
УДК 796.012
ББК 75.0
Ч 93

В.Е. Чурсинов

Доктор педагогических наук, профессор кафедры биомеханики и спортивных дисциплин Института физической культуры и дзюдо Адыгейского государственного университета; р.т. (8772) 59-39-74

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ЗАВИСИМОСТИ «НАГРУЗКА — УСТУПАЮЩИЙ ИМПУЛЬС СИЛЫ» В УДАРНО-ИЗОТОНИЧЕСКОМ И УДАРНО- ИЗОКИНЕТИЧЕСКОМ РЕЖИМАХ РАБОТЫ МЫШЦ

(Рецензирована)

Аннотация. Эксцентричное обучение в изотоническом и изокинетическом режимах — уникальная форма внешнего сопротивления для процесса обучения и тренировки, которая создается на оригинальном тренажерном комплексе. Данное исследование выполнено с целью выявления специфических особенностей зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы мышечного растяжения», скелетных мышц человека на примере силовых упражнений в РМ-спорте в ударно-изокинетическом и ударно-изотоническом режимах мышечного сокращения. Впервые определена прямо пропорциональная зависимость между величиной нагрузки и импульсом уступающей силы (с увеличением величины нагрузки увеличивается импульс уступающей силы) в соревновательном спортивном упражнении в ударно-изотоническом и ударно-изокинетическом режимах. Впервые проведен сравнительный анализ зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы» в ударно-изотоническом и ударно-изокинетическом режимах работы мышц в соревновательном упражнении.

Ключевые слова: зависимость «нагрузка — импульс уступающей силы», изотонический и изокинетический режим работы, уступающий и преодолевающий режимы работы мышц, ударный (РМпающее-преодолевающий), ударно-изотонический и ударно-изокинетический.

V.E. Chursinov

Doctor of Pedagogy, Professor of the Department of Biomechanics and Sports Disciplines, Institute of Physical Training and Judo, Adyge State University; ph.: (8772) 59-39-74

DEFINITION OF THE TYPE OF THE “LOADING — YIELDING FORCE IMPULSE” DEPENDENCE IN SHOCK — ISOTONIC AND SHOCK — ISOKINETIC MODES OF MUSCLE OPERATION

Abstract. Excentric training in isotonic and isokinetic modes is a unique form of external resistance for learning and training which is created by using an original training complex. This research is made to detect specific features of the dependence of “loading — a yielding force impulse of muscle pull” and skeletal muscles of the person using an example of power exercises in an automated workplace sports in shock — isokinetic and shock — isotonic modes of muscular contraction. The directly-proportional dependence between the size of loading and an impulse of yielding force (with increasing size of loading the impulse of yielding force increases) in competitive sports exercise in shock — isotonic and shock — isokinetic modes was defined for the first time. Also a comparative analysis of the “loading — a yielding force

impulse" dependence in shock — isotonic and shock — isokinetic modes of muscle operation in competitive exercises was made for the first time.

Keywords: the "loading — a yielding force impulse" dependence, the isotonic and isokinetic operating mode, yielding and overcoming operating modes of muscles, shock (yielding-overcoming), shock — isotonic and shock — isokinetic modes.

Актуальность. Способность накапливать эластическую энергию в мышцах определяется зависимостью «сила-длина параллельного упругого элемента». Количественные оценки позволяют отследить динамику развития скоростно-силовых свойств мышц и в случае необходимости внести целенаправленные коррекции в тренировочный процесс. Уступающий режим работы мышц — развитие мышечного усилия, при котором мышца удлиняется, часто упоминается как уступающая, отрицательная работа. Он относится к динамическим методам тренировки.

Многие бытовые и соревновательные упражнения включают в себя эксцентрическое действие мышц. Практические примеры эксцентрического действия мышц мы ощущаем в быту при спуске по лестнице или при выполнении опускания какого-либо предмета или ребенка.

