мышц и связок [2]. Приведенные наблюдения за спортсменами-футболистами профессионального клуба демонстрируют получение 2-3-х травм у 91% спортсменов в течение одного соревновательного сезона. К числу наиболее тяжелых повреждений опорно-двигательного аппарата, сопровождающихся функциональными нарушениями, относят переломы костей таза, голеней и травмы коленных суставов, инвалидность после которых достигает 25% [5].

Травмы коленного сустава (внутрисуставной перелом бедра и большеберцовой кости, разрыв связок, повреждение менисков, гемартроз) или перенесённые заболевания (артрит коленного сустава различной этиологии, хондроматоз суставов, "суставная мышь" и др.) являются этиологическим фактором развития артроза коленного сустава – вторичного гонартроза.

Гонартроз является дегенеративно-дистрофическим процессом в гиалиновом хряще сустава, покрывающем мышелки бедренной и большеберцовой костей, ведущим к потере упруго-эластических свойств хрящевой ткани. В группе артрозных поражений суставов гонартроз лидирует по частоте возникновения заболевания [4].

При движениях (ходьбе, беге, прыжках, наклонах туловища, подъемах тяжестей) суставной хрящ подвергается значительной нагрузке, деформируется, становится ломким, сухим, в ответ на нагрузку его волокна расщепляются. По мере прогрессирования процесса слой гиалинового хряща становится тоньше, вплоть до полного разрушения - «изнашивания», суставная щель сужается, приводя к еще большему износу хряща. Наряду с этими изменениями происходит деформация и перестройка костной ткани сустава, образуются по краям сустава костные выросты - так называемые остеофиты (шипы). Достигая предельного размера, остеофиты ограничивают движение в суставе, вызывают боль не только в самом суставе, но и по длине костей, его образующих. Нарушение конгруэнтности суставных поверхностей ведет к неустойчивости сустава, склонности к подвывихам и вывихам в пораженном суставе, надрывам суставной капсулы и связок ее укрепляющих, кровоизлияниям в ткани капсулы и воспалению сустава – артриту.

Жалобы пациентов с гонартрозом вначале сводятся к ощущению определённой скованности в суставе, "стягиванию" под коленом, болям в нём после длительной ходьбы. Большинство жалуется также на затруднения при ходьбе по утрам, после сна или после более или менее длительного сидения. С течением времени заболевание прогрессирует, боли становятся упорными, постоянными, интенсивными, чаще локализуются на внутренней стороне колена, развивается ограничение сгибания и (или) разгибания, ощущается хруст при движениях в коленном суставе, прогрессирует хромота. В тяжёлых случаях больные вообще не могут передвигаться без посторонней помощи или без опоры на спинку стула, костыли и т.п. В лежачем положении боль утихает, но иногда больные страдают от болей и по ночам.

Осмотр коленного сустава в начальной стадии заболевания не обнаруживает внешних изменений. В дальнейшем можно отметить

деформацию колена, грубые контуры костей, образующих сустав, контрактуру (неполное разгибание или сгибание) и искривление оси голени, как правило, внутри. Если положить ладонь на переднюю поверхность колена, то при сгибательно-разгибательных движениях возможно ощущение хруста в коленном суставе различной интенсивности и продолжительности. Такое же ощущение хруста можно получить, сдвигая надколенник кнаружи и кнутри в поперечном направлении [3].

При пальпации сустава выявляется болезненная зона, чаще с внутренней стороны сустава, на уровне мыщелков бедренной, большеберцовой кости и суставной щели. Нередко в полости коленного сустава накапливается выпот, т.е. присоединяется синовит. Это состояние определяется сглаженностью контуров коленного сустава за счёт выбухания, выпячивания тканей над надколенником и сбоку от него и ощущением флюктуации при ощупывании выпячивания двумя руками.

Целью медикаментозной терапии гонартроза является уменьшение болей и воспаления в суставах, восстановление их функции, предотвращение прогрессирования потери хряща («модификация структуры хряща»). Необходимо отметить, что в настоящее время существуют препараты, обладающие как противовоспалительным, так и хондропротективным свойствами одновременно. Одним из таких препаратов является алфлутоп – оригинальный стандартизированный экстракт из морских организмов. Это инъекционный препарат, регулирующий метаболизм хрящевой ткани, представляющий собой биоактивный концентрат из мелкой морской рыбы (килька (*Sprattussprattussprattus*), мерланг черноморский (*Odontogadusmerlanguseuxinus*), пузанок черноморский (*Alosatanaicanordmanni*), анчоус черноморский (*Engraulisencrassicholusponticus*)), содержащий мукополисахариды, аминокислоты, пептиды, ионы натрия, калия, кальция, магния, железа, меди и цинка. Высокая эффективность и хорошая переносимость препарата подтверждена во многих исследованиях, проводившихся в научных центрах Центральной и Восточной Европы, в том числе и в нашей стране [1].

Целью нашего исследования было определение эффективности применения алфлутопа у пациентов с вторичным гонартозом по результатам курсового лечения.

Под нашим наблюдением в условиях отделения дневного пребывания 1-й поликлиники г. Минска находилось 25 больных остеоартрозом (9 мужчин и 16 женщин) с преимущественным поражением коленных суставов. Критериями включения пациентов в группу наблюдения явились: 1) возраст от 26 до 65 лет; 2) установленный диагноз гонартроза 1-2 степени, рентгенологически подтвержденный; 3) умеренный или выраженный болевой синдром; 4) наличие в анамнезе травм коленного сустава; 5) длительность заболевания - от 1 до 7 лет (в среднем $3,5 \pm 1,9$ лет); 6) длительность текущего обострения - от 1 до 4 месяца с проявлением реактивного синовита (в среднем - $2,4 \pm 0,8$ месяца); 7) осмотр хирурга-травматолога с направлением на лечение в отделение дневного пребывания.

Больные, включенные в исследование, были разделены на 2 группы: группа экспериментальная (Э) - 13 пациентов (4 мужчин и 9 женщин), средний возраст $41,4 \pm 5,0$ лет, которым алфлутоп вводился внутримышечно (в/м) и группа контрольная (К) - 12 пациентов (5 мужчин и 7 женщин), средний возраст $42,9 \pm 5,4$ лет, которым алфлутоп не вводился. Все больные получали нестероидные противовоспалительные препараты (мелоксикам, диклофенак, нимесулид) в обычных терапевтических дозах, причем за время наблюдения дозировка препаратов не изменялась. Алфлутоп применяли в качестве средства базисной терапии гонартроза, а также с противовоспалительной и анальгезирующей целью. Пациентам обеих групп были назначены одинаковые физиотерапевтические процедуры (фонофорез с гидрокортизоном, электрофорез с новокаином курсом по 10 процедур).

Между группами не было различий в возрасте, длительности заболевания, текущего обострения, выраженности симптоматики, оцениваемой с помощью клинических шкал: выраженность болей в коленных суставах по визуально-аналоговой шкале (в мм); объем движений в коленных суставах (в градусах); скорость ходьбы на расстояние 30 метров (в секундах). Всем больным перед включением проводился общий анализ крови, мочи, биохимическое

исследование крови (общий белок, билирубин, АЛТ, АСТ, ЩФ, глюкоза, мочевины, креатинин). Обследование проводилось до и после завершения курса лечения. Использовали параметрические методы статистики в среде МО Excel-2010.

Внутримышечное введение алфлутопа в экспериментальной группе проводилось по 1 мл ежедневно в течение 20 дней.

Эффективность лечения пациентов с гонартрозом оценивали по показателю дельта (%) – величина разницы между показателями до и после лечения, выраженная в процентах по отношению к исходному значению (регресс показателя). В экспериментальной и контрольной группах был рассчитан интегральный показатель регресса патологического процесса как среднее арифметическое всех оцениваемых параметров. Улучшение по исследуемым показателям замечено в обеих группах, однако, более значимое в группе с применением алфлутопа. Интегральный показатель регресса патологического процесса после лечения составил в экспериментальной группе $38,6 \pm 3,7\%$, в контрольной – $29,1 \pm 2,4\%$. Различия между группами статистически достоверны ($p \leq 0,05$).

В собственном исследовании на фоне проводимого лечения алфлутопом, отмечалась хорошая положительная динамика клинического течения гонартроза: достоверно уменьшился болевой синдром, увеличилась подвижность активных движений в суставах, уменьшились затруднения в выполнении повседневных функций, улучшились скоростные показатели ходьбы на 30 метров. По мнению больных, улучшение отмечено всеми пациентами, семеро больных экспериментальной группы оценивают терапевтический эффект как «значительное улучшение».

Таким образом, алфлутоп оказывал хорошее обезболивающее и противовоспалительное действие у больных вторичным гонартрозом, усиливая указанные эффекты нестероидных противовоспалительных препаратов, улучшая функциональную подвижность суставов и качество жизни больных в целом.

1. Лукина, Г.В. Хондропротективный препарат алфлутоп в лечении остеоартроза / Г.В. Лукина, Я.А. Сигидин // Науч. практ. Ревматология. - 2001. - № 2. - С.51-53.

2. Родионова, Т. Р. Современное состояние медико-социальной экспертизы пациентов после сочетанных переломов костей бедра и голени / Т. Р. Родионова // Медицина. – 2005. – № 4. – С. 59–61.

3. Спортивные травмы. Клиническая практика предупреждения и лечения / под общ. ред. П. А. Ф. Х. Ренстрема. – Киев: Олимп. лит., 2003. – 471 с.

4. Хованцева, Е. А. Комплексное лечение гонартроза у спортсменов / Е. А. Хованцева, М. И. Гершбург // Материалы IV Всероссийского съезда специалистов лечебной физкультуры и спортивной медицины, Ростов н/Д, 16–18 окт. 2002 г. / Федеральный центр спорт.медицины и леч. физкультуры МЗ РФ ; под ред. А. И. Журавлевой. – М., 2002 – С. 115–116.

5. Lewin, G. The incidence of injury in aenglish professional soccer club during one competitive season / G. Lewin // Physiotherapy. – 2009. – Vol. 75. – P. 601–605.

УДК 615.831.42

Тренажер для реабилитации инвалидов с ампутированной нижней конечностью как средство восстановления функции самостоятельного передвижения

Попова Г.В.¹, Парамонова Н.А.², канд. биол. наук, доцент

¹*Белорусский государственный университет физической культуры*

²*Белорусский национальный технический университет*

Минск, Беларусь

Выработка правильного локомоторного стереотипа и улучшение функционального состояния усеченной нижней конечности представляет значительный интерес для специалистов, занимающихся проблемами восстановления функции самостоятельного передвижения инвалидов с послеампутационными дефектами бедра или голени. В последние десятилетия в Республике Беларусь огромное внимание уделяется реабилитации лиц с ограниченными возможностями. Важнейшим ее направлением является использование механотерапии. Своевременное применение тренажеров в процессе развития

двигательной активности инвалидов, в том числе и занимающихся спортом, позволяет оптимизировать коррекцию нейромышечного контроля движений и баланса тела [4–6].

Восстановление двигательных возможностей пациентов, перенесших ампутацию нижних конечностей, проводится на различных аппаратах и тренажерах, преимущественно мятниковых. Их применение позволяет точно дозировать нагрузку и развивать необходимые физические качества. Являясь одной из форм функционального лечения, механотерапия способствует формированию биомеханически целесообразной структуры движений, систематически моделируя условия воздействия помех, что позволяет адаптировать организм человека к изменяющимся условиям [1, 3]. Наибольшее сходство условий выполнения упражнений с изменяющимися внешними условиями при оптимизации процесса коррекции параметров ходьбы может быть достигнуто применением специально сконструированных обучающих тренажерных устройств.

На кафедре лечебной физической культуры (ЛФК) Белорусского государственного университета физической культуры при участии специалистов Белорусского протезно-ортопедического восстановительного центра разработан тренажер для обучения ходьбе лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей, на этапе протезирования (патент № 7404 на полезную модель «Тренажер для реабилитации инвалидов с ампутированной нижней конечностью», выданный Национальным центром интеллектуальной собственности 31.12.2010) (рисунок).

Предлагаемый тренажер, позволяет решить ряд задач, стоящих перед инструктором лечебной физической культуры, а именно: выработать при внезапном изменении ситуации новые двигательные стереотипы, способствовать развитию статического и динамического равновесия, улучшению двигательных возможностей кульги, восстановлению подвижности в суставах, укреплению ослабленных мышц, дифференцировке мышечных усилий, расстояния, согласованности движений рук и ног, пространственной ориентации, а также повысить интерес инвалидов данной категории, занимающихся ЛФК, к тренировочному процессу.

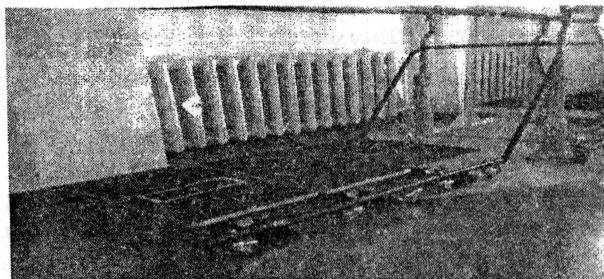


Рисунок – Тренажер для реабилитации инвалидов с ампутированной нижней конечностью

Тренажер состоит из статической и подвижной платформ, закрепленных на опорах. Подвижная платформа разделена на три равные части, каждая из которых установлена с возможностью возвратно-поступательного перемещения в плоскости, перпендикулярной статической платформе. На каждой из частей подвижной платформы нанесена разметка, указывающая на точки установки ноги либо протеза, при этом расстояние между ними соответствует длине шага. Высота платформы позволяет тренировать сгибатели бедра и разгибатели голени сохранившейся конечности, сгибатели культи бедра. Регулируемая высота подъема частей подвижной платформы позволяет индивидуально корректировать работу мышц-разгибателей бедра, в частности оперированной конечности, так как у большинства пациентов данной группы имеет место сгибательно-отводящая контрактура в тазобедренном суставе на стороне поражения [2].

При проведении клинических испытаний тренажера в Белорусском протезно-ортопедическом восстановительном центре были изучены показатели статического равновесия, а также некоторые параметры ходьбы у 27 пациентов, осваивающих протезы бедра. 16 человек занимались только по программе центра, которая включала в себя занятия физической культурой, массаж, гидрокинезотерапию (контрольная группа). 11 человек в

дополнение к программе центра ежедневно по 35 минут занимались на тренажере (экспериментальная группа).

Для оценки статического равновесия лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей, использовалась проба Ромберга. Тест выполнялся пациентами в исходном положении стоя, с закрытыми глазами, руки вытянуты вперед, пальцы несколько разведены. Фиксировалось время сохранения пациентом равновесия. При этом обращалось внимание на наличие покачивания туловища, тремора век и пальцев рук. Для исследования динамики параметров ходьбы были изучены показатели: длины шага, скорости и темпа ходьбы. Тестирование проводилось на 3 и 10 сутки от момента получения протезных изделий.

