

Приходько В.И., доцент, канд. мед. наук, Шить Р.И., ст. препод. (БГУФК)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ С ПОМОЩЬЮ ПОРТАТИВНОГО ФРИКЦИОННОГО ТРЕНАЖЕРА «БИЗОН-1»

Изучены энерго-силовые характеристики портативного тренажера «Бизон-1», определены энергозатраты при изолированных движениях рукояток тренажера и рук человека. Разработана методика оценки физической работоспособности с использованием тренажера «Бизон-1». Установлен аппроксимационный коэффициент, показывающий корреляционную связь физической работоспособности, найденной при использовании велоэргометра и тренажера «Бизон-1».

Energy-and-power characteristics of the portable training appliance Bizon-1 have been studied. Energy expenditure at isolated movements of the training appliance handles and a person's hands have been defined. A method of physical efficiency evaluation by means of the training appliance Bizon-1 has been developed. An approximation coefficient has been defined which demonstrated a correlative link of physical efficiency found in the process of a bicycle ergometer and a training appliance Bizon-1 application.

Постановка проблемы. Анализ последних публикаций.

Здоровье человека определяется как естественное состояние организма, уравновешенное с внешней средой при отсутствии каких-либо болезненных проявлений. Всемирная организация здравоохранения характеризует здоровье как «состояние полного физического, духовного, социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов».

Охрана и укрепление здоровья основывается, с одной стороны, на улучшении защитной способности и приспособляемости (адаптации) организма, и с другой стороны, на создании условий жизни и труда, предотвращающих возможность соприкосновения с факторами, вызывающими заболевание, или снижающими их воздействие.

Здоровье и болезни человека сегодня нельзя рассматривать только с биологической позиции, так как последние опосредуются социальными условиями. На здоровье человека воздействует множество различных условий: это и весь образ жизни и факторы внутренней и внешней среды [8].

Согласно заключению экспертов ВОЗ (1985), состояние здоровья на 50 % определяется образом жизни [3]. В организации здорового образа жизни занятия физической культурой занимают 15–30 % [6]. Для подростков и молодежи занятия физической культурой и спортом в оздоровительных целях являются действенной мерой профилактики различных заболеваний и укрепления здоровья [7]. У взрослых занятия физической культурой способствуют достижению следующих эффектов: профилактического (предупреждение развития патологии), пролонгирующего (увеличение продолжительности жизни), ювенологического (продление периода высшей жизнеспособности, творческой активности, сохранения высокого уровня умственной и физической работоспособности) [5]. Таким образом всеобщность физической культуры – требование времени, продиктованное объективными законами [2], так как недостаточная двигательная активность человека становится одной из главных причин, приводящей к учащению заболеваемости.

В настоящее время гипокинезия, гиподинамия – термины, обозначающие недостаток движения, все чаще появляются в печати, звучат на научных симпозиумах врачей, физиологов, педагогов [2]. Среди школьников 11–17 лет дефицит физической активности встречается у 50–80 % человек. Подобная тенденция характерна также для учащихся средних и высших учебных заведений. Так, более чем 90 % студентов имеют недостаточную двигательную ак-

БИОМЕХАНИКА В СПОРТЕ

тивность, причем из них у 60 % встречается выраженная гиподинамия и почти каждый пятый находится в состоянии глубокой гиподинамики [3]. Следовательно, профилактика и лечение «болезней цивилизации» требуют разработки эффективных мер борьбы с гиподинамией. Для этого необходимо широкое внедрение в практику действенных профилактических и реабилитационных программ физических тренировок [1]. Причем задаваемый ими объем физической нагрузки должен быть оптимальным и соответствовать индивидуальным возможностям организма.