Эксцентрическая (уступающая) работа мышц происходит также при выполнении соревновательных упражнений в ту фазу упражнения, когда поднятый вес необходимо опустить или в конце выполнения упражнения. Техника многих спортивных упражнений предполагает выполнение первой фазы в эксцентрическом режиме работы мышц (уступающем) с последующей концентрической работой «отведение-бросок», «замах-удар» и др.

Исследования А. Хилла [1], В.М. Зациорского [2], Б.И. Прилуцкого [3], В.Б. Коренберга [4] показали, что для эксцентрического режима сокращения мышц зависимость силы тяги мышц от скорости растяжения носит иной характер, чем в преодолевающем режиме. Повышение скорости растяжения мышцы приводит к увеличению силы, развиваемой мышцей. Это относится к изотоническому режиму работы мышц. Преимущество уступающего режима заключается в том, что энергетическая стоимость работы при опускании

груза (пассивная работа) для организма значительно меньше, чем при поднимании груза (активная работа). А. Bethe (1929) было показано (Ю.В. Верхошанский), что сила, которую мышца развивают при максимальном сокращении, как правило, значительно меньше силы сопротивления, которое сокращенная мышца оказывает растягиванию, в целом в 1,2-1,6 раза.

Аналогично эффективность уступающего режима рассматривается и в изокинетическом режиме, что подтверждается электромиографическими исследованиями, которые указывают на меньшее количество моторных единиц, активизированных в течение эксцентричного действия мускула [5, 6, 7]. Если мышца при сокращении имеет возможность укоротиться и выполнить работу в изотоническом режиме, то общее количество выделенной энергии больше, чем при изометрическом сокращении. Если же мышца удлиняется, энергии выделяется меньше, чем при изометрии [1, 8, 9, 10, 11]. Однако следует подчеркнуть, что рассмотренные выше преимущества уступающей работы проявляются только в медленных движениях с большим отягощением. Поэтому нерезонно связывать с этими преимуществами возможность приобретения способности к быстрым и мощным движениям при преодолевающей работе.

Отмечено, что чем тренированней спортсмен, тем точнее и полнее использует рефлекторное напряжение мышц, возникающее по ходу выполнения ими уступающей работы.

Накапливать кинетическую энергию после изокинетической работы позволяет устройство, разработанное в СССР [1], приоритет 1980. Аккумулированную энергию можно использовать для уступающей работы мышц. При этом ее количество соответствует индивидуальным возможностям спортсмена на данный момент времени

выполнения. Исокинетический режим работы мышц создается только изокинетическими тренажерами. Позднее в мире появились изокинетические динамометры, позволяющие осуществлять упражнения в уступающем (eccentric) режиме (Kin-Com, Cybex, Biodex).

Идею сочетания уступающего режима работы мышц с преодолевающим изокинетическим режимом работы мышц предложил В.Е. Чурсинов. Им же предложено устройство, позволяющее это осуществлять. Автор назвал этот метод ударно-изокинетическим, чтобы отличать этот метод от известного ударного, точнее ударно-изотонического. Упругий компонент способен хранить энергию в течение эксцентрического действия мускула, которое может использоваться в последующем преодолевающем действии. Им же получены первые положительные результаты по использованию ударно-изокинетического режима мышечной активности [13, 14]. Как отмечено выше, некоторые isokinetic динамометры оборудованы двигателями, которые производят силы, которые могут удлинить мышцы и таким образом произвести измеримое эксцентрическое действие мышц. Несколько исследований сообщили в естественных условиях isokinetic об эксцентричных отношениях скорости — силы [7, 11, 15].

Эксцентричная тренировка в изокинетическом режиме — уникальная форма сопротивления, которая отличается от концентрического обучения. Вклад от упругого компонента во время эксцентрических действий мышц учитывает более действенные максимальные сокращения, чем концентрическое действие мышц. Кроме того, меньшее количество энергии использовано, чтобы переместить тот же самый груз, который делает эксцентричные действия мускула более эффективными, чем концентрические. Сочетание уступающего режима работы мышц с преодолевающим изотонического характера в одном упражнении предложил Ю.В. Верхошанский. Он назвал его ударным и доказал его эффективность в ряде скоростно-силовых упражнений. На

эффективность эксцентричного обучения в изокинетическом режиме указывали в 1991 г. [15]. Другими учеными показано, что достоверные изменения происходят после 8 недель тренировки [6]. Ими же отмечена специфичность прироста силы в тренируемых режимах: концентрическое обучение, эксцентричное обучение.