В результате проведенных исследований получены следующие результаты.

При изучении динамики показателей статического равновесия лиц, перенесших ампутацию бедра, в экспериментальной группе показатели пробы Ромберга при проведении первого тестирования составили $5,2 \pm 0,6$ с, при втором достоверно увеличились на 34,2 % и составили $7,9 \pm 0,4$ с ($t_{\text{факт}}=3,75$ при $p<0,01$). Результаты, полученные при проведении первого тестирования, в контрольной группе составили $4,9 \pm 0,7$ с, второго – $5,5 \pm 0,9$ с ($p>0,05$), прирост составил 10,9 %, что свидетельствует лишь о тенденции к улучшению показателей статического равновесия. По данным, полученным при проведении второго тестирования, результаты пробы Ромберга в экспериментальной группе достоверно улучшились по сравнению с контрольной ($t_{\text{факт}}=2,75$ при $p<0,05$).

Показатели параметров ходьбы в экспериментальной группе при проведении первого тестирования были следующими: длина шага – $0,44 \pm 0,05$ м, скорость ходьбы составила $0,52 \pm 0,08$ м/с, темп – $57,5 \pm 0,9$ шаг/мин. Показатели второго тестирования: длина шага – $0,58 \pm 0,03$ м ($t_{\text{факт}}=2,33$ при $p<0,05$), скорость ходьбы составила $0,69 \pm 0,03$ м/с ($t_{\text{факт}}=2,12$ при $p<0,05$), темп ходьбы – $70,5 \pm 0,6$ шаг/мин ($p<0,05$). Показатели в контрольной группе при проведении первого тестирования были следующими: длина шага – $0,45 \pm 0,06$ м, скорость ходьбы составила $0,54 \pm 0,2$ м/с, темп – $55,9 \pm 0,7$ шаг/мин. Показатели второго тестирования улучшились и

составили: длина шага – $0,49 \pm 0,02$ м ($p > 0,05$), скорость ходьбы – $0,60 \pm 0,7$ м/с ($p > 0,05$), темп – $61,3 \pm 0,4$ шаг/мин ($p > 0,05$).

Таким образом, использование тренажера для реабилитации инвалидов с ампутированной нижней конечностью и методики его применения позволяет выработать стереотип движений, который способствует автоматизации управления движениями в условиях эндо- и экзогенных помех, что приводит в дальнейшем к улучшению показателей параметров ходьбы и повышает эффективность реабилитационного процесса.

1. Анохин, П.К. Биология и нейропсихология условного рефлекса / П.К. Анохин. – М. : Медицина, 1968. – 126 с.

2. Баумгаотнер, Р. Ампутация и протезирование нижних конечностей / Р. Баумгартнер, П. Ботта – М. : Медицина, 2002. – 486 с.

3. Беляев, И.Г. О взаимодействии зрительного, слухового и кинестетического анализаторов в процессе тренировки / И.Г. Беляев // Теория и практика физической культуры. – 1958. – № 12. – С. 15–20.

4. Виноградов, В.И. Руководство по протезированию / В.И. Виноградов, А.С. Витензон, Л.М. Воскобойникова; под ред. Н.И. Кондрашина. – М. : Медицина, 1988. – 544 с.

5. Евсеев, С.П. Материально-техническое обеспечение: адаптивной физической культуры: учеб. пособие / С.П. Евсеев, С.Ф. Курдыбайло, В.Г. Суслиев ; под ред. С.П. Евсеева – М. : Советский спорт, 2000. – 152 с.

6. Лисовский, В.А. Комплексная профилактика заболеваний и реабилитация больных и инвалидов: учеб. пособие / В.А. Лисовский, С.П. Евсеев, В.Ю. Голофеевский. – М. : Советский спорт, 2001. – 320 с.

СЕКЦИЯ 3

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ, СПОРТЕ И ТУРИЗМЕ

УДК 796.85

Антропогенетическая характеристика представителей спортивных единоборств

Гроровикова И.Ю., Соловьева Н.Г., канд. биол. наук, доцент
*Белорусский государственный педагогический университет
им. М. Танка, Минск, Беларусь*

Современный профессиональный спорт предъявляет высочайшие требования к двигательным, функциональным и нервно-психическим характеристикам спортсмена [3]. В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что добиться высоких спортивных результатов можно лишь обладая генетически обусловленными способностями. Отсюда становится очевидной роль спортивного отбора в определении резервных возможностей организма и осуществлении селекции одаренных спортсменов на самых ранних этапах спортивной деятельности.

Одной из потенциально значимых составляющих спортивного отбора является разработка генетически обусловленных критериев, позволяющих диагностировать и прогнозировать признаки спортивной успешности. Принимая во внимание взаимообусловленность генетических предпосылок и факторов окружающей среды (тренировок, питания, медицинского сопровождения и т.д.), в качестве модели эффективного прогнозирования результатов спортивной деятельности нами было выбрано комплексное изучение спортсмена путем антропометрических, физиологических и молекулярно-генетических методов.

Исследования выполнены на 60 студентах факультета физического воспитания БГПУ имени М. Танка. Диапазон квалификации спортсменов (n=30) составлял от 1-го взрослого

разряда до мастера спорта международного класса (дзюдо, греко-римская борьба, вольная борьба). Средний возраст юношей составил 21.53 ± 1.16 лет, девушек – 20.07 ± 0.58 лет. Нативная группа состояла из 30 человек, не занимающихся профессиональным спортом (юноши – 19.69 ± 0.33 лет, девушки – 19.74 ± 0.36 лет).

Программа исследования включала опрос по разработанной анкете, антропометрические измерения продольных (11), поперечных (6), обхватных (11) и длинностных (5) размеров тела, диаметров костных эпифизов (4) по унифицированной методике [2]. С помощью прибора OMRON BF508 измеряли процентное содержание жира в организме и уровень отложения висцерального жира. Рассчитывали и анализировали индексы физического развития: индекс массы тела, индекс Рорера, индекс отношения объема талии к объему бедер, индекс Пинье.

Наряду с антропометрическими параметрами оценивались показатели функционирования системы кровообращения: систолическое (АДс) и диастолическое (АДд) артериальное давление, частота сердечных сокращений (ЧСС), индекс функциональных изменений.

Генетическая часть исследования представляла собой тестирование спортивной ($n=20$) и нативной ($n=20$) групп по инсерционно-делеционному полиморфизму гена *ACE*. Геномную ДНК выделяли из Buccalного эпителия испытуемых сорбентным способом, используя стандартные наборы «ДНК-сорб-А». Реакционная смесь для полимеразной цепной реакции (ПЦР) включала 1 мкл ДНК-матрицы, 2 мкл 10-кратного буфера (10мМ Tris-HCl, 50мМ KCl, 0.01% Tween 20, pH 8.6), 0.8 мкл раствора MgCl₂ (50мМ), 2 мкл дезоксинуклеозидтрифосфатов (dNTPs), 0.5 мкл Taq-полимеразы и по 1 мкл праймеров. ПЦР амплификацию для определения I/D-полиморфизма гена *ACE* проводили с использованием праймеров: прямой праймер – 5'-CTGGAGACCACTCCCATCCTTTCT-3'; обратный праймер – 5'-GATGTGGCCATCACATTCGTCAGAT-3' [4].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием стандартного пакета статистических программ Statistica 6.0. Для оценки статистической значимости различий между средними величинами при нормальном распределении

использовался критерий t Стьюдента и тест Манна–Уитни при асимметричном распределении. Различия считали статистически значимыми при $p < 0.05$.

Исследование основных антропометрических показателей физического развития – длины тела, массы тела и обхвата грудной клетки – выявило достоверно большее значение грудного периметра у юношей-спортсменов по сравнению с представителями нативной группы. Антропометрические показатели продольных признаков характеризовались статистически значимыми различиями по значениям высоты передней подвздошно-остистой точки ($p=0.05$), верхнеберцовой точки ($p=0.01$) и длины голени ($p=0.01$) у юношей, что свидетельствуют об укорочении нижних конечностей у спортсменов по сравнению с нативной группой. Полученные результаты можно объяснить высоким физическим развитием юношей, профессионально занимающихся ациклическими видами спорта, что согласуется с результатами других исследователей [5].

Важнейшей характеристикой телосложения индивидуума и прогностическим фактором спортивной результативности является количественная оценка состава тела, а именно соотношение метаболически активных (мышечная, костная масса) и малоактивных (подкожные, внутренние жировые отложения) тканей [6]. Представители спортивной группы характеризовались более высоким значением мышечно-костного индекса: обхватные и габаритные размеры тела у спортсменов и спортсменок в большинстве случаев отличались более высокими значениями по сравнению с нетренированными лицами. У спортсменов значения обхватов шеи, груди, плеча и предплечья достоверно превышали таковые у юношей нативной группы ($p < 0.05$). Также в спортивной группе наблюдалось увеличение габаритных размеров по всем анализируемым параметрам. Значения ширины эпифиза плеча и поперечного диаметра грудной клетки у спортсменок и спортсменов были достоверно выше по сравнению с не занимающимися профессионально спортом лицами.

Анализ индексов физического развития выявил статистически значимые различия между юношами основной и нативной групп по индексу Пинье. Большинство спортсменов (65%) характеризовались

крепким гиперстеническим телосложением, в то время как у представителей нативной группы у 55% было отмечено хорошее и среднее и у 30% слабое телосложение ($p=0.01$).

Качественной интегральной характеристикой состояния здоровья человека выступает уровень функционирования системы кровообращения, учитывающий как функциональные резервы организма, так и степень напряжения регуляторных механизмов [5, 8]. Изучение гемодинамической функции показало, что у всех обследуемых значения показателя ИФИ соответствовали среднему уровню адаптации. Однако у спортсменов и спортсменок уровень АДс/АДд был несколько выше, чем у представителей нативной группы. Данный факт может быть объяснен наблюдаемой у спортсменов большей крепостью телосложения, ведущей к снижению эффективности функционирования системы кровообращения [8].

По результатам молекулярно-генетического тестирования по *Alu I/D* полиморфизму гена *ACE* у юношей-спортсменов и лиц, не занимающихся профессионально спортивной деятельностью, установлено наличие трех генотипов: гомозигот II, DD и гетерозиготы ID. По результатам анализа частоты распределения *I/D* полиморфизма гена *ACE* по генотипам у лиц нативной группы составили: 20.0% – II, 60.0% – ID, 20.0% – DD. Соотношение частот аллелей I и D соответствовало 50.0% и 50.0%, что согласуется с литературными данными о распределении частот генотипов и аллелей гена *ACE* в белорусской популяции [7].

У спортсменов генотипы II, ID, DD были детектированы с частотой 10.0, 50.0 и 40.0% соответственно. D-аллель встречалась с частотой 65.0%, I-аллель – 35.0%. Проведенное генотипирование показало статистически значимое преобладание генотипа DD и аллели D у спортсменов по сравнению с нативной группой ($p=0.02$).

Известно, что спортивные ациклические движения по характеру работы мышц преимущественно связаны с максимальной мобилизацией силы и скорости сокращения. Выявленная более высокая частота *ACE* D-аллели у спортсменов по сравнению с нативной группой предопределяет высокое значение мышечно-костного индекса, гипертрофию скелетных мышц и благоприятствует развитию и проявлению качеств силы и скорости.

Вместе с тем, отсутствие Alu-повторов 287 п.н. в интроне 16 ассоциируется с высокой активностью ангиотензинпревращающего фермента в тканях, играющего немаловажную роль в регуляции системы кровообращения [1]. Последний факт следует рассматривать в качестве прогностического в целях профилактики снижения и нарушения функционирования деятельности сердечно-сосудистой системы.

Антропогенетическое исследование спортсменов и лиц, не занимающихся профессионально спортивной деятельностью, обнаружило значительные различия у испытуемых по ряду антропометрических и функциональных показателей, свидетельствующее о более высоком физическом развитии, лучшей слаженности обменных процессов и более экономичной деятельности ведущих функциональных систем организма у регулярно тренирующихся индивидов. У юношей-спортсменов достоверно чаще встречается генотип DD и аллель D гена ACE. Носительство генотипа DD способствует высоким достижениям в видах спорта, требующих преобладающего проявления скоростно-силовых качеств.

1. Ахметов, И.И. Использование молекулярно-генетических методов для прогноза аэробных и анаэробных возможностей у спортсменов / И.И. Ахметов, Д.В. Попов, И.В. Астратенкова // Физиология человека. – 2008. – Т. 34. – №3. – С. 86–91.

2. Белая, С.С. Морфология (с основами спортивной антропологии) : прогр. - метод. комплекс / С.С. Белая, О.А. Ковалева. – Минск : БГПУ, 2006. – 81 с.

3. Вяльшин, И.Т. Информативность морфологических показателей спортивной перспективности боксеров на этапе спортивного совершенствования : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.04; 14.03.01 / И.Т. Вяльшин. – Малаховка, 2010. – 26 с.

4. Лебедь, Т.Л. Молекулярно-генетическое типирование юлимоморфизмов. Сборник методических рекомендаций / Т.Л. Лебедь, П.М. Лазарев, И.Н. Гейчук. – Пинск : ПолесГУ, 2011. – 72 с.

5. Мишкова, Т.А. Морфофункциональные особенности и адаптационные возможности современной студенческой молодежи

в связи с оценкой физического развития : автореф. ... дис. канд. биол. наук : 03.03.02 / Т.А. Мишкова. – Москва, 2010. – 24 с.

6. Никитюк, Д.Б. Применение антропометрического подхода в практической медицине: некоторые клинико-антропологические параллели / Д.Б. Никитюк, А.Л. Поздняков // Вопросы питания – 2007. – Т.76. – №4. – С. 26–29.

7. Сивицкая, Л.Н. Полиморфизм генов ренин-ангиотензиновой системы в шести этнографических регионах Беларуси / Л.Н. Сивицкая [и др.] // Генетика. – 2008. – Т. 44. – С. 702–709.

8. Соколов, А.Я. Показатели физического развития и кардиореспираторной системы у студентов СМУ в зависимости от особенностей телосложения / А.Я. Соколов, И.В. Суханова // Валеология. – 2006. – №1. – С. 46–50.

УДК 796.093.645.1+796.015.31

Комплексное тестирование специальной работоспособности в комбинированном виде современного пятиборья

Хроменкова Е.В.

*НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь
Минск, Беларусь*

Объединение пяти абсолютно разных дисциплин в современном пятиборье требует от тренеров искусного владения средствами и методами всех сторон подготовки отдельно в каждом виде и в их сочетании. Усложняет работу специалистов неоднократное за историю развития вида спорта изменение программы соревнований, направленное на увеличение зрелищности и популярности. В олимпийском цикле подготовки к играм в Лондоне вид спорта и очередной раз изменил формат, фактически превратившись в четырехборье: бег и стрельба объединились в «комбайн», а пневматический пистолет был заменен лазерным.