Она определяется не только величиной, но и способностью систем организма к ее выполнению. Большая нагрузка не будет чрезмерной, если функциональные возможности соответствуют предъявленным требованиям. Вместе с тем даже малая нагрузка, если она не соответствует уровню подготовки или состоянию здоровья, может вызвать перенапряжение органов и систем жизнеобеспечения, способствовать развитию или прогрессированию заболеваний. Поэтому чрезвычайно важно, особенно для лиц, имеющих отклонения в состоянии здоровья, уметь оценивать функциональные возможности организма для индивидуализации физической нагрузки [8].

Существует достаточное число тренажеров, с помощью которых можно определить степень толерантности организма человека к физической нагрузке. К ним относятся велотренажеры, беговые дорожки и т. д. Однако их использование в домашних условиях затруднено в связи с громоздкостью и дороговизной.

Исходя из вышеизложенного, **целью** настоящей работы явилась разработка методики оценки физической работоспособности с использованием портативного фрикционного тренажера «Бизон-1».

Для достижения поставленной цели применялись следующие методы исследования:

1. Антропометрия.
2. Функциональное тестирование.
3. Математическая статистика.

Анализ результатов исследования. Тренажер «Бизон-1» (рисунок 1) включает в себя два сферических шарнира, каждый из которых состоит из удерживающего кольца (1) и размещенного внутри него шара (2). Шариры посредством стержней (3) жестко соединены с

рукоятками (4), а удерживающие кольца, внутренние поверхности которых снабжены резьбой, навинчены на соединительную втулку (5), имеющую такую же резьбу на своей наружной поверхности. Между шарами и торцами втулки размещены фрикционные элементы (6). Для фиксации удерживающих колец на том или ином участке наружной поверхности втулки используются контргайки (7). Изменение нагрузки обеспечивается смещением удерживающего кольца (1), при этом прижимное усилие шара (2) на фрикционный элемент (6) варьируется от 30 до 500 ньютон.

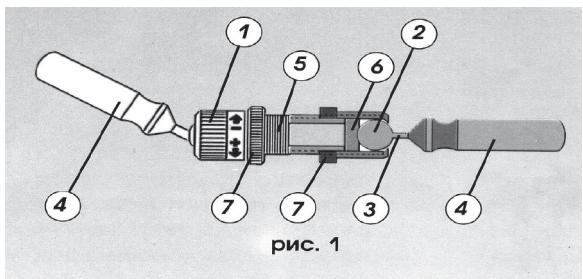


Рисунок 1 – Устройство портативного тренажера «Бизон-1»

В соответствии с поставленной целью исследование проводилось в несколько этапов.

На **первом этапе** определялись энергозатраты при движении одной рукоятки тренажера из одного предельного по отклонению положения через продольную ось тренажера в другое и минимальное усилие сдвига, необходимое, чтобы сместить рукоятку тренажера при определенном прижимном усилии шара на фрикционный элемент. В результате исследования найденные энергозатраты колебались в пределах 0,199–21,508 джоулей, при прижимном усилии 30–500 ньютон [9]. Затем были найдены энергозатраты при движении двух рукояток тренажера. Для этого полученные ранее значения умножены на два.

На **втором этапе** исследовались энергозатраты при выполнении человеком двух типичных упражнений с тренажером «Бизон-1» в горизонтальной и вертикальной плоскостях [10]. Для этого проводилась видеосъемка данных упражнений с последующим их математическим анализом. Вначале были определены энергозатраты, необходимые для совершения движений руками (без тренажера) в двух плоскостях. Они составили: в горизонтальной плоскости – 4,562 джоулей, в вертикальной плоско-

БИОМЕХАНИКА В СПОРТЕ

сти – 30,460 джоулей. Учитывая тот факт, что энергозатраты при движении рук в вертикальной плоскости значительно выше, именно это упражнение было выбрано для нагрузочного тестирования (рисунок 2).