Концепция специфики обучения стала все более и более важной. Специфика обучения относится к использованию режима работы мышц в течение обучения и к процедуре тестирования в оценке результатов исследования. Если концентрическое действие мышц следует немедленно за эксцентричным, то потенциальная энергия, запасенная в течение удлинения мышц, может использоваться, чтобы обеспечить более эффективное сокращение работающих мышц. На более действенное преодолевающее сокращение мышц после уступающей работы в англоязычной литературе известно как plyometric, т.е. суммирование концентрического действия мускула с запасенной энергией (plyometric effect).

Выбор характера и величины тренировочной нагрузки в эксцентрической работе мышц имеет важное значение для эффективной тренировки, а также для последующей концентрической работы. В качестве оценки эффективности силовой тренировки специалисты считают уровень проявления импульса силы [Ю.В. Верхошанский, 1977] после рассматриваемых тренировочных воздействий (изокинетического и ударно-изокинетического). Процесс повышения спортивного мастерства характеризуется проявлением усилия во времени и обеспечивается динамикой роста импульса преодолевающей силы в ряде видов спорта.

Попытки разобраться в причинах изменений, происходящих в ответ на то или иное тренировочное воздействие, предпринимались неоднократно [Ю.В. Верхошанский, 1968, 1977; И.П. Ратов, 1972; А.М. Доронин, 1999; Ю.Т. Черкесов, 1993; В.Е. Чурсинов, 1993, 2001; А.И. Нетреба, 2007; J.J. Perrine, V.R. Edgerton, 1976] и др. Зарегистрированные при выполнении

физических упражнений механические параметры лишь косвенно отражают скоростно-силовые свойства мышц, так как на них влияют мотивация, условия проведения и длительность тестирования, обученность контингента (т.е. умение реализовать свой моторный потенциал), индивидуальная техника, реактивные силы, геометрия масс тела, анатомические особенности двигательного аппарата. Поэтому по результатам тестирования можно судить только о скоростно-силовых проявлениях мышц.

Важно сравнивать уступающую и преодолевающую работу мышц, чтобы понять уникальные выгоды от уступающей тренировки, а также то, как влияет уступающая тренировка на последующую преодолевающую, на эффективность упругого компонента мышц.

Цель работы. Выявление специфических особенностей зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы мышечного растяжения», скелетных мышц человека на примере силовых упражнений в армспорте в ударно-изокинетическом и ударно-изотоническом режимах мышечного сокращения.

Гипотеза. Мы предполагаем, что уступающий импульс силы мышечного растяжения будет выше в ударно-изокинетическом режиме в сравнении с ударно-изотоническим, что позволяет прогнозировать больший тренирующий эффект в ударно-изокинетическом режиме с максимальной массой груза.

Объект исследования. Механика мышечного сокращения.

Предмет исследования. Вид зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы» в ударно-изотоническом и ударно-изокинетическом режимах работы мышц в соревновательном упражнении.

Новизна. Впервые определена прямо пропорциональная зависимость между величиной нагрузки и импульсом уступающей силы (с увеличением величины нагрузки увеличивается импульс уступающей силы) в соревновательном спортивном упражнении в ударно-изотоническом и ударно-изокинетическом режимах. Впервые

проведен сравнительный анализ зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы» в ударно-изотоническом и ударно-изокинетическом режимах работы мышц в соревновательном упражнении.

Практическая значимость. Использование полученных знаний позволит существенно расширить возможности тренировки и анализа силовых возможностей мышц в широком диапазоне уступающей работы мышц и ее влияние на преодолевающую.