Появилась острая необходимость разработки научно-обоснованных подходов к подготовке спортсменов в новом виде программы: планирования, тренировки и контроля значимых факторов специальной работоспособности.

Контроль как фактор сбора входящей информации о спортсмене и анализа результатов подготовки на всех этапах является наиболее важным звеном управления тренировочным процессом, позволяющим принять целесообразные и своевременные решения о стратегии подготовки, составить и реализовать корректные планы.

На современном этапе системных исследований наиболее приемлем вариант комплексного контроля, заключающегося в применении психологических, медико-биологических, педагогических и прочих методов в изучении соревновательной и тренировочной деятельности спортсменов и их результатов во всех циклах подготовки [1–3]. Основным методом комплексного контроля является тестирование, проводимое для определения состояния или способностей спортсмена в условиях нагрузки в реальных – «полевых» – условиях и лабораторных: первые наиболее специфичны и информативны, вторые – наиболее стандартизированы.

Повысить информативность лабораторных тестов позволяет выполнение трех принципов:

1. Двигательный режим, при котором проводится обследование спортсмена, должен как можно точнее соответствовать специальной структуре его соревновательных движений – принцип специализации.

2. Характер эргометрической пробы должен отражать специфику соревновательного метаболизма – принцип адекватности спортивному метаболизму.

3. В качестве регистрируемых параметров должны быть использованы наиболее информативные, надежные и воспроизводимые параметры, адекватно отражающие характер функционирования лимитирующих звеньев достижения высокого спортивного результата – принцип подбора информативных параметров [1].

Задачами настоящего исследования являлись: анализ соревновательной деятельности пятиборцев в «комбайне», общая характеристика дисциплины и выбор эффективного двигательного режима тестирования специальной работоспособности. К исследованию были привлечены кадеты А, В и юниоры – 20

девушек и 31 юноша (1 разряда и КМС) в возрасте от 15 до 22 лет ($18 \pm 1,45$ лет).

Анализ соревновательной деятельности проводился в условиях официальных стартов: 2011-2012 годов. В ходе исследования применялись теоретические и экспериментальные методы: анализ и обобщение научно-методических данных, педагогическое наблюдение, хронометраж, пульсометрия, методы математической статистики. В ходе педагогического наблюдения и хронометража фиксировалось время начала и конца каждого этапа дистанции, количество выстрелов с положительным и отрицательным результатами. Пульсометрия осуществлялась во время прохождения соревновательной дистанции с регистрацией ЧСС каждую секунду мониторами сердечного ритма Polar RS800 с ПО Polar ProTrainer 5TM, Polar Electro Inc., Финляндия. При анализе данных применялись параметрические и непараметрические методы математической статистики в пакете прикладных программ STATISTICA 5.5 A, что обосновывалось не соответствием вида распределения значений ряда показателей закону нормального распределения (критерий Шапиро-Уилка).

Дистанция «комбайна» связана с сочетанием интервальной циклической (бег 3 x 1 км) и сложнокоординационной (стрельба 3 раза по пяти мишеням с неограниченным количеством выстрелов и ограничением времени в 70 с) нагрузок. Как видно из таблицы центральной тенденцией для выборки является преодоление дистанции за 12.40,70 мин для юношей и 14.20,20 для девушек. В 50 % случаев юноши преодолевают километровые отрезки дистанции в интервале от 02.50,00 до 03.53,00 мин, а девушки – от 03.21,00 до 04.27,00 мин. В 50 % случаев юноши закрывали мишени 6 – 11 выстрелами в пределах 31 – 67 с, а девушки – за 7 – 12 выстрелов в рамках 39 - 69,5 с, затрачивая от 4,57 до 6,89 и от 4,62 до 7 секунд в среднем на каждый выстрел соответственно. Центральной тенденцией относительной точности стрельбы (процент попаданий к общему количеству выстрелов) у юношей являлся результат 55,56 – 62,5 % (интерквартильный размах от 45,45 до 83,33 %), у девушек – 50,00 – 59,03 % (интерквартильный размах от 39,23 до 71,43 %).

На старте ЧСС у юношей составила $150 \pm 11,66$ уд/мин, у девушек – $153 \pm 10,67$ уд/мин. На дистанции ЧСС спортсменов изменялась скачками, соответствующими нагрузке беговых (увеличивалась) и стрелковых (снижалась) этапов, с общей тенденцией возрастания. Средние значения ЧСС первого огневого рубежа составили $159 \pm 11,7$ уд/мин у юношей и $164 \pm 14,1$ уд/мин у девушек, второго – $183 \pm 11,18$ и $185 \pm 6,82$ уд/мин, третьего – $189 \pm 8,31$ и $188 \pm 6,28$ уд/мин соответственно. Динамика ЧСС составила $7,35 \pm 3,25$, $7,01 \pm 3,95$ и $6,01 \pm 2,68$ уд/мин соответственно на первом, втором и третьем огневых рубежах у юношей, $5,46 \pm 3,17$, $4,88 \pm 3,07$ и $4,87 \pm 3,19$ – у девушек.

Таблица – Центральные тенденции и характеристики рассеяния параметров соревновательной деятельности юных пятиборцев в «комбайне»

Этапы	Юноши			Девушки		
	Время, с		ЧСС, уд/мин	Время, с		ЧСС, уд/мин
	Медиана	25-75 процентиль		Медиана	25-75 процентиль	
1 бег	203,4	197,1-222	$189 \pm 6,22$	238,0	227-251,2	$190 \pm 3,5$
2 бег	215,1	207-232	$194 \pm 6,24$	245,0	239,1-267	$196 \pm 2,72$
3 бег	179,0	170-195	$198 \pm 5,51$	216,0	201-223	$198 \pm 2,72$
1 стрельба	48,6	31-55,2	$159 \pm 11,7$	53,0	39-69,5	$164 \pm 14,1$
2 стрельба	56,8	49-67	$183 \pm 11,18$	57,0	40-69,5	$185 \pm 6,82$
3 стрельба	43,6	35-48	$189 \pm 8,31$	57,0	40-60,5	$188 \pm 6,28$
Финиш	760,7	732,6-805	$204 \pm 5,24$	860,2	843-929	$203 \pm 3,31$

Среднестатистическое распределение усилий на беговых этапах выглядело следующим образом: $189 \pm 6,22$ уд/мин – 1-й км, $194 \pm 6,24$ уд/мин – 2-й км и $198 \pm 5,51$ уд/мин – 3-й км (у юношей), $190 \pm 3,5$ уд/мин – 1-й км, $196 \pm 2,72$ уд/мин – 2-й км и $198 \pm 2,72$ уд/мин – 3-й км (у девушек). Динамика пульса на протяжении отдельных этапов выглядела следующим образом: $6,4 \pm 2,82$, $5,44 \pm 2,68$ и $5,11 \pm 1,47$ уд/мин у юношей, $4,94 \pm 1,99$, $3,97 \pm 2,33$ и $3,95 \pm 2,22$ у девушек, соответственно на 1-м, 2-м и 3-м километрах.

При оценке общей величины нагрузки по интенсивности и объему (величине ЧСС и длительности) можно констатировать, что на протяжении всей дистанции спортсмены находятся в смешанной аэробно-анаэробной и анаэробно-гликолитической зонах интенсивности, выполняя нагрузку преимущественно субмаксимальной и большой мощности. Результат зависит от мощности и емкости гликолитических анаэробных и аэробных механизмов энергообеспечения, уровня координационных способностей, технической и психологической подготовленности и пр. Согласно высокозначимым ($p < 0,0001$) регрессионным уравнениям с коэффициентами множественной детерминации $R^2=0,983$ (юноши) и $R^2=0,982$ (девушки) при стандартных ошибках оценки модели 7,56 и 14,1 соответственно на 98% результат в «комбайне» у юных спортсменов связан со скоростью бега, точностью и скоростью стрельбы: увеличение точности стрельбы и скорости бега повлечет за собой улучшение результата, а среднего времени одного выстрела – ухудшение.

На основании анализа теоретических и экспериментальных данных можно сделать следующие выводы, позволяющие логическим способом выбрать наиболее специфичный двигательный режим для информативного теста специальной работоспособности в комбинированном виде:

- в тесте спортсмен должен выполнять две различные по характеру локомоций нагрузки: циклическую и ациклическую (координационную).
- беговой тест должен быть субмаксимальным или максимальным (до максимума аэробной мощности) со ступенчато повышающейся нагрузкой (с применением тредмила). Для дозирования нагрузки должны быть использованы индивидуальные значения соревновательной скорости или ЧСС_{max}. Интенсивность первой ступени должна быть 70–80 %, второй – 80–90 %, третьей – 90–100 %. Ступени беговой нагрузки должны быть не менее 2 (реальное накопление соответствующих функциональных сдвигов) и не более 3-4 мин (средний результат пробегания соревновательного отрезка в 1 км). Время отдыха не должно превышать 3-х минут, чтобы не нивелировать функциональные сдвиги предыдущих нагрузок.

- координационная нагрузка должна позволять оценить степень устойчивости системы «стрелок-оружие» относительно земли (функция равновесия – статокнезиометрия) и относительно мишени (результативность и технические характеристики стрельбы – метод срочного информирования с применением технических средств) на различных уровнях функционального состояния организма спортсмена. В процессе оценки координационные пробы должны чередоваться со степенями беговой нагрузки.

- фиксация функциональных показателей (кардиореспираторной системы и системы крови – сфигмотонометрия, электрокардиография, флоуспиromетрия, интервалокардиография, спироэргометрия, анализ динамики лактата), отражающих напряжение функций в проекции эргометрических характеристик должно производиться до, в реальном времени и после теста, как с точки зрения безопасности пациента, так и обеспечения информативности теста.

- особое внимание следует уделить восстановительной фазе теста: продолжать контроль функциональных параметров в течение пяти-десяти минут реституции. С другой стороны процедура вычисления накопления пульсового долга позволит оценить работу, выполненную в тесте и подтвердить его информативность.

1. Годик, М.А. Спортивная метрология: учебник для институтов физ. культ./ М.А. Годик. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 192 с.

2. Никитушкин, В.Г. Организационно-методические основы подготовки спортивного резерва: монография / В.Г. Никитушкин, П.В. Квашук, В.Г. Бауэр. – М. : Советский спорт, 2005. – 232 с.

3. Ростовцев, В.Л. Современные технологии спортивных достижений / В.Л. Ростовцев. – М. : ВНИИФК, 2007. – 196 с.

Особенности современной оздоровительной аэробики

Платонова Л.М., канд. филос. наук, доцент,

Крутых М.Е., Халло Г.В

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Проблема вовлечённости в занятия физической культурой, развитие физкультурных и спортивных интересов и активности предполагает развитие видов занятий по своим содержательным и качественным характеристикам [1-3].

Оздоровительная аэробика, как вид физической культуры, имеет широкий диапазон – от базовых общеразвивающих упражнений под музыку до современного уровня. С целью выявления характеристик и стандартов аэробики международного класса, мы изучали работу ведущих специалистов фитнес-аэробики разных стран по материалам международных конвенций. Это позволило выделить ряд ключевых характеристик современной практики.

Аэробика, будучи существенной частью фитнеса, использует его разновидности и средства. Акцент фитнеса на улучшение телосложения вполне совпадает с мотивацией студентов. По данным нашего исследования, потребности студенток в связи с занятиями аэробикой направлены не столько на укрепление здоровья и развитие физических качеств, сколько на улучшение телосложения (86% опрошенных) и снижение массы тела (80%).

Разновидности используемых в современной аэробике направлений достаточно многообразны:

- координационное направление: базовая, классическая, танцевальная аэробика;
- степ-аэробика трёх уровней (в зависимости от подготовленности, интенсивности и технической сложности);
- силовая направленность: с использованием собственной массы тела и различных отягощений и предметов (гантели, амортизаторы, палки, мячи, тренажёры и др.);
- стретчинг: развитие гибкости, подготовка мышц и суставов к работе, их восстановление;

➤ смешанные виды фитнеса (например, - сочетание силы и гибкости): пилатес, шейпинг, калланетика, фитбол, фитнес-йога, и др;

➤ специфические виды: с элементами боевых искусств (кик-боксинг, тай-бо, боксинг), спиннинг и др.

Изучение опыта работы ведущих специалистов позволяет сделать вывод и о существенном развитии танцевальных видов: латина, джаз-модерн, рок-н-ролл, современные (фанк, хип-хоп) русский фольклор, ирландские (ривер-данс), арабские (белли-данс), кантри, танго, леди-данс, боди-балет и др.

В определённой мере, эти танцевальные направления используются и в степ-аэробике. Выделяется силовая и интервальная направленность. Разнообразие придаёт и расстановка степ – платформ. Всё это расширяет вариативность степ-аэробики, как эффективного способа тренировки и снижения массы тела. Её эффективность приравнивается к воздействию бега со скоростью 12 км/ч. При этом снимается монотонность бега и сила давления на стопу [4].

Силовую направленность занятий важно гармонизировать аэробной нагрузкой и растяжкой, как и компенсировать недостаточную проработку определённых мышечных групп (брюшного пресса, спины, плечевого пояса) при аэробных нагрузках.

Стретчинг может быть основой занятий (например, боди-флекс), или элементом других видов фитнеса, улучшающим функциональное состояние. Выделяют предварительный, промежуточный и заключительный стретч.

Развиваются и востребованы также смешанные и специфические виды фитнеса.

Разнообразие используемых направлений и средств - важная особенность современной аэробики, ее современный стандарт. Это предполагает систематическую смену программ, комплексов уроков. Как показывает практика, - в зависимости от степени новизны, сложности и усвоения, - не следует прорабатывать композицию более трёх раз.

Другая важнейшая характеристика современной аэробики – построение занятия на основе целостной, сложной двигательной

композиции (программы). Такая технология означает наличие конкретной цели - освоение программы движений.

Конкретная двигательная цель (не обобщенная, отдалённая, скрытая, достижимая не в перспективе, а в пределах одного занятия), содержание программы, логичность этапов её освоения, новизна и разнообразие, – создают физическое и интеллектуальное напряжение, высокий эмоциональный уровень занятий.

В проведённом нами исследовании, на вопрос: «Что дают Вам занятия аэробикой?» - 77,5% студенток ответили, что занятия поднимают настроение, эмоциональный тонус. Следовательно, современная аэробика - это одно из средств удовлетворения потребности в положительных эмоциях.

Следующая особенность современной аэробики - непрерывность и динамика движений. Практически – двигательная плотность занятий близка к 100%, а число движений на месте – сводится к минимуму (и используются преимущественно в разминке, заминке, стретчинге и силовых заданиях).