Рисунок 2 – Упражнение, выполняемое с тренажером «Бизон-1» в вертикальной плоскости

Затем, с учетом результатов первого этапа работы, подсчитаны полные энергозатраты (движение рук и рукояток тренажера) для упражнения в вертикальной плоскости (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость энергозатрат при движении рукояток тренажера и рук от прижимного усилия

| Прижимное усилие (N), н | 0 | 30 | 70 | 120 | 180 | 240 | 320 | 400 | 500 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Энергозатраты (E), дж | 30,46 | 30,86 | 33,38 | 36,30 | 39,87 | 44,63 | 50,08 | 61,07 | 73,48 |

Изучив энергозатраты, а следовательно и мощность нагрузок, при девяти прижимных усилиях мы перешли к **третьему этапу** нашего исследования. Его задачей стало определение мощности I и II нагрузок для оценки физической работоспособности с помощью тренажера «Бизон-1». С этой целью изучалась реакция организма на работу при различных вариантах прижимного усилия. Испытуемым предлагалось девять нагрузок (0–500 ньютон) продолжительностью работы при каждом прижимном усилии по 5 минут. Работа выполнялась со скоростью 60 сгибательно-разгибательных движений в минуту, в вертикальной плоскости, после

чего измерялся пульс. Прирост пульса на нагрузку при первых 2 прижимных усилиях (0 и 30 ньютон) оказался незначительным (8–10 уд/мин). Более высокими его значения были при 3-м прижимном усилии (70 ньютон) – $29,1 \pm 17,9$ уд/мин. Это прижимное усилие и явилось мощностью I нагрузки – 33,380 джоулей. Мощность второй нагрузки выбиралась с учетом прироста показателей пульса, а также возможности выполнять работу в течение 5 минут. Она установлена при 5 прижимном усилии (180 ньютон) и соответствует 39,866 джоулей, так как при увеличении нагрузки исследуемый не может продолжать работу в течение 5 минут. Прирост пульса при данной мощности составил в среднем $45,2 \pm 11,5$ уд/мин.

Целью **четвертого этапа** стало определение корреляционной зависимости между физической работоспособностью, найденной при работе на велоэргометре и тренажере «Бизон-1».

Вначале физическая работоспособность определялась на велоэргометре, по методике Карпмана (2 нагрузки длительностью по 5 минут, мощностью 1 Вт/кг и 2 Вт/кг, с 3-минутным интервалом для отдыха) [4].

Затем физическая работоспособность определялась, с использованием тренажера «Бизон-1» (за основу была взята та же методика). Обследуемые выполняли две нагрузки по 5 минут, с интервалом отдыха между ними 3 минуты. Упражнение выполнялось в вертикальной плоскости со скоростью 60 сгибательно-разгибательных движений в минуту. Мощность I и II нагрузок составила 33,4 Вт и 39,9 Вт соответственно. Измерение показателей сердечно-сосудистой системы происходило так же, как при тестировании на велоэргометре.

Было обследовано 17 здоровых юношей. Возраст в группе в среднем составил $17,5 \pm 0,8$ лет. Средние показатели веса и роста составили $68,8 \pm 9,8$ кг и $176,2 \pm 7,8$ см соответственно. Динамометрия правой кисти составила $51,8 \pm 7,2$ кг, левой – $49,4 \pm 7,8$ кг.

Прирост пульса после первой нагрузки на велоэргометре оказался несколько выше, чем после работы выполненной при помощи «Бизон-1» – $35,7 \pm 12,6$ уд/мин и $28,7 \pm 16,7$ уд/мин соответственно. После второй нагрузки, прирост пульса при работе на велоэргометре увеличился на $54,4 \pm 16$ уд/мин. Прирост же пульса при тестировании на тренажере «Бизон-1» составил $22,2 \pm 10,5$ уд/мин (таблица 2).