Научная значимость: результаты исследования значительно расширяют современные представления о специфичности адаптационных реакций нервно-мышечной системы человека в широком диапазоне двигательной активности.

Задачи исследования:

1. Определить вид зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы», построить график зависимости уступающего импульса силы мышц от величины нагрузки в соревновательном упражнении из РМ-спорта в ударно-изотоническом режиме.

2. Определить вид зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы», построить график зависимости импульса уступающей силы мышц от величины нагрузки в соревновательном упражнении из армспорта в ударно-изокинетическом режиме.

3. Сравнить, как влияет изменение зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы» в ударно-изокинетическом режиме в сравнении с ударно-изотоническим режимом в изучаемом упражнении.

Методика и организация исследования: для проведения исследования было использовано изобретение В.Е. Чурсинова (рис. 1), позволяющее создавать мышцам спортсмена нагрузку в следующих режимах:

1. Изотоническом — рычаги с грузами не поднимаются, устройство работает как инерционный маховик, упражнения выполняется сериями. Выполняется преодолевающая работа в изотоническом режиме, затем в момент остановки запасенная кинетиче-

ская энергия устройства создает уступающий режим для работающих мышц (ударно-изотонический). Регистрируется сила во времени, рассчитывается уступающий импульс силы.

2. Изокинетическом — так же, как в изотоническом, только рычаги с грузами разбрасываются. Упражнения осуществляется сериями. Выполняется преодолевающая работа в изокинетическом режиме, затем в момент остановки запасенная кинетическая энергия устройства создает уступающий режим для работающих мышц (ударно-изокинетический). Регистрируется сила во времени, рассчитывается уступающий импульс силы.

Исследование проводилось в лаборатории биомеханики института физической культуры и дзюдо АГУ. В эксперименте участвовал спортсмен высокой квалификации — мастер спорта. Комплексная методика предполагала использование компьютерной программы LAB WIEV для обработки информации с регистрирующих устройств.

Изучалась только уступающая работа после первого преодолевающего движения. Уступающий импульс силы рассчитывался компьютерной программой. Анализ проводился по среднеарифметическому показателю в 15 попытках.

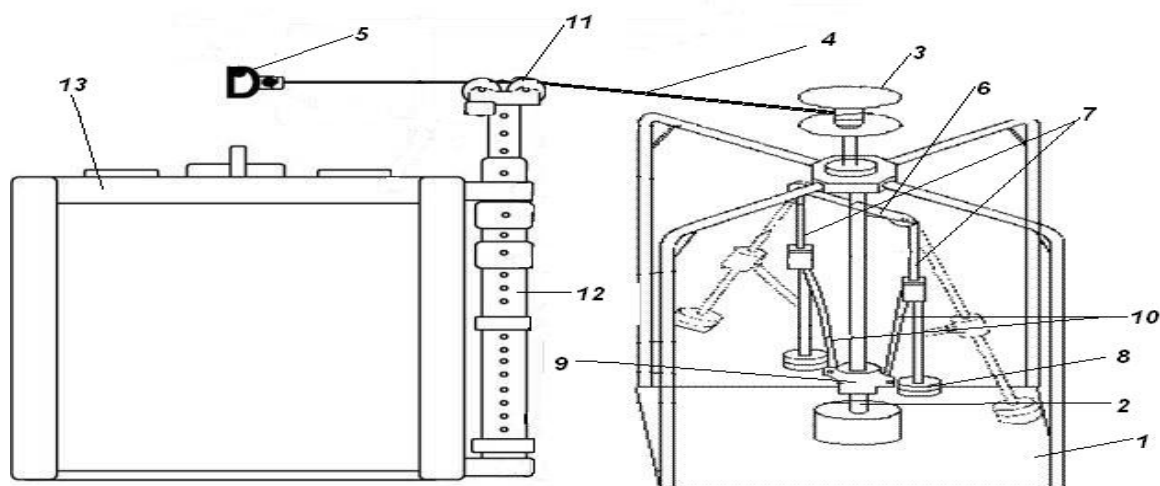


Рис. 1. Измерительно-тренировочный тренажерный комплекс (а. с. 961724) В.Е. Чурсинова.