Непрерывность и динамика движений требует продуманной методики регулирования нагрузки вместе с процессом обучения. Возникает вопрос об оптимальной технической сложности. Для его решения необходима содержательная и методическая проработка материала, владение разнообразными приёмами обучения (разделение и объединение; облегчение и усложнение; терминология, чёткая, краткая, образная речь, язык жестов и др.), а не только показ и повторение.

Это существенная интеллектуальная составляющая занятий – свидетельство оптимальной сложности, расширения знаний, двигательного опыта.

Проведённое исследование позволяет сделать выводы о характерных особенностях современной аэробики: многообразие используемых направлений и видов, программное построение занятий на основе целостной двигательной композиции, наличие конкретной цели, достижимой в пределах одного занятия и взаимно связанных с этим задач, высокая техническая сложность программы, продуманный процесс освоения двигательного материала, обучение в процессе регулирования нагрузки, высокая двигательная плотность и динамичность движений,

систематическая (и частая) смена программ, существенные эмоциональные и интеллектуальные компоненты занятий.

Знание и использование особенностей современной оздоровительной аэробики позволяет поддержать и повысить интерес к занятиям, их эффективность, сделать отношение к физической культуре более позитивным и активным. Внедрение мирового опыта в практику построения и проведения занятий – поднимает её преподавание на уровень международных стандартов, что и является целью преподавания любого предмета и высшего образования в целом.

1. Виленский, М.Я. Социально-педагогические детерминанты формирования здорового образа жизни / М.Я. Виленский // Теория и практика физической культуры, 1994. - № 10. - С. 9-15.

2. Кряж, В.Н. Оценка студентками эффективности занятий ритмической гимнастикой / В.Н. Кряж, Е.П. Левина, З.С. Кряж // Актуальные проблемы физ. воспитания и спортивной тренировки студенческой молодёжи : тез. докл. Междунар. научно-практич. конф. – Минск : Министерство образования РБ, 1995. - Ч. 1. - С. 21-22.

3. Хакунов, Н.Х. Физическая культура в системе образования / Н.Х. Хакунов.- М. : Советский спорт, 1994. – 132с.

4. Яных, Е.А. Степ – аэробика / Е.А. Яных [и др.]. – М. : «АСТ Сталкер», 2006. – 48 с.

УДК 796.01:159.9

Принцип субъективности в личностно-ориентированной физической подготовке студентов

Бутько А. В., Зайцева О.В.

*Белорусский государственный университет культуры и искусств
Минск, Беларусь*

Принципы личностно-ориентированной физической подготовки студентов творческого вуза – это те основные требования, правила, нормы, которые должны предъявляться содержанию, формам, методам данного вида работы. Каждый принцип может быть

представлен на методологическом, теоретическом и практическом уровнях [4].

На методологическом уровне: фиксация информационных моделей взаимодействий приводит к формированию структур, сохраняющих все многообразие произошедших взаимодействий с миром. Такая структура уникальна, поскольку история ее формирования индивидуальна, способна к саморазвитию, обладает активностью и является ее источником, целостна (в соответствии с принципами взаимодействия, детерминизма, системности и активности). Перечисленные свойства позволяют охарактеризовать такую структуру как субъект взаимодействия.

Субъектами могут быть любые живые системы, которые способны к фиксации и воспроизведению информационных моделей взаимоотношений с миром: индивиды и социальные группы. В зависимости от аспекта рассмотрения взаимодействия могут быть выделены субъекты предметной деятельности, межличностных отношений, социальных отношений. Наиболее новые в истории становления субъекта социальные взаимоотношения реорганизуют и подчиняют другие виды отношений субъекта с миром.

На теоретическом уровне: рассматриваемый принцип связан с расширением представления педагогов о соотносительности личностно-ориентированной физической подготовки студентов творческого вуза с субъектным включением молодежи в данный процесс на основе формирования у молодых людей рефлексивной позиции. На практическом уровне реализация данного принципа предполагает следующие условия и приемы:

1. Формирование опыта социального взаимодействия в ходе решения поставленных задач.
2. Переход от трансляционной парадигмы образования как передаче суммы знаний к обучению как к процессу формирования самостоятельного, инициативного, креативного, ощущающего себя равноправным субъектом деятельности человека.
3. Совместное обсуждение достигаемых результатов и постановка перспективных задач.

Физическое воспитание в вузе осуществляется в многообразных формах. По результатам многолетних наблюдений видно, что не все

эти формы подходят для студентов творческого вуза. Замечено, что студенты в течение учебной недели и свободную значительную часть времени проводят пассивно, не проявляя физкультурно-спортивной активности. Урочные формы занятий проходят в рамках общепринятой структуры. Исследования ряда авторов свидетельствуют о том, что нацеленность на безусловное выполнение студентами тех или иных требований преподавателя, в конечном счете, вызывает у обучаемого безынициативность и формируют безынициативного человека в сфере физической культуры, готового к усвоению только необходимых в прикладном плане знаний, умений и навыков для конкретного вида спорта. Именно поэтому спортивная направленность занятий физическими упражнениями не дает перспектив на будущее для большинства занимающихся и оставляет тем самым значительный контингент вне сферы физической культуры и физкультурной образованности [3].

Возникает вопрос, как можно выработать установку вне собственно занятия физическими упражнениями? Здесь возникает и такая проблема: если мы хотим, чтобы студент за рамками академических занятий по физическому воспитанию занимался физической культурой и вел здоровый образ жизни, то важно с самого начала научить его заниматься самостоятельно и оснастить его методическими знаниями.

Правила практической реализации:

1. Формирование привычки к анализу происходящих событий и действий;
2. Изучение особенностей будущей профессиональной деятельности и ее соответствия имеющимся личностным и индивидуальным особенностям;
3. От интереса к значимости физической подготовки для освоения будущей деятельности;
4. Включение досуговой деятельности в общефизическую подготовку.

Сегодня студенческая молодежь попадает в сложную ситуацию выбора между самореализацией в социально одобряемых формах (труд, спорт, занятия непрофессиональными видами творчества) и самоутверждением в рамках молодежной субкультуры.

Интеграционные усилия молодежи в данной ситуации, сами по себе представляющие естественный порядок вещей, находят воплощение в конструировании жизненных стилей, несовместимых с понятием здорового образа жизни [1].

Негативное отношение к физической культуре, которое ассоциируется, как правило, с мотивацией удовлетворения первичных потребностей и стремлением к пассивному проведению свободного времени, к нежеланию выполнять физические нагрузки, к поиску выгодных для себя вариантов освобождения от занятий спортом, основано на бессознательном и интуитивном стремлении удовлетворить только те потребности, которые связаны с пассивным образом жизни [2].

Для научно-обоснованного введения тех или иных средств в учебный процесс, необходимы следующие исходные параметры:

- уровень физического здоровья и физической подготовленности на момент реализации учебного процесса;
- интересы, мотивация и склонности (диалог со студентами);
- потребность в самовоспитании (саморазвитии, самосовершенствовании).

С учетом вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- организация учебных занятий предусматривает выделение оптимальных (главных) по своему значению методических форм, которые, начиная с начального периода обучения студента в вузе, постоянно «проигрываются» и совершенствуются в зависимости от ситуации или периода обучения;
- на начальном этапе обучения в вузе определяющим перспективы развития личности фактором являются мотивирующие положительные отношения в физкультурно-спортивной деятельности студента.

Таким образом, отсутствие готовности студента к совместной деятельности часто приводит к негативным кульминационным моментам в учебно-воспитательном процессе в вузе. В свою очередь модернизация учебного процесса требует сегодня от специалиста более высокой инициативы, гибкости, творчества, управленческих навыков, широких полномочий принимать решения по многим вопросам, новых принципов организации и проведения занятий.

1. Аксарина, И. Ю. Социально-экономические функции физической культуры и спорта / И. Ю. Аксарина // Физическая культура и спорт – основа здорового образа жизни : материалы II Междунар. науч.- практ. конф., Тамбов, 18 марта 2010 г. – Тамбов : Изд-во ТГУ, 2010. – С. 17-20.

2. Бутько, А. В. Изучение мотивации физкультурно-оздоровительной деятельности студентов творческого вуза / А. В. Бутько // Здоровье студенческой молодежи : материалы VI Междунар. науч.- практ. конф., Минск, 30-31 окт. 2008 г. / Бел. гос. пед. ун-т им. М. Танка. – Минск : БГПУ, 2008. – С. 109-111.

3. Бутько, А. В. Новые подходы в системе физического воспитания студентов творческого вуза / А. В. Бутько, В. М. Сидоренко // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : материалы Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 1-2дек.2011 г. / БНТУ. – Минск : БНТУ, 2011. – С. 153-159.

4. Правосудов, В. П. Физическая культура и здоровье / В. П. Правосудов. – М. : Физкультура и спорт, 1999. – 144 с.

УДК 796.012.234

Эффективные средства развития гибкости у студентов технического вуза

Слободняк Е.Н.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Оценка гибкости - один из критериев физического развития, без которого невозможно объективно оценить общий уровень физической подготовленности студентов.

Следует различать понятия "гибкость" и "подвижность", поскольку они не идентичны и между ними имеются существенные различия.

Матвеев Л.П. под гибкостью понимает морфологические и функциональные свойства опорно-двигательного аппарата, определяющие амплитуду различных движений спортсмена. В его

же представлении подвижность в суставах является необходимой основой эффективного технического совершенствования" [2].

При недостаточной гибкости резко усложняется и замедляется процесс освоения двигательных навыков, а некоторые из них не могут быть вообще освоены. Недостаточная подвижность в суставах ограничивает уровень проявления силы, скоростных и координационных способностей, приводит к ухудшению внутримышечной и межмышечной координации, снижению экономической работы часто является причиной повреждения мышц и связок.

Применительно к отдельным суставам Сермеев Б.В. рекомендует употреблять термин "подвижность" (а не гибкость), например "подвижность в плечевых, тазобедренных или голеностопных суставах"[3].

Достигая значительно большей подвижности в суставах, человек приобретает возможность выполнять движения с большей быстротой, а значит, и с большей силой. При отсутствии необходимости запаса подвижности в суставах трудно использовать некоторые технические приёмы и положения.

Внешнее проявление гибкости отражает внутренние изменения в мышцах, суставах, сердечно-сосудистой системе. Недостаточная гибкость приводит к нарушениям в осанке, возникновению остеохондроза, отложению солей, изменения походки. Недостаточный анализ гибкости у спортсменов приводит к травмированию, а также к несовершенной технике. Поэтому развитие гибкости носит оздоровительную направленность.

Целью работы явилось исследование уровня развития гибкости у студенток приборостроительного факультета (ПСФ) БНТУ.

В качестве методов исследования использовались наблюдение, опрос и тестирование.

В исследовании приняли участие 80 студенток второго, третьего и четвёртого курса ПСФ, отнесённых по состоянию здоровья к основной группе. В начале второго семестра со студентками проводилось тестирование для определения уровня развития гибкости.

Испытуемым были предложены следующие тесты:

1. Комплексный тест («складка»). И.п.- сед ноги врозь, стопы на

ширине плеч, на себя. На полу обозначили центровую и перпендикулярную линию. Пятки касаются линии. Медленно наклоняясь вперед, регистрируем результат на перпендикулярной мерной линии по кончикам пальцев при фиксации этого результата в течение 3 секунд. Результат измеряется в сантиметрах.

2. Подвижность в плечевых суставах ("выкрут"). И.п.: скакалка спереди. Поднимая руки вверх, прокручиваем скакалку в плечевых суставах до положения скакалки сзади, и вернуться в и.п. Фиксируется результат между хватом кистей. Результат измеряется в сантиметрах.

3. Подвижность позвоночного столба ("мост"). И.п.: лёжа на спине, стопы на ширине плеч, колени согнуты, кисти в упоре о пол. Одновременное разгибание ног и рук с подъёмом туловища и прогибанием в поясничном отделе. Зафиксировать положение 3 секунды, вернуться обратно в и.п. Фиксируется результат между пятками и кончиками пальцев. Результат измеряется в сантиметрах.

Для развития гибкости был разработан и предложен специальный комплекс упражнений, который применялся в течение второго семестра. В специальный комплекс в качестве средств развития пассивной подвижности в суставах были включены упражнения на растягивание: а) пассивные движения, выполняемые с помощью партнёра; б) выполняемые с отягощением; в) выполняемые с использованием собственной силы (например, притягивание туловища к ногам); г) активные движения (махи, наклоны), выполняемые с полной амплитудой без предметов и с предметами; д) статические упражнения (удержание конечности в отведённом до предела положении в течение 3-6 с.). Эти упражнения обеспечивают прирост подвижности в суставах за счёт улучшения растяжимости мышечно-связочного аппарата. Они воздействуют на суставную сумку, мышцы и связки, способствуют их укреплению и повышают эластичность.

При выполнении активных движений величина их амплитуды существенно зависит от силовых возможностей человека. Чем больше разница между активной и пассивной подвижностью в суставах, тем в большей степени амплитуда движений зависит от силы мышц. Добиться увеличения активной подвижности в каком-

либо движения можно двумя путями: 1) за счёт увеличения пассивной подвижности, 2) за счёт увеличения максимальной силы.

Для развития активной подвижности в специальный комплекс были включены упражнения с внешним сопротивлением: а) вес предмета; б) противодействие партнёра; в) статические силовые упражнения, выполняемые в виде максимальных напряжений, длительностью 3-4 с.

Развивая активную подвижность в суставах, большое место отводилось силовым упражнениям в сочетании с упражнениями на растягивание. Комплексное использование этих упражнений способствует не только увеличению силы мышц, но и их растяжимости и эластичности.

В специальный комплекс были включены упражнения на расслабление в период развития подвижности в суставах, что значительно повысило эффект тренировки. Эти упражнения способствуют улучшению как активной, так и пассивной подвижности в суставах.

В конце второго семестра было проведено повторное тестирование уровня развития гибкости у наблюдаемого контингента студенток. В таблице приведены данные среднего арифметического значения результатов тестирования и процентные изменения результатов.

Таблица - Результаты тестирования студенток приборостроительного факультета по окончанию второго семестра

Упражнения	Результаты применения специального комплекса (см)		Динамика, %
	до	после	
"складка"	16,00	16,58	+3,68 %
"выкрут"	75,32	74,32	+1,43 %
"мост"	55,31	54,49	+1,82%

Результаты исследования позволяют сделать заключение о том, что для эффективного развития гибкости целесообразно включение в учебный процесс специализированных блоков упражнений по развитию гибкости, т.к. при этом достигается не

только поддерживающий, но и тренирующий эффект, что непременно способствует физическому развитию человека.