БИОМЕХАНИКА В СПОРТЕ

Таблица 2 – Показатели пульса в покое и после нагрузки, при работе на велоэргометре и Бизон-1 ($\bar{X} \pm \delta$)

| Тренажеры | Показатели | $X \pm \delta$ |
|--------------|-----------------------|----------------|
| Велоэргометр | ЧСС в покое | 74,9±9,3 |
| | ЧСС после I нагрузки | 110,6±16,9 |
| | ЧСС после II нагрузки | 165±19,6 |
| Бизон-1 | ЧСС в покое | 73,8±7,4 |
| | ЧСС после I нагрузки | 102,4±15,8 |
| | ЧСС после II нагрузки | 124,6±26,3 |

Физическая работоспособность юношей, определенная на велоэргометре и тренажере «Бизон-1» также отличалась: 148,8±34,6 Вт и 120,9±45,8 Вт соответственно.

Цифровые данные зависимости пульса и нагрузки (полученные при тестировании на велоэргометре и тренажере «Бизон-1») послужили основой для расчета данных PWC_{170} , которые и были представлены в виде зависимости от массы человека, производившего эти действия. Но графическая кривая прерывиста и не позволяет произвести математически корректное сравнение результатов. Для этого были выполнены интерполяции зависимости PWC_{170} от массы M , на всю непрерывную область допустимых на опыте ее значений. Параметр x в расчетах и представляет такой непрерывно изменяющийся параметр, аналогичный экспериментально измеряемой массе M . Интерполяция выполнялась по стандартной схеме кубической интерполяции. Ее некоторая неустойчивость на концах отрезка, не должна помешать объективности предполагаемого сравнения.

Полученные интерполяционные кривые зависимостей PWC_{170} от массы M (для велоэргометрического тестирования и тестирования на тренажере «Бизон-1») имеют ярко выраженные максимумы и минимумы при одних и тех же примерно значениях M (рисунок 3).

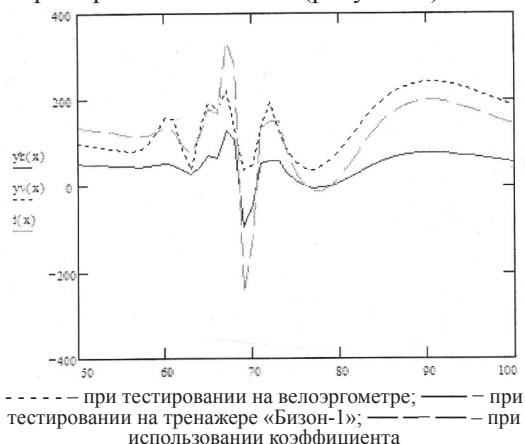


Рисунок 3 – Интерполяционные кривые зависимостей PWC_{170} от массы тела

Это позволяет утверждать, что между приводимыми зависимостями существует простейшая корреляция, достигаемая уже путем введения постоянного коэффициента. За основу аппроксимации такого рода избирается интерполяционная функция PWC для тренажера «Бизон-1». Искомую аппроксимацию функции PWC_{170} для велотренажера станем искать в виде:

$$PWC_v = k PWC_b.$$

Таким образом, было определено искомое значение коэффициента – $k=1,24$.

Графическое изображение зависимостей PWC_{170} от массы тела (рисунок 3) показывает, что принципиальное совпадение кривых весьма хорошее, что позволяет предположить о действительном наличии линейной корреляции PWC_{170} в обоих рассматриваемых случаях.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Показатели физической работоспособности, определенной при помощи велоэргометра и тренажера «Бизон-1», находятся в линейной корреляционной связи через постоянный аппроксимационный коэффициент ($k=1,24$).