- 1 — рама; 2 — вал; 3 — барабан; 4 — трос; 5 — ручка; 6 — ось;
7 — рычаги с грузами; 8 — грузы; 9 — муфта; 10 — рычаги;
11 — ролики; 12 — стойка; 13 — стол для АРМ-спорта).

Результаты исследования представлены на рисунке 2 и таблице 1.

Мы повторили исследования Лауреата Нобелевской премии А.В. Хилла. Отличие заключается в том, что он провел исследование в изотоническом режиме, а мы еще в изокинетическом, ударно-изокинетическом режиме и ударно-изотоническом режиме. Наше исследование отличается также тем, что оно проведено на соревновательном упражнении. В данной работе рассматривается зависимость «нагрузка — уступающий импульс силы» и его изменение под действием четырех масс грузов (рис. 2, табл. 1). Величина на-

грузки в обоих случаях увеличивалась путем размещения на рычагах устройства по два груза одинаковой массы несколько раз. Первое значение — это масса неотягощенного устройства, 2 — один груз на каждом рычаге; 3 — два груза на каждом рычаге; 4 — три груза на каждом рычаге. Все грузы одинаковой массы. Выполнение возвратно-поступательных движений позволяет сочетать в одном упражнении ударный режим, т.е. уступающее преодолевающий режим работы мышц. Вначале уступающий и затем преодолевающий: ударно-изокинетический или ударно-изотонический.

Таблица №1.

Результаты исследования зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы» в ударно-изокинетическом и ударно-изотоническом режиме работы мышц

Режим	Уступающий импульс силы ($M \pm \sigma$) n=15			
	Без груза	1 груз	2 груза	3 груза
Ударно-изотонический режим	14,7648 5,2817868	21,37539 6,166785	28,43833 9,309668	31,07864 7,19823
Ударно-изокинетический режим	30,57985 20,7162369	62,0048525 29,7515889	181,124 51,27945	186,8291 31,07111

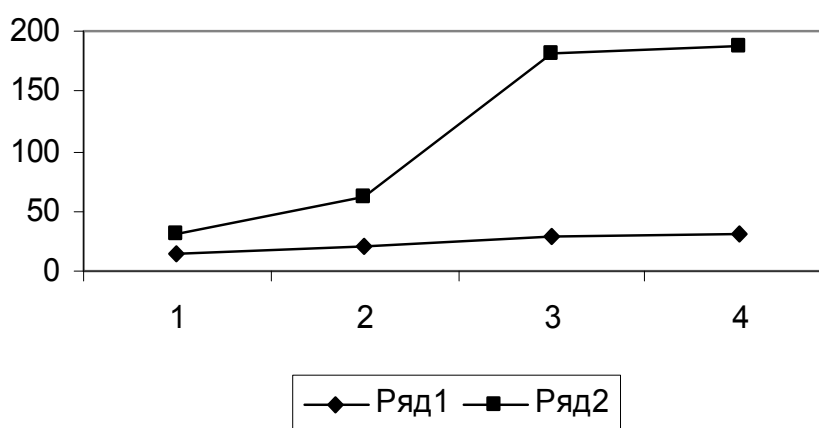


Рис.2. График зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы».

По абсциссе масса грузов: 1 — неотягощенное устройство;

2 — один груз на каждом рычаге; 3 — два груза на каждом рычаге;

4 — три груза на каждом рычаге. По ординате импульс силы (Нс).

Ряд 1. — ударно-изотонический режим; ряд 2. — ударно-изокинетический режим.

Результаты исследования зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы»

в ударно-изокинетическом режиме

Импульс силы при выполнении экспериментального упражнения на неотяжеленном устройстве в уступающем режиме равен 30,58 Нс.