1. Евсеев, Ю.И. Физическая культура: учебное пособие / Ю.И. Евсеев. — Ростов н/Д : Феникс, 2002. — 384с.

2. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры : учебное пособие 3-е изд., перераб. и доп. / Л.П. Матвеев.- М. ; Физкультура и спорт, СпортАкадемияПресс, 2008.- 544с.

3. Сермеев, Б.В. Спортсменам о воспитании гибкости : учебное пособие / Б.В. Сермеев.- М. ; Физкультура и спорт, 1970.- 70с.

УДК 796:338

Оценки загрузки физкультурно-спортивных сооружений как фактор повышения эффективности их функционирования

Карнейчик В.В.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Сегодня достаточно остро стоит вопрос о необходимости всесторонней оценки деятельности существующих физкультурно-спортивных объектов с целью повышения эффективности их функционирования.

Методы определения и повышения функционирования физкультурно-спортивных сооружений должны основываться на показателях социальной, бюджетной, экономической эффективности, уровне рентабельности, сроках окупаемости затрат на строительство и модернизацию, сопоставлении показателей пропускной способности и загруженности сооружения [1].

Установление степени загрузки объекта является одним из наиболее важных показателей, т.к. главным образом отражает социально-экономическую эффективность функционирования спортивного объекта.

Задачами расчета загрузки физкультурно-спортивного сооружения являются:

- анализ существующей и потенциальной пропускной способности объекта;
- оценка степени загрузки;
- разработка предложений по дальнейшей эксплуатации сооружения.

Один из методов оценки загруженности спортивных объектов заключается в сопоставлении фактической загрузки на конкретный период с максимальной пропускной способностью, в соответствии с режимом эксплуатации конкретного сооружения:

$$Z_{\phi} = m_{\phi} n_{\phi} T_{k3},$$

$$Z_{\max} = m_{\max} n_{\max} T,$$

$$K_{\phi3} = \frac{Z_{\phi}}{Z_{\max}} \cdot 100\%, Z_{\phi} \leq Z_{\max}$$

где Z_{ϕ} – фактическая заполняемость, чел.; Z_{\max} – максимальная заполняемость, чел.; m_{ϕ} – фактическое число проводимых занятий в день; m_{\max} – максимально возможное проведение занятий в день; n_{ϕ} – фактическое количество занимающихся на занятии, чел.; n_{\max} – максимально возможное количество занимающихся на занятии, чел.; T – количество дней функционирования сооружения за 1 год; K_3 – среднегодовой коэффициент заполнения [2].

Фактическую загруженность можно определять как соотношение фактического объема оказанных услуг и нормативной пропускной способности объекта. Для расчета данного показателя используется следующая формула [1]:

$$Z_o = \frac{V_{\text{пл}}}{\text{ПСн}} \times 100\%$$

где Z_o — загрузка объекта;
 $V_{\text{пл}}$ — фактический объем оказанных услуг;
 ПСн — нормативная пропускная способность.

Для оценки загрузки используется следующая шкала пороговых значений (таблица).

Таблица - Шкала пороговых значений для оценки загрузки спортивных объектов

80 % < Значение показателя < 100 %	Оптимальный уровень
70 % < Значение показателя < 80 %	Допустимый уровень
100 % < Значение показателя < 120 %	
120 % < Значение показателя < 70 %	Неоптимальный уровень

Установление возможности более интенсивного функционирования и выявление резервов для проведения дополнительных занятий, должно заставить руководителей объектов искать новые, эффективные способы привлечения посетителей.

Одной из основных проблем функционирования сети спортивных сооружений является их недостаточно полная заполняемость и неравномерность загруженности в течение дня.

По данным нашего исследования, проведенного г. Минске, наиболее предпочитаемым временем для посещений физкультурно-спортивных объектов являются будние дни с 18.00 до 21.00 и выходные с 11.00 до 19.00. В связи с этим, в будни в утренние и дневные часы в спортивных сооружениях наблюдается отсутствие посетителей, а в вечерние – переполнение.

Известно, что различные возрастные группы, в зависимости от распорядка дня, предпочитают различное время для занятий. Это необходимо учитывать при составлении графика занятий и при формировании групп.

Кроме того, при помощи системы скидок, можно привлекать занимающихся в наименее востребованные часы работы спортивного объекта.

Необходимо отметить, что на уровень загрузки влияют следующие факторы: оптимальность расположения объекта, уровень цен, гибкий график работы, качество и ассортимент физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг.

В числе приоритетных факторов респонденты указали как наиболее значимые: удобство месторасположения (54,48%), качество услуг и профессионализм тренерского состава (50% и 54,5%), доступность цен (48,97%).

На вопрос: «Какие изменения необходимо внести в работу посещаемого Вами спортивного объекта?» были получены

следующие ответы: улучшить материально-техническую базу и санитарно-гигиенические условия (33,45% и 31,01%); разнообразить физкультурно-оздоровительные и дополнительные услуги (32,77% и 22,65%), внести изменения в график работы (25,44%). Все устраивает в работе спортивных сооружений лишь 15% получателей физкультурно-оздоровительных и спортивных услуг.

Занимающиеся зачастую вынуждены посещать несколько спортивных объектов из-за невозможности получить в одном месте весь спектр желательных услуг. Из них практически половина респондентов не полностью удовлетворена ассортиментом услуг одного комплекса.

Внедрение разнообразных физкультурно-оздоровительных (фитнес, плавание, тренажеры и пр.), спортивных (секции по видам спорта), дополнительных (массаж, сауна, солярий и др.) и сопутствующих (предоставление в пользование помещений, транспорта, работа кафетериев, обслуживание соревнований и т.д.) услуг с учетом запросов потребителей позволит не только увеличить количество посетителей, но и принесет дополнительную прибыль предприятию.

На диаграмме (рисунок) представлен анализ доходов одного из спортивных сооружений коммунальной формы собственности г. Минска.

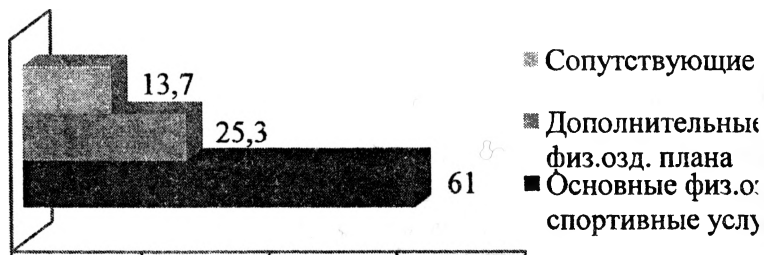


Рисунок - Соотношение дохода спортивного объекта за 2010 год в разрезе оказываемых услуг (в %)

Следует отметить, что рассматриваемое спортивное сооружение находится на самоокупаемости, а результативность деятельности объекта оценивается как выше среднего.

Анализ загрузки и комплексная оценка работы спортивных сооружений, проведение мониторингов по изучению интересов и запросов различных категорий населения, помогут руководителям предприятий спортивной отрасли принимать адекватные ситуациям управленческие решения, формировать широкие и доступные возможности использования ресурсного потенциала, повышая, таким образом, социально-экономическую эффективность функционирования объектов спортивной инфраструктуры.

1. Бизнес-планирование и мониторинг деятельности физкультурно-оздоровительных комплексов : метод. пособие / гл. ред. С.Н. Зубарев. - Москва, 2010.- С.45-46.

2. Крылова, В.М. Методы определения и повышения социально-экономической эффективности существующих физкультурно-спортивных сооружений / В.М. Крылова // Вестник спортивной науки. - М, 2004.- №1.- С.50-53.

УДК 769.01:61

Динамика показателей психофизиологического состояния спортсменов в процессе вибрационной тренировки

Михеев А.А.¹, д-р пед. наук, д-р биол. наук, доцент
Филиппович Л.В.¹, Михеев Н.А.²

¹*НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь*

²*Академия МВД Республики Беларусь, Минск, Беларусь*

Стимуляция биологической активности (СБА) это метод, позволяющий в короткие сроки добиваться значительного прироста в показателях силы и гибкости [1]. Путем воздействия СБА на организм можно значительно сокращать сроки развития физических качеств и осуществлять более гибкое управление процессом тренировки.

Целью исследования явилось изучение воздействия дозированных вибрационных упражнений (ДВУ) на динамику показателей психофизиологического состояния спортсменов.

В исследовании приняли участие 10 спортсменов высокой квалификации. Средний возраст группы испытуемых составил $13,90 \pm 0,18$ лет, средняя масса тела $55,61 \pm 3,12$ кг, средняя длина тела $171,50 \pm 7,91$ см, средняя масса мышечной ткани $38,90 \pm 2,85\%$, средняя масса жировой ткани $16,40 \pm 2,17\%$, средний стаж занятий спортом $4,25 \pm 0,50$ лет.

В течение двух тренировочных микроциклов на общеподготовительном этапе годичного цикла подготовки спортсмены выполняли программу дозированной вибрационной тренировки (ДВТ), которая состояла из 8 стимуляционных занятий, по 4 ежедневных занятия в каждом из двух микроциклов. Вибрационная нагрузка создавалась посредством выполнения физических упражнений в повторном режиме с опорой конечностями на вибрационные устройства, работающие частотой 28 Гц, амплитудой 4 мм. С целью создания условий для массированного воздействия вибрацией на организм испытуемым было предложено комплексное упражнение, охватывающее вибровоздействием наибольшее количество работающих мышц. Упражнение состояло из двух частей, выполняемых без перерыва: сгибаний и разгибаний рук из исходного положения упор сидя сзади с опорой руками о виброплатформы и приседаний на вибрирующих платформах. Каждая из частей упражнения выполнялась до наступления утомления. В соответствии с программой вибронгрузка от занятия к занятию возрастала за счет прибавления одного подхода к количеству подходов, выполненных в каждой предыдущей серии упражнений. На первом занятии среднее время вибрационной нагрузки составило 172 ± 12 секунд при среднем суммарном количестве циклов движений 169 ± 10 , а на последнем занятии 908 ± 30 секунд при среднем суммарном количестве циклов движений 698 ± 31 . Программой исследования было предусмотрено проведение 3-х тестирований – до и после выполнения программы вибрационной тренировки, а так же спустя четыре недели.

Для оценки психофизиологических показателей спортсменов использовали портативный психофизиологический диагностический комплекс ПФДК-02, позволяющий определять

силу нервной системы, подвижность нервных процессов, время простой двигательной реакции, время реакции выбора.

Результаты исследования психофизиологических показателей спортсменов представлены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1 - 5.

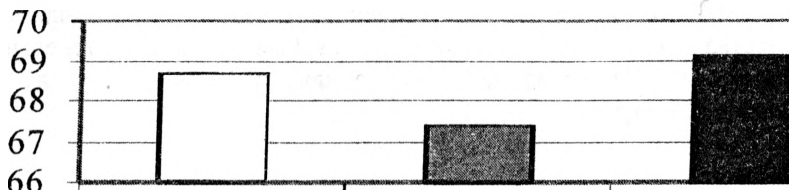


Рисунок 1 - Динамика показателей максимального темпа движений

Таблица 1 - Показатели психофизиологических качеств спортсменов до и после дозированной вибрационной тренировки ($X_{ср} \pm Sx$), (n=10)

Показатели	До	После	t	P	Через месяц	t	P
Максимальный темп движений, n	68,7 ±1,9	67,4 ±1,6	0,37	>0,05	69,1 ±2,2	-0,48	>0,05
Быстрота простой двигательной реакции, мс	282,6 ±6,7	270,2 ±4,5	1,08	<0,05	277,6 ±8,4	-0,64	>0,05
Быстрота сложной двигательной реакции, мс	397,8 ±2,9	351,6 ±2,3	1,81	<0,05	345,9 ±4,1	0,29	>0,05
Точность сложной реакции выбора (количество ошибок), n	5,1 ±0,8	2,2 ±0,5	3,28	<0,05	2,8 ±0,3	-0,93	>0,05

Как видно из данных таблицы 1 и рисунка 1 максимальный темп движений, характеризующий уровень быстроты недостоверно ($P > 0,05$) снижался после стимуляции относительно исходного уровня, однако через один месяц наблюдалось улучшение этого качества ($P > 0,05$) в среднем на 10% относительно исходных величин.

На рисунке 2 представлена диаграмма динамики быстроты простой двигательной реакции при применении дозированного вибротренинга.

После завершения серии стимуляций было отмечено достоверное ($P < 0,05$) улучшение показателей – уменьшение времени с на 5%. Результаты проведенного через 4 недели тестирования показали, что тенденция в динамике изучаемого качества изменилась - показатели быстроты простой двигательной реакции несколько ухудшились, однако на 2% были лучше исходных значений.

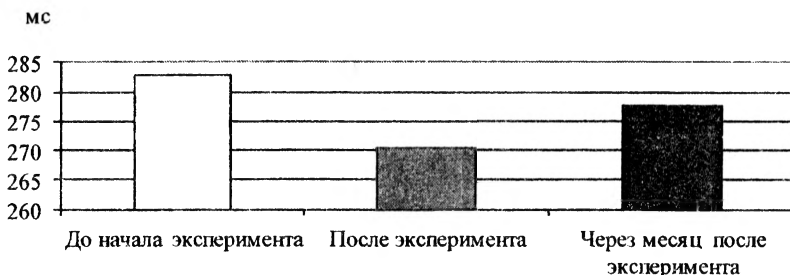
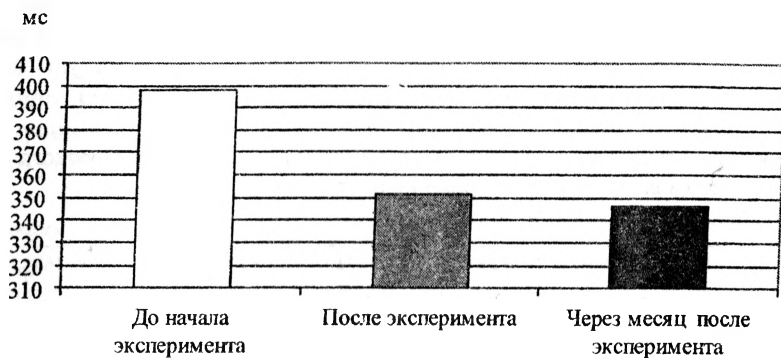


Рисунок 2 - Динамика показателей быстроты простой двигательной реакции

Результаты тестирований свидетельствуют о том, что динамика быстроты сложной двигательной реакции имела тенденцию к устойчивому улучшению (рисунок 3). Достоверное ($P < 0,05$) улучшение показателей на 12% наблюдалось сразу после окончания тренировочной серии. Спустя месяц этот показатель еще улучшился и составил $345,9 \pm 4,1$ мс, что на 13,1% лучше исходного уровня ($P < 0,05$).