2. Портативный фрикционный тренажер «Бизон-1» возможно использовать для определения физической работоспособности. При этом мощность I нагрузки должна соответствовать 33,4 Вт, мощность II нагрузки – 39,9 Вт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амосов, Н.М. Физическая активность и сердце / Н.М. Амосов, Я.А. Бендет. – Киев: Здоров'я, 1989. – 216 с.
2. Афанасьев, П.А. Школа йоги: восточные методы психофизического самосовершенствования / П.А. Афанасьев. – Минск: Полымя, 1991. – 155 с.
3. Билич, Г.Л. Основы валеологии / Г.Л. Билич, Л.В. Назарова. – СПб.: Водолей, 1998. – 560 с.
4. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, Э.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
5. Медицинское обеспечение оздоровительной физкультуры: метод. пособие / сост. Е.А. Лосицкий, Г.А. Боник. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 80 с.
6. Садовникова, В.В. Валеологические беседы: метод. рекомендации / В.В. Садовникова. – Минск: БГУ, 2002. – 35 с.
7. Боник, Г.А. Определение медицинской группы учащимся и студентам для организации проведения занятий по физическому воспитанию: метод. рекомендации / Г.А. Боник, С.М. Березовская; М-во спорта и

БИОМЕХАНИКА В СПОРТЕ

туризма Респ. Беларусь, М-во здравоохр. Респ. Беларусь, Респ. диспансер спорт. медицины. – Минск, 1999. – 27 с.

8. Физическое воспитание студентов, имеющих отклонения в состоянии здоровья: учеб. пособие / под общ. ред. В.В. Тимошенкова, С.Н. Богданова, Ю.Т. Жуковского. – Минск: Учебно-методический центр Министерства сельского хозяйства Республики Беларусь, 1995. – 139 с.

9. Шить, Р.И. Определение энергетических и силовых характеристик тренажера «Бизон-1» / Р.И. Шить, Н.Б. Сотский // Мир спорта. – 2002. – № 3–4. – С. 38–40.

10. Шить, Р.И. Энергетические аспекты использования фрикционного тренажера «Бизон-1» при выполнении тренировочных движений / Р.И. Шить, Н.Б. Сотский // Мир спорта. – 2004. – № 2. – С. 80–82.

14.11.08

*Бориц М.К., Михеев А.А., д-р пед. наук, д-р биол. наук, доцент
(НИИ физической культуры и спорта Республики Беларусь, Минск)*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА МЕХАНИЧЕСКОЙ ВИБРОМИОСТИМУЛЯЦИИ НА ОСНОВЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ СПОРТСМЕНОВ-ПАРАЛИМПИЙЦЕВ С ГЛУБОКИМ НАРУШЕНИЕМ ЗРЕНИЯ

Проведено экспериментальное исследование с целью обоснования метода вибрационной тренировки для ускоренного развития физических качеств высококвалифицированных спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения. Дозированная вибрационная тренировка при частоте вибрации 28–30 Гц, амплитуде 4 мм и продолжительности воздействия не более 7 минут за одну стимуляцию, 21 минуты за три серии и 63 минут за шесть серий стимуляций может быть предложена в качестве альтернативы упражнениям с отягощениями и традиционным упражнениям для развития гибкости, подвижности в суставах.

An experimental research to substantiate a method of vibratory training aimed at accelerated development of physical qualities of elite Paralympic athletes with severe vision disturbances was carried out. The dosed out vibratory training with vibration frequency 28–30 Hz, amplitude of 4 mm and coercion duration not more than 7 minutes for one stimulation, 21 minutes for three series and 63 minutes for six series of stimulations can be offered as an alternative to exercises with additional loads and to traditional exercises for joints flexibility and mobility improvement.

В настоящее время соревновательные результаты спортсменов-паралимпийцев с глубоким нарушением зрения в некоторых видах спорта приближаются к результатам в традиционных олимпийских дисциплинах. Для достижения рекордных результатов необходимо постоянно повышать тренировочные нагрузки. Спортсмены-инвалиды по зрению, балансируя на грани риска, в своей тренировке вынуждены применять отягощения, которые могут вызвать ухудшение здоровья, например, отслоение сетчатки глаза. В связи с этим весьма актуальной является проблема исследования альтернативных 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 [1–4, 5–9].

Цель исследования

Целью настоящего исследования явилось экспериментальное обоснование эффективности метода вибрационной тренировки для ускоренного развития физических качеств высококва-