При увеличении массы грузов на один на каждом рычаге значение импульса силы увеличивается на 31,43 (Нс) или 103%. При увеличении массы грузов на два у каждого рычага значение импульса силы увеличивается на 150 (Нс) или 492% в сравнении с неотяжеленным устройством. При увеличении массы грузов на три у каждого рычага значение импульса силы увеличивается на 156,1(Нс) или 511% в сравнении с неотяжеленным устройством.

При сравнении импульса силы, полученном на устройстве, отяжелен-

ном одним грузом на каждом рычаге со средним значением импульса силы, созданном на устройстве, отяжеленном двумя грузами, импульс силы выше при взаимодействии с устройством, отягощенным двумя грузами на 119 Нс или 192%.

При сравнении импульса силы, полученного на устройстве, отяжеленном одним грузом на каждом рычаге со средним значением импульса силы, созданном на устройстве, отяжеленном тремя грузами, импульс силы выше при взаимодействии с устройством, отягощенном тремя грузами на 124 Нс или 201%.

При сравнении импульса силы, полученном на устройстве, отяжеленном двумя грузами на каждом рычаге со средним значением импульса силы, созданном на устройстве, отяжеленном тремя грузами, получаем, что импульс

силы выше при взаимодействии с устройством, отягощенным тремя грузами, на 5,7 Нс или 3,1%.

С ростом величины нагрузки в ударно — изокINETическом режиме увеличивается значение импульса силы, но происходит это неравномерно. Нагрузка в два груза на каждом рычаге является оптимальной для данного спортсмена. Увеличение нагрузки до трех грузов (50%) ведет к увеличению уступающего импульса силы всего на 3,1%.

Результаты исследования зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы»

в ударно-изотоническом режиме

С ростом величины нагрузки в ударно-изотоническом режиме увеличивается значение уступающего (eccentric) импульса силы на неотягощенном устройстве, отягощенном одним, двумя и тремя грузами.

Уступающий импульс силы при выполнении экспериментального упражнения на неотягощенном устройстве равен 14,7648 Нс.

При увеличении массы грузов на один каждого рычага значение уступающего импульса силы увеличивается на 6,61 (Нс) или 44,8%. При увеличении массы грузов на два у каждого рычага значение импульса уступающей силы увеличивается на 13,67 (Нс) или 92,6% в сравнении с неотягощенным устройством. При увеличении массы грузов на три у каждого рычага значение импульса уступающей силы увеличивается на 16,31(Нс) или 110% в сравнении с неотягощенным устройством.

При сравнении уступающего импульса силы, полученном на устройстве, отягощенном одним грузом на каждом рычаге, со средним значением импульса уступающей силы, созданном на устройстве, отягощенном двумя грузами, уступающий импульс силы выше при взаимодействии с устройством, отягощенным двумя грузами, на 7,06 Нс или 33%.

При сравнении уступающего импульса силы, полученном на устрой-

стве, отягощенном одним грузом на каждом рычаге со средним значением уступающего импульса силы, созданном на устройстве, отягощенном тремя грузами, импульс уступающей силы выше при взаимодействии с устройством, отягощенным тремя грузами, на 9,7 нс, или 45,4%.

При сравнении импульса силы, полученного на устройстве, отягощенном двумя грузами на каждом рычаге со средним значением импульса силы, созданном на устройстве, отягощенном тремя грузами, импульс силы выше при взаимодействии с устройством, отягощенном тремя грузами, на 2,64 Нс или 9,3%.

С ростом величины нагрузки в ударно-изотоническом режиме увеличение значения импульса силы происходит практически равномерно, кроме случая с тремя грузами на каждом рычаге, где увеличение замедляется.

Результаты сравнительного исследования зависимости «нагрузка — уступающий импульс силы» в ударно-изокINETическом и ударно-изотоническом режиме работы мышц

Импульс уступающей силы в ударно-изокINETическом режиме работы мышц ($30,58 \pm 19$) в сравнении с ударно-изотоническим режимом ($14,76 \pm 5,28$) в соревновательном упражнении с одинаковой нагрузкой, обеспечиваемой неотягощенным состоянием устройства, больше на 15,52 Нс, что составляет 107%.