Точность сложной реакции выбора (рисунок 4), характеризующая уровень точности выбора оптимального варианта действий в зависимости от конкретной тактической ситуации, после серии стимуляций достоверно улучшилась – количество ошибок ($2,2 \pm 0,5$) уменьшилось на 56% по сравнению с исходным значением ($5,1 \pm 0,8$). В ходе третьего тестирования выяснилось, что по

истечении одного месяца после окончания программы ДВТ этот



показатель остался практически на достигнутом уровне ($2,8 \pm 0,3$).

Рисунок 3 - Динамика показателей быстроты сложной вибрационной тренировки

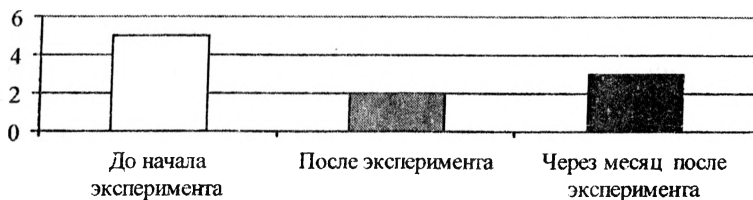


Рисунок 4 - Динамика показателей точности сложной реакции

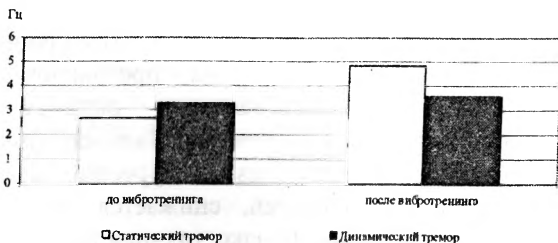


Рисунок 5 - Динамика показателей статического и динамического тремора

Из данных, приведенных в таблице 2 и на рисунке 5 следует, что показатели статического тремора после окончания серии вибротренировок достоверно ($P>0,05$) возросли с $2,66\pm 1,02$ до $4,84\pm 1,31$. Показатели динамического тремора, имели такую же, хоть и менее выраженную тенденцию ($3,27\pm 0,22$ и $3,56\pm 0,21$).

Таблица 2 - Среднегрупповые показатели статического и динамического тремора до начала и после завершения программы дозированной вибрационной тренировки ($X_{cp}\pm Sx$), (n=10)

Показатели	До начала серии ДВТ	После завершения серии ДВТ	t-критерий Стьюдента	P
Статический тремор, Гц	$2,66\pm 1,02$	$4,84\pm 1,31$	-1,8439	$>0,05$
Динамический тремор, Гц	$3,27\pm 0,22$	$3,56\pm 0,21$	-2,0017	$>0,05$

Известно, что тремор связан с временной задержкой корректирующей афферентной импульсации, непрерывно поступающей в эффекторные двигательные центры по ходу движения и удержания позы в статичном положении, в связи с чем эффекторные импульсы все время слегка отклоняются от нужной в данный момент величины и сохранение позы осуществляется за счет постоянных движений относительно какого-то среднего положения. Усиление тремора зависит от тонической напряженности мышц и обусловлено преобладанием процессов возбуждения.

Выводы:

- вибрационная тренировка, состоящая из 8 стимуляционных занятий, равномерно распределенных на протяжении двух микроциклов, оказывает позитивное влияние на психофизиологические качества спортсменов. Так максимальный темп движений, по которому оценивают уровень быстроты движений и скоростных способностей, снижается сразу после завершения стимуляционной серии, однако улучшается через один месяц на 10% ($P>0,05$). Это говорит о наличии значительного, но не чрезмерного утомления нервных механизмов, обеспечивающих оптимальный функциональный уровень названного качества. Видимо, в следующем за серией стимуляций 4-х недельном периоде

отдыха, происходят позитивные адаптационные процессы, связанные с компенсацией и суперкомпенсацией систем функционального обеспечения максимального темпа движений;

- быстрота простой двигательной реакции, характеризующая общие скоростные способности, имела аналогичную динамику и улучшилась на 5%. Через 1 месяц после завершения вибротренинга это улучшение сохранилось;

- быстрота сложной двигательной реакции, характеризующая скорость реагирования в зависимости от изменения тактических ситуаций, улучшилась на 12% после тренировочной серии, более того продолжала улучшаться в течение последующих 4-х недель;

- точность сложной реакции выбора (количество ошибок при выполнении сложной двигательной реакции) улучшилась после серии стимуляций на 56%. Эта позитивная тенденция сохранилась на протяжении четырех недель постстимуляционного периода;

- усиление статического и динамического тремора после серии занятий с применением дозированных вибрационных упражнений свидетельствует о преобладании процессов возбуждения, ведущих к усилению тонической напряженности мышц.

1. Михеев, А.А. Стимуляция биологической активности как метод управления развитием физических качеств спортсменов / А.А. Михеев : в 2 ч. – Минск, 1999. – 398 с.

2. Бойко, Е.И. Время реакции человека / Е.И. Бойко. – М. : Медицина, 1961. – 360 с.

3. Ильин, Е.П. Сила нервной системы и методы ее исследования / Е.П. Ильин // Психофизиологические основы физического воспитания и спорта. – Л., 1972. – С. 5 - 15.

4. Методики психодиагностики в спорте : научное издание / В. Л. Маришук, Ю. М. Блудов. - М. : Просвещение, 1984. - 189 с.

Применение экспертных методов оценки прогнозирования достижения целей физического совершенствования

Хорлоогийн А.С., Серенков П.С., д-р техн. наук, доцент,

Ковель С.Г., канд. пед. наук, доцент

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Контроль и диагностику функционального состояния и физической подготовленности человека (например, клиента организации предоставляющей физкультурно-оздоровительный услуги) осуществляют с помощью известных средств и методов спортивной медицины и физического воспитания [1]. При этом находят широкое применение и специализированные аппаратно-программные комплексы для диагностики функционального состояния человека.

Однако большинство средств и методов контроля и диагностики состояния человека позволяют определить уровень физического состояния на данный момент и в отдельности по каждому из показателей, но не дают комплексной оценки состояния и однозначного ответа о возможности достижения целей физического совершенствования на этапе проектирования системы физической подготовки для конкретного клиента, а соответственно нет гарантии того, что клиент будет удовлетворен.

То есть, возникает необходимость решения задачи прогнозирования возможности достижения клиентом поставленной цели физического совершенствования.

Фактически решение заключается в определении метода корректного принятия решения о возможности достижения клиентом поставленной цели. Но прежде чем дать заключение о возможности достижения цели необходимо комплексно оценить состояние клиента в начальном периоде подготовки по соответствующим определенной цели показателям.

Комплексную оценку уровня состояния клиента, основываясь на объективных данных, определить сложно, так как оценка большинства показателей осуществляется в разных шкалах. А

также в зависимости от цели физического совершенствования меняются веса показателей состояния клиента.

В этом случае удобно было бы воспользоваться мнением экспертов для определения комплексной оценки состояния клиента. Однако, мнение эксперта - это, в первую очередь, субъективное мнение, которое необходимо сделать объективным, то есть оцифровать. А во-вторых, возможности человека осуществлять оценку в определенных единицах ограничены. Необходимо учитывать, существующие ограничения по непосредственной комплексной оценке состояний клиента, и в качестве альтернативного способа оценки предполагается исходить из представления, что человеку проще сравнить, чем непосредственно оценить. Соответственно целесообразно использовать для исследования количественных и качественных свойств и показателей (показатели физического развития, функционального состояния и физической подготовленности человека) метод экспертных оценок [2]. Сущность метода экспертных оценок заключается в том, что в основу математической модели закладывается субъективное мнение специалиста или коллектива специалистов, основанное на практическом опыте. При субъективном измерении эксперт выполняет функции измерительного прибора.

Для определения комплексной оценки состояния клиента необходимо проводить оценивание этих показателей в одной шкале. Ввиду того, что структура оцениваемых характеристик и свойств объекта представляет собой иерархию, то удобно было бы воспользоваться методом анализа иерархий (МАИ) в классической интерпретации Т. Саати, так как существует необходимость оценить фактор верхнего уровня (состояние клиента) по имеющимся факторам нижнего уровня (показателям состояния клиента) [3].

Однако в ряде публикаций была показана некорректность работы МАИ при определенных наборах входных данных (в частности нарушение принципа транзитивности) [4]. Следовательно, для решения задачи необходимо воспользоваться методом анализа экспертных данных, в основе которого положен

МАИ с возможностью анализа корреляции факторов, влияющих на решение поставленной задачи.

Используя такой метод анализа экспертных оценок, определение состояния клиента можно представить в виде системы принятия решений в области поставленной задачи или в виде *функции предпочтения*, которая является аппроксимирующей функцией, зависящей от n -го количества факторов:

$$U = f(u_1, u_2, \dots, u_n)$$

Среди методов измерения данной функции отдадим предпочтение методу парных сравнений, как наиболее простому и обоснованному. То есть, необходимо смоделировать определенный набор состояний клиента S_i по n показателям (u_1, u_2, \dots, u_n) и попарно сравнить их между собой.

Однако, учитывая ограничения психологического восприятия информации человеком, многофакторные функции сравнивать достаточно тяжело. В этом случае можно воспользоваться методом покоординатного спуска, в основе которого положен принцип отличия сравниваемых наборов значений факторов по одному фактору (координате). Например, для группы из 5 показателей (u_1, u_2, u_3, u_4, u_5), которые определяются в результате косвенных или прямых измерений, в соответствии с методом покоординатного спуска определяются семь состояний, которые необходимо сравнить между собой, оценить и оцифровать (рисунок).

Для оцифровки субъективных оценок парных сравнений воспользуемся шкалой, наподобие шкалы желательности Харрингтона, где вербальной шкале будет соответствовать числовая оценка:

1. Одинаковый уровень – 0.
2. Умеренное превосходство - ± 2 .
3. Сильное превосходство - ± 4 .
4. Очень сильное превосходство - ± 6 .
5. Абсолютное превосходство - ± 8 .
6. Промежуточные значения - $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 7$.

Состояния	S7	3	3	3	5	5
	S6	1	1	1	1	5
	S5	1	1	1	5	1
	S4	1	1	3	1	1
	S3	1	3	1	1	1
	S2	3	1	1	1	1
	S1	1	1	1	1	1
		u1	u2	u3	u4	u5
		Показатели				

Рисунок – Сравнимые наборы значений факторов (состояния) при покоординатном спуске

При нахождении функции предпочтения будем рассматривать два различных плана эксперимента (два варианта сравнений).

Первый - *план А*. Выберем один из вариантов в качестве базового, пусть это будет первый вариант, и сравним все варианты с базовым вариантом (S1-S2, S1-S3, ..., S1-Sn).

Второй - *план В*. Требуется сравнить варианты состояний последовательно друг с другом (S1-S2, S2-S3, ..., Sn-1-Sn).

В итоге сравнение состояний по двум планам даст две системы линейных уравнений для определения функции предпочтения на основании значений парных сравнений.

Решение каждой из системы определит одну альтернативную функцию предпочтения для каждой из системы уравнений. Если альтернативные функции предпочтения связаны статистически значимой адекватной возрастающей линейной зависимостью, то функция предпочтения будет устойчива (*Критерий К1*).

Среднее значение решений альтернативных функций в одной точке принимается как значение функции предпочтения в данной точке.

Определив функцию предпочтения, необходимо проверить ее теоретическую адекватность для сгенерированных вариантов состояний. Сгенерировав, таким образом, определенный набор состояний, можно проверить значение функции по соответствующим значениям показателей, определяющих данное состояние клиента.

Для обоснованного практического применения полученных результатов проверить полученную функцию можно и на основании экспертных оценок.

1. Макарова, Г.А. Спортивная медицина : учебник / Г.А. Макарова. - М. : Советский спорт, 2003. - 480 с.

2. Орлов, А.И. Экспертные оценки : учебное пособие / А.И. Орлов.- М.: 2002. - 31 с.

3. Саати, Т.Г. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Г. Саати; пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. — М.: «Радио и связь», 1993. — 320 с.

4. Подиновский, В.В. О некорректности метода анализа иерархий / В.В. Подиновский, О.В. Подиновская // Проблемы управления. - 2011. - N 1. - С. 8-13.

УДК 796.015.256

Трансформация внешнего контроля в самоконтроль с использованием технических средств в процессе формирования техники броска мяча в баскетбольное кольцо

Быкова А.А.¹, Хатеновский А.А.²

¹Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

*²Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Одним из наиболее важных приемов игры в баскетбол являются броски мяча в баскетбольное кольцо со средней дистанции, наиболее часто используемые в игре. В структуре техники броска мяча выделяется три фазы - подготовительная, основная и заключительная. Каждая фаза имеет свой смысл, программу, границы и отличается от других по биомеханическим характеристикам. При выпуске мяча игрок последовательно разгибает звенья тела: голеностопные, коленные, тазобедренные, плечевой, локтевой и лучезапястный суставы [4].

Уровень сформированности навыка выполнения бросков мяча в баскетбольное кольцо, диагностируемый у первокурсников в исходных тестированиях, часто не соответствуют эталонным значениям, описанным в литературе [4, 6] и оценкам экспертов. Подготовительная фаза броска (держание мяча, положение кисти и локтя перед броском), равно как и заключительная (возвращение в исходное положение) осваиваются обучающимися достаточно легко и быстро. Центральной проблемой обучения становится основная фаза – выпуск мяча в кольцо: движения рук и ног обучающегося рассогласованы, туловище сильно отклонено от вертикали, что обуславливает выпуск мяча по прямолинейной (низкой) траектории и низкую результативность броска.

Одним из действенных методических приемов повышения результативности бросков мяча считается применение технических средств, способствующих формированию специализированных восприятий: модифицированного прибора срочной информации (крепится на поясе бросающего), оснащенного звуковым сигналом, срабатывающим при технически правильном движении руки («чувство амплитуды»); для создания наглядного ориентира траектории полета мяча используются: а) тренажер в виде обруча, который ограничивает «подлет» мяча к кольцу ниже 45° , увеличивая ее площадь; б) переносная стойка для выпуска мяча под углом 55° , находящаяся перед испытуемым на расстоянии вытянутой руки, соответствующая его росту с поднятой вверх рукой («чувство траектории»); применялись элементы идеомоторного тренинга.

На одном кольце для преодоления интерференции испытуемым предлагалось выполнять броски с использованием тренажеров, состоящих из раздвижной стойки, высота которой соответствует росту испытуемого с поднятыми вверх руками для выпуска мяча с оптимальной траекторией, и обруча с лучеобразными выступами, расширяющими площадь вхождения мяча в кольцо, надеваемого на нее. Стойка, поставленная перед испытуемым, стимулировала его к выпуску мяча с оптимальным углом вылета, то есть вверх-вперед, а обруч – правильный подлет (45°) мяча к кольцу. Эти тренажеры были направлены преимущественно на совершенствование зрительно-двигательных координат.

На начальном этапе перестройки техники броска одной рукой от

плеча для устранения ошибок (несогласованная работа верхних и нижних конечностей, неполное разгибание руки в локтевом суставе, отсутствие «захлеста» кисти) на втором кольце использовался модифицированный нами прибор срочной информации. Студенты ориентировались на продолжительный звуковой сигнал, свидетельствующий о правильном сочетании движения трех сегментов верхней конечности (плечо, предплечье, кисть). Использование прибора способствовало формированию проприоцептивных представлений совершаемых движений, основанных на слухо-моторных координациях.

Прибор крепится на поясном ремне и состоит из корпуса, в который встроен микропроцессор, отражающий количество правильных попыток, время, отводимое на выполнение серии бросков, и пояса со шлейками (одевается на спортсмена). На шлейках закреплены контакты, подсоединяющиеся к датчику. Датчик закрепляется (на уровне груди) при помощи ремня на двуглавой мышце руки, на указательный палец надевается петля лески, соединенная с ним.

Вследствие работы трех сегментов руки (плечо, предплечье, кисть) в заключительной фазе броска леска натягивается, усилие передается на коромысло, которое прижимает кнопку переключателя, замыкается электрическая цепь прибора и возникает звуковой сигнал, свидетельствующий о правильности выполнения технического приема. Подобная оперативная обратная связь обеспечивает возможность самостоятельного внесения необходимых коррекций в ходе формирования двигательного навыка, понимаемого как способность к выполнению автоматизированного действия. Информация о движениях, поступающая в систему управления, играет значительную роль в образовании, закреплении и автоматизации навыков, в совершенствовании технического мастерства. На начальных этапах формирования двигательного навыка участвует большое количество мышц, что малоэффективно для осуществления движения. Это связано с явлением иррадиации, которое при сформированном навыке снижается. При осмысленном повторении этих движений из множества разнообразных двигательных действий отбираются те, которые приводят к заданному результату, они закрепляются и

образуют прочный навык, в то время как «лишние» движения исчезают[2].

Использование технических средств позволяло получать срочную информацию после каждого выполнения броска и выполняло функцию внешней обратной связи, служащей за счет многократных повторений основанием для формирования внутренней обратной связи – самоконтроля.

Внешний контроль и оценка являются важнейшими компонентами учебной деятельности обучающихся, организующими ее. Успешность процесса обучения обусловлена сформированностью самоконтроля усвоения материала/действия (внутренней обратной связи) обучающегося на основе прямой внешней связи (преподаватель – студент) и обратной внешней связи (студент – преподаватель). Контроль и оценка преподавателем выполнения техники броска мяча обучающимися являются основой для формирования их взаимоконтроля, а затем, и самоконтроля деятельности. П.П. Блонским были выделены четыре стадии проявления самоконтроля применительно к усвоению учебного материала [3]. Первая стадия характеризуется отсутствием всякого контроля. Находящийся на этой стадии обучающийся не усвоил материал и не может, соответственно, ничего контролировать. В нашем случае на первой стадии внешний контроль осуществлялся преподавателем и техническими средствами. Вторая стадия – полный самоконтроль. На этой стадии обучающийся проверяет полноту и правильность репродукции усвоенного материала (в чем ему помогает звуковой прибор). Третья стадия характеризуется как стадия выборочного самоконтроля, при котором обучающийся контролирует, проверяет только главное. На этой же стадии студенты начинают осуществлять взаимоконтроль, то есть контроль теми, кто усвоил основы техники, тех, кто имеет ошибки в деталях техники. На четвертой стадии видимый самоконтроль отсутствует, он осуществляется как бы на основе прошлого опыта, на основе каких-то незначительных деталей (в нашем случае, проприоцептивно) [3].

В обсуждаемом случае функцию внешнего контроля выполняет не только преподаватель, но тренажер-стойка и прибор, сигнализирующий звуком о правильно выполненном движении.

Многokратное повторение действия (броскового движения), осуществляемое под контролем преподавателя и прибора, определяющих внесение, при необходимости, своевременных коррекций, способствует формированию «мышечного чувства». Обучающийся начинает самостоятельно контролировать свое действие, ощущая неправильность движения того или иного звена тела, что позволяет корректировать движение.

Контроль выполнения действия осуществляется с помощью механизма обратной связи или обратной афферентации в общей структуре деятельности как сложной функциональной системы [1]. П.К. Анохиным были выделены две формы обратной афферентации (обратной связи) – направляющая и результирующая. Первая – осуществляется в основном проприоцептивной или мышечной импульсацией, тогда как вторая – всегда комплексна и охватывает все афферентные признаки, касающиеся самого результата предпринятого движения. В любом варианте всякая информация о процессе или результате выполнения действия есть обратная связь, осуществляющая контроль, регуляцию и управление [1].

В общей схеме функциональной системы основное звено, в котором происходит сличение «модели потребного будущего» [2] или «образа результата действия» и информации о реальном его осуществлении, определяется как «акцептор результата действия» [1]. Результат сличения того, что предполагалось получить, и того что получается, есть основа для продолжения действия (в случае их совпадения) или коррекции (в случае рассогласования). Таким образом, контроль предполагает три звена: 1) модель, образ потребного, желаемого результата действия; 2) процесс сличения этого образа и реального действия; 3) принятие решения о продолжении или коррекции действия. Эти три звена представляют структуру внутреннего контроля реализации деятельности ее субъектом. Каждое звено деятельности, каждое его действие внутренне контролируется по многочисленным каналам, «петлям» обратной связи. Именно это позволяет говорить, вслед за И.П. Павловым [5], о человеке как о самой совершенной, саморегулирующейся и самообучающейся системе.

1. Анохин, П.К. Принципиальные вопросы общей теории

функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1971. – С. 5–61.

2. Бернштейн, Н.А. Биомеханика и физиология движений: избр. психол. тр. / Н.А. Бернштейн; под ред. В.П. Зинченко. – М.: МПСИ; Воронеж: НПО «МОДЭК», 1997. – 604 с.

3. Блонский, П.П. Трудовая школа / П.П. Блонский // Избранные педагогические и психологические соч.: в 2 т.; под ред. А.В. Петровского. – М.: Педагогика, 1979. – Т. 1. – С. 86–164.

4. Колос, В.М. Баскетбол: теория и практика: метод. пособие / В.М. Колос. – Минск: Полымя, 1989. – 178 с.

5. Павлов, И.П. Избранные труды / И.П. Павлов; под общ. ред. М.А. Усиевича. – М.: Гос. учеб.-пед. из-во Мин. прос. РСФСР, 1954. – 415 с.

6. Притыкин, В.Н. Нетрадиционные подходы к повышению точности штрафного броска в баскетболе: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / В.Н. Притыкин. – Омск, 2003. – 233 с.

УДК 796.02

Анализ игровых показателей в баскетболе с помощью специализированной программы

Волк Ю.В., Баранова И.И., Кравченко В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

В настоящее время наблюдается интенсивное внедрение информационных технологий во все аспекты человеческой деятельности. В физической культуре и спорте компьютерная техника и технологии также широко применяются в учебной, научно-методической, оздоровительной, соревновательной деятельности. В 2011 году в Белорусской федерации баскетбола было разработано программное обеспечение для ведения статистики и анализа игровых баскетбольных показателей чемпионата Республики Беларусь [1].

Баскетбол – многообразная и комплексная игра. На результат влияют огромное количество факторов, которые можно разделить на две большие группы: подготовительные (техническая,

физическая и психологическая подготовленность команды) и, непосредственно, игровые показатели (набранные очки, броски, подборы, результативные передачи, перехваты, блок-шоты, потери и др.).

В данной работе были изучены игровые статистические показатели участников чемпионата Республики Беларусь по баскетболу сезона 2011-2012 гг.

В турнире принимало участие семь команд. Для увеличения соревновательного интереса организаторами была изменена система розыгрыша финальных матчей за итоговые места. Решающие игры плей-офф состояли всего из одного матча, в то время, как в предыдущие годы команды играли серию плей-офф до трех побед одного из соперников, что позволяло объективно распределить команды по итоговым местам согласно их реальному баскетбольному уровню. В рассматриваемом чемпионате, благодаря измененной системе проведения, фактору случайности и везению, некоторые команды заняли итоговые места, не соответствующие их объективному уровню, о чем неоднократно высказывались баскетбольные специалисты по окончании турнира.

Для научного обоснования данного предположения был проведен комплексный анализ основных игровых показателей мужских клубов чемпионата Республики Беларусь по баскетболу в зависимости от итогового места команд в сезоне 2011-2012 гг.

По итогам чемпионата Республики Беларусь 2011-2012 гг. команды распределились по местам следующим образом:

- 1 место – «Минск-2006», г. Минск
- 2 место – «Гродно-93», г. Гродно
- 3 место – «Минск-2006» (2), г. Минск
- 4 место – «Рубон», г. Витебск
- 5 место – «Осиповичи», г. Осиповичи
- 6 место – БГУИР, г. Минск
- 7 место – ГОЦОР, г. Гомель.

Для проведения исследования рассматривались следующие статистические командные показатели: набранные очки, собранные подборы, процент попадания 2-очковых бросков, процент попадания 3-очковых бросков, процент попадания штрафных бросков, сделанные перехваты и совершенные потери. Оценка

комплекса таких показателей позволяет объективно оценить баскетбольный уровень команды, поскольку они характеризуют подготовленность игроков и уровень их мастерства, как в защите, так и в нападении. Данные показатели собирались в течение всего чемпионата при помощи специализированного программного обеспечения (рисунок 1) для подсчета и обработки статистики на баскетбольных матчах.

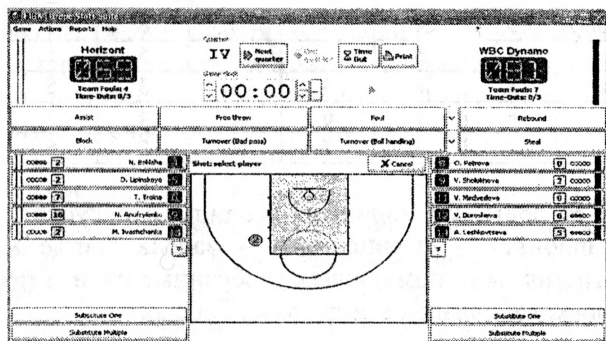


Рисунок 1 - Программа «SmartStats»

В таблице указаны занятые места команд в каждой статистической номинации.

Как видно из таблицы, чемпион Республики Беларусь, команда «Минск-2006», первенствовала в четырех из семи основных игровых показателей, что подтверждает заслуженную победу команды в турнире.

Также заслуженные места, объективно соответствовавшие баскетбольному уровню команды, заняли следующие коллективы: а) серебряный призер чемпионата «Гродно-93» являлся вторым в пяти статистических номинациях; б) слабейшая команда – гомельский ГОЦОР – заняла последнее, седьмое место, в шести из семи статистических номинациях.

Данные факты говорят о полном соответствии занятых мест баскетбольному уровню указанных команд.

Таблица - Занятые места команд в статистических номинациях

Место	Команда	Занятое место в данной статистической номинации						
		Набранные очки	Подборы	% 2-оч.	% 3-оч.	% штраф.	Перехват	Потери ¹
1	Минск-2006	1	2	1	1	1	4	3
2	Гродно-93	2	1	2	2	2	2	4
3	Минск-2006(2)	5	4	5	4	6	7	5
4	Рубон	4	5	4	5	5	1	2
5	Осиповичи	3	6	3	3	3	5	1
6	БГУИР	6	3	6	6	4	3	6
7	ГОЦОР	7	7	7	7	7	6	7

С другой стороны, как видно из таблицы и рисунка 2, пятая команда чемпионата – «Осиповичи» – заняла третье место в четырех статистических номинациях (набранные очки и проценты попадания ближних, дальних и штрафных бросков).

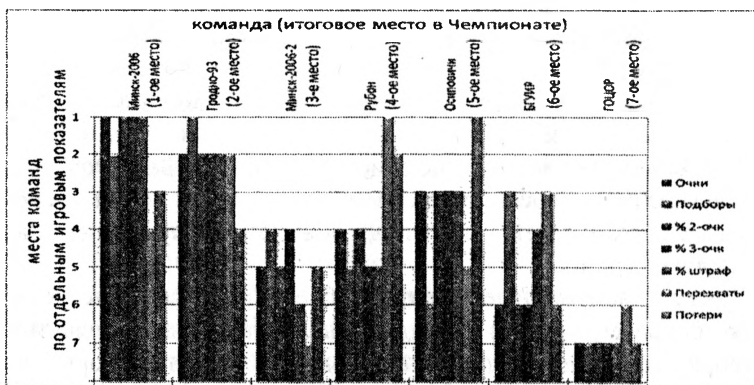


Рисунок 2 - Распределение занятых мест команд в отдельных игровых показателях по итогам чемпионата РБ по баскетболу сезона 2011-2012гг.

Кроме того, игроки этой команды были лучшие по наименьшему количеству совершаемых потерь, что является очень важным соревновательным показателем.

Таким образом, можно утверждать, что уровень команды «Осиповичи» соответствует третьему месту среди всех белорусских коллективов. В то же время игровые показатели бронзового призера – команды «Минск-2006» (2) – не соответствуют столь высокому занятому месту. Поскольку в большинстве статистических номинации резервисты «Минска» занимали пятые места и ниже.

По результатам анализа игровых показателей участников чемпионата Республики Беларусь по баскетболу было установлено, что занятые места команд «Осиповичи» и «Минск-2006» (2) по итогам турнира не соответствуют их реальному баскетбольному уровню, а обусловлены фактором везения и спецификой системы проведения турнира.

1. Волк, Ю.В. Применение IT-технологий для анализа игровых показателей в чемпионате Республики Беларусь по баскетболу / Ю.В. Волк, И.И. Баранова, В.Н. Кравченко // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 1-2 дек. 2011 г. / Бел. нац. техн. ун-т. ; редкол. : И.В. Бельский [и др.].- Минск, 2011.- С 125-129.

УДК 796.8.015; 621.384.3

Исследования реакции мышечных групп на физическую нагрузку у армрестлеров с различными антропометрическими данными

Куклицкая А. Г., Петровская О. Г.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Техника выполнения различных фаз двигательного действия в армрестлинге определяются с учетом антропометрических данных спортсменов. Термографический мониторинг тренировочного процесса по разогреву тела позволяет выявлять включенные в двигательное действие мышцы, формировать тренировочные

программы с учетом индивидуальных особенностей спортсменов[6].

Авторами было выдвинуто предположение, что применение методов термографического контроля в тренировке армрестлеров позволит выявить взаимосвязь между включением в работу базовых и специфических мышечных групп и результативностью применения индивидуальных технических приемов борьбы. Этим же методом можно выявлять индивидуальную способность к активизации базовых и специфических мышечных групп в процессе общей и специальной тренировки армрестлеров.

Исследование проводилось с использованием методов термографического мониторинга и состояло в изучении реакции мышечных групп у спортсменов на базовые и специальные упражнения, а также борьбу за столом [2, 4, 5].

В исследовании принимали участие спортсмены в возрасте 20-22 лет, имеющие 1 спортивный разряд. Два спортсмена в группе, А.С. и О.Л. по антропометрическим данным были отнесены к гиперстеническому типу сложения, имели выраженную мускулатуру и невысокий рост. Еще два спортсмена, М.Л. и И.П. относились к нормостеническому типу сложения, имели менее выраженные мышцы среднего объема и высокий рост. Пятый спортсмен из группы, И.В., по антропометрическим данным занимал промежуточное положение.

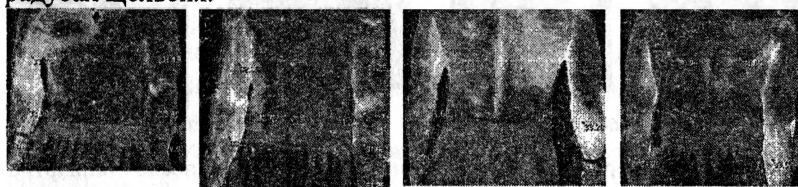
Методика экспериментального исследования реакции мышечных групп на физическую нагрузку была основана на регистрации разогрева мышечной ткани в процессе выполнения двигательных действий [3, 6]. Исследование проводилось в 3 этапа:

- на первом этапе определялась реакция базовых мышечных групп на стандартную нагрузку;
- на втором этапе определялась реакция специфических мышечных групп на специальные упражнения;
- на третьем этапе определялась реакция базовых и специфических мышечных групп на применение индивидуальных технических приемов в борьбе за столом.

С помощью медицинского компьютерного термографа ИРТИС-2000МЕ регистрировалась серия термограмм (двумерных изображений распределения температуры по поверхности тела) для

каждого спортсмена. Серия включала термограммы, полученные до начала тренировки, после стандартной разминочной нагрузки, после выполнения специальных упражнений и после применения индивидуальных технических приемов в борьбе за столом [1].

На рисунке 1 представлены термограммы верхней половины передней поверхности тела (вид спереди) и спины (вид сзади) спортсменов невысокого роста с выраженной мускулатурой (О.Л. и А.С), полученные после стандартной нагрузки и специальных упражнений. На термограммах в симметричных относительно срединной вертикальной линии точках отмечена температура в градусах Цельсия.



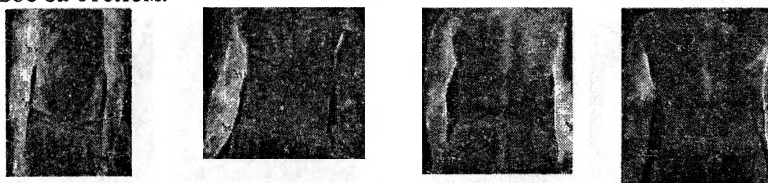
а) вид спереди

б) вид сзади

Рисунок 1 – Термограммы спортсменов О.Л. и А.С. после стандартной нагрузки и специальных упражнений

На рассматриваемых термограммах отмечается выраженный разогрев, достигающий $3,5-4^{\circ}\text{C}$ в проекции правого бицепса, сгибателей и разгибателей кисти, квадратного пронатора кисти. Отмечается также разогрев правой грудной и правой дельтовидной мышц, широчайшей мышцы спины справа.

На рисунке 2 приведены термограммы тех же спортсменов после спарринга – применения индивидуальных технических приемов в борьбе за столом.



а) вид спереди

б) вид сзади

Рисунок 2 – Термограммы спортсменов О.Л. и А.С. после применения индивидуальных технических приемов в борьбе за столом

Анализ приведенных термограмм позволяет сделать вывод о том, что спортсмены невысокого роста с короткими рычагами предплечья при спарринге, сдерживая атаку, включают мышцы предплечья практически в той же степени, что и при интенсивной тренировочной нагрузке.

Несколько другая ситуация отмечается у спортсменов высокого роста с длинными рычагами предплечья. На рисунке 3 приведены термограммы спортсменов высокого роста с умеренно выраженной мускулатурой М.Л. и И.П.

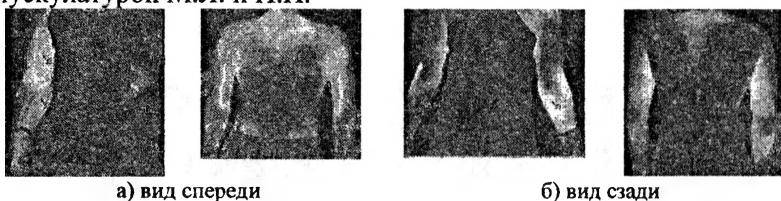


Рисунок 3 – Термограммы спортсменов М.Л. и И.П. после стандартной нагрузки и специальных упражнений

На термограммах армрестлера М.Л. отмечается разогрев правого бицепса, мышц сгибателей и разгибателей правой кисти и правого квадратного пронатора до $2,5-3^{\circ}\text{C}$ – т. е. несколько менее выраженный, чем в рассмотренном выше случае. На термограммах И.П. выраженной тепловой асимметрии нет, что может свидетельствовать о недостаточной тренировочной нагрузке как базовых, так и специфических мышц.

На рисунке 4 приведены термограммы М.Л. и И.П., зарегистрированные после применения индивидуальных технических приемов в борьбе за столом.

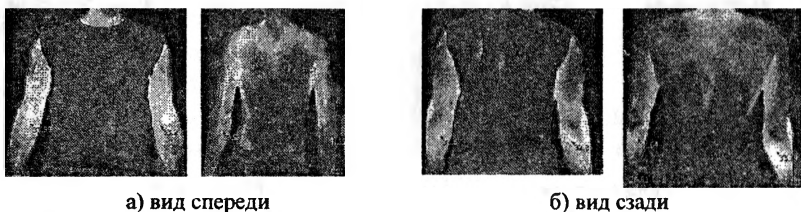


Рисунок 4 – Термограммы спортсменов М.Л. и И.П. после применения индивидуальных технических приемов в борьбе за столом

На термограммах М.Л. после спарринга не наблюдается выраженного разогрева специфических мышц, следует отметить только разогрев правого запястья в зоне квадратного пронатора до 2°C. На термограммах И.П. также отмечается разогрев правого запястья сзади до 1°C, кроме того, разогреты разгибатели кисти справа.

Выводы:

- армрестлерам невысокого роста важно развивать общую массу, за счет увеличения объема мышц груди, спины, плеча и предплечья, что обеспечивает успешность противостояния более высокорослым спортсменам;

- армрестлеры высокого роста, обладающие более длинными рычагами верхних конечностей, могут даже при менее выраженном развитии мышц плеча и предплечья противостоять атакам менее рослых спортсменов;

- повышают успешность атакующих действий спортсменов вращательные движения кисти руки за счет сокращения мышц квадратного пронатора.

1. Афанасьев, Ю.А. Методологические аспекты типологии мышечной ткани и прогнозирование индивидуальных возможностей спортсменов / Ю.А. Афанасьев, С.Л. Кузнецов // Теория и практика физ. культуры, 1991. - № 1. - С. 41-43.

2. Базоркин, А.М. Специальная физическая подготовка армрестлеров высшего уровня мастерства в условиях применения безынерционного тренажера адаптивного управления: автореф. дис. канд. пед. наук : 13.00.04 / А.М. Базоркин. - Нальчик, 2005. - 23 с.

3. Госсорг, Ж. Инфракрасная термография. Основы. Техника. Применение / Ж. Госсорг. - М. : Мир, 1988. - 416 с.

4. Волк, Ю.В. Применение термографии при оптимизации конструкции тренажера / Ю.В. Волк, А.Г. Куклицкая, М.О. Колибаба. // Приборостроение - 2010 : материалы 3-й Международной научно-технической конференции, Минск, 10-12 ноября 2010 г., / Бел. нац. техн. ун-т. ; редкол. : О.К. Гусев [и др.] - Минск, 2010. - С. 278-279.

5. Живора, П. В. Армспорт : техника, тактика, методика обучения : учеб. пособие для студ. высш. пед. заведений / П.В.

Живора, А.И. Рахманов.- М. : Издательский центр «Академия», 2001. - 112 с.

6. Куклицкая, А.Г. Метод термографического контроля в тренировке спортсменов-армрестлеров / А.Г. Куклицкая, О.Г. Петровская, // Состояние и перспективы технического обеспечения спортивной деятельности : Материалы международной научно-технической конференции, Минск, 1-2 декабря 2011 г. / Бел. нац. техн. ун-т. ; редкол. : И.В. Бельский [и др.]- Минск, 2011.- С 76-81.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

<i>Шилько С.В., Черноус Д.А., Плескачевский Ю.М.</i> Диагностические возможности миоэлектрики для прогнозирования утомления скелетных мышц при выполнении тренировочных упражнений.....	3
<i>Левин М.Л., Лосицкий Е.А., Крючок В.Г.</i> Локальная криотерапия в спорте высших достижений.....	7
<i>Никитина Е.А., Зачетило Т.Г.</i> Использование методов SNP генотипирования как перспективное направление спортивной генетики.....	14
<i>Ярмолинский В.И.</i> Новые технологические возможности изучения вариабельности ритма сердца и ЭКГ в покое и при физических нагрузках	19
<i>Минченя Н.Т., Гусев О.К., Бельский И.В., Свистун А.И., Парамонова Н.А., Ананьев Н.К., Зайко О.А.</i> Перспективы разработки технических средств для оценки качества льда на спортивных аренах.....	25

СЕКЦИЯ 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ И СПОРТЕ

<i>Каранкевич А.И.</i> Тренажерно-исследовательский комплекс «Лабиринт» в диагностике психофизической подготовленности сотрудников органов внутренних дел.....	32
<i>Бельский И.В., Качанов И.В., Шелег А.А.</i> Автоматизированный тренажер управляемого силового воздействия для тренировки армрестлеров.....	39

197

<i>Сагайдак Д.И., Сагайдак С.С., Шилько С.В.</i> Корпорально-костевое вибромеханическое стимулирование в методиках развития сенсорно-перцептивных характеристик спортсменов.....	44
<i>Мишин М.В., Камаев О.И.</i> Особенности применения элементов техники владения спортивной коляской в соревновательной деятельности игроками разных функциональных классов в баскетболе на колясках.....	48
<i>Гулидин П.К., Кабанов Ю.М., Трущенко В.В.</i> Устройство для измерения показателей силы различных мышечных групп человека.....	53
<i>Михеев А.А., Борц М.К., Михеев Н.А.</i> Общие закономерности адаптации нервно-мышечного аппарата спортсменов-паралимпийцев к дозированной вибративной тренировке....	58
<i>Бельский И.В., Петровская О.Г., Петровский Д.Н.</i> Проектирование нестандартного оборудования спортивных плоскостных сооружений.....	65
<i>Шевцов В.В., Шилько С.В., Кузьминский Ю.Г.</i> Разработка средства экспресс-диагностики сердечно-сосудистой системы спортсмена по данным осциллометрии.....	70
<i>Кедяров А.П., Сагайдак Д.И.</i> Методические принципы функционирования стрелкового тренажера.....	74
<i>Ворон А.В.</i> Тренажерное устройство для совершенствования маховых движений в опорной части прыжка с шестом.....	78
<i>Воронович Ю.В., Лавшук Д.А., Загребский В.И.</i> Возможности биомеханического синтеза техники тяжелоатлетических упражнений методами имитационного моделирования.....	83

<i>Михеев А.А., Борщ М.К., Михеев Н.А.</i> Исследование общих закономерностей и индивидуальных особенностей динамики биоэлектрической активности нервно-мышечного аппарата спортсменов-паралимпийцев.....	90
<i>Сысоева И.В., Васюк В.Е., Михута И.Ю.</i> Электромиография в оценке пластичности движений со сложной двигательной структурой.....	94
<i>Барановская Д.И.</i> Возможности применения инновационных технических средств обеспечения судейства в футболе.....	98

СЕКЦИЯ 2

«ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ЛЕЧЕБНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ, РЕКРЕАЦИИ И РЕАБИЛИТАЦИИ СПОРТСМЕНОВ»

<i>Петровская О.Г., Петровский Д.Н., Камыда Д.Е.</i> Устройство для определения степени нарушения осанки.....	102
<i>Есьман Г.А., Мониц С.Г.</i> Тракционный аппарат для реабилитации спортсменов.....	106
<i>Попова Г.В., Парамонова Н.А., Калюжин В.Г.</i> Комплексная реабилитация лиц, перенесших ампутацию нижних конечностей, с использованием вспомогательных средств.....	111
<i>Калюжин В.Г., Богданович Н.О.</i> Использование тренажера фитбол у детей с детским церебральным параличом.....	115
<i>Зайцева Е.Г.</i> Анализ и синтез пространственных тепловых полей в диагностике спортивных травм.....	120
	199

<i>Киселев М.Г., Есьман Г.А., Габец В.Л., Ланкевич А.И.</i> Механотерапевтический аппарат для разработки контрактур коленного сустава.....	126
<i>Калужин В.Г., Зыбин Ю.В., Богданович Н.О.</i> Двигательная реабилитация детей в ДЦП в тренажере «сухой» бассейн.....	130
<i>Сысоева И.В.</i> Алфлутоп в лечении патологии суставов.....	135
<i>Попова Г.В., Парамонова Н.А.</i> Тренажер для реабилитации инвалидов с ампутированной конечностью как средство восстановления функции самостоятельного передвижения.....	140

СЕКЦИЯ 3

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЕ, СПОРТЕ И ТУРИЗМЕ

<i>Гробовикова И.Ю., Соловьева Н.Г.</i> Антропогенетическая характеристика представителей спортивных единоборств.....	145
<i>Хроменкова Е.В.</i> Комплексное тестирование специальной работоспособности в комбинированном виде современного пятиборья.....	150
<i>Платонова Л.М., Крутых М.Е., Халло Г.В.</i> Особенности современной оздоровительной аэробики.....	156
<i>Бутько А.В., Зайцева О.В.</i> Принцип субъективности в личностно-ориентированной физической подготовке студентов	159
<i>Слободняк Е.Н.</i> Эффективные средства развития гибкости у студентов технического вуза.....	163

Научное издание

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
СПОРТИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Сборник статей
(материалы II Международной
научно-технической конференции)

Подписано в печать 10.10.2012. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 11,74. Уч.-изд. л. 9,18. Тираж 100. Заказ 1323.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный
технический университет. ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.
Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.