Импульс уступающей силы в ударно-изокINETическом режиме работы мышц ($62 \pm 29,75$) в сравнении с ударно-изотоническим режимом ($21,38 \pm 6,16$) в соревновательном упражнении с одинаковой нагрузкой, обеспечиваемой отягощенным одним грузом устройства, больше на 40,63 Нс, что составляет 190%.

Импульс уступающей силы в ударно-изокINETическом режиме работы мышц ($181,124 \pm 5,057$) в сравнении с ударно-изотоническим режимом ($28,44 \pm 9,3$) в соревновательном упражнении с одинаковой нагрузкой,

обеспечиваемой отягощенным двумя грузами устройства, больше на 52,476 Нс, что составляет 377,53 %.

Импульс силы в уступающем режиме работы мышц в ударно-изокинетическом режиме ($186,8291 \pm 31,07$) в сравнении с ударно-изотоническим режимом ($31,08 \pm 7,2$) в соревновательном упражнении с одинаковой нагрузкой, обеспечиваемой отягощенным тремя грузами устройства, больше на 152,67 Нс, что составляет 537%.

Выводы

1. Эксцентричное обучение в изотоническом и изокинетическом режимах — уникальная форма внешнего сопротивления для процесса обучения и тренировки, которая создается на оригинальном тренажерном комплексе.

2. С ростом величины нагрузки в ударно-изотоническом режиме увеличивается значение уступающего импульса силы (eccentric) на неотяжленном устройстве, отяжленном одним, двумя и тремя грузами. Динамика увеличения относительно неотяжленного устройства составляет 44,8 %; 92,6%; 110%. Темпы прироста с увеличением тренировочной нагрузки выглядят следующим образом: 144,8%; 133%; 109,3%.

3. С ростом величины нагрузки в ударно-изокинетическом режиме уве-

личивается значение уступающего импульса силы (eccentric) на неотяжленном, отяжленном одним, двумя и тремя грузами на каждом рычаге. Динамика увеличения относительно неотяжленного устройства составляет: 103%; 492 %; 511%. Темпы прироста с увеличением тренировочной нагрузки выглядят следующим образом 203%; 392%; 103,1%.

4. Импульс силы на неотяжленном устройстве в ударно-изокинетическом режиме больше, чем в ударно-изотоническом, на 15,52 Нс или на 107%, на отяжленном одним грузом — на 40,63Нс или 190%; на отяжленном двумя грузами на — 52,476 Нс, что составляет 377,53 %; на отяжленном тремя грузами — 152,67 Нс, что составляет 537 %.

5. Величина уступающего импульса силы (эффективность упругого компонента) значительно выше в ударно-изокинетическом режиме. Она характеризует управляющие воздействия на длину мышцы, от которой зависит импульс силы в преодолевающем режиме. Поэтому можно сказать, что ударно-изокинетический режим создает более благоприятные условия для проявления импульса силы в преодолевающем режиме.

Примечания:

1. Hill A.V. The heat of shortening and dynamic constants of muscle // Proc. Roy. Soc., 1938, Vol. 126 B, P. 136-195.

2. Зацюрский В.М., Донской Д.Д. Биомеханика: учебник для институтов физической культуры. М.: ФиС, 1979.

3. Прилуцкий Б.И. Уступающий режим активности мышц при локомоциях человека: автореф. Дис. ... канд. Биол. Наук. Рига, 1990. 24 с.

4. Коренберг В.Б. Основы спортивной кинезиологии: учеб. Пособие. М.: Сов. Спорт, 2005. 232 с.

5. Kibler W.B. Initial events in exercises-induced muscular injury // Medicine and Science in Sports and Exercise. 1990. N 22. P. 429-435.

6. Comparative study of isokinetic eccentric and concentric quadriceps training // Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy. 1991. N 14. P. 31-36.

7. Westing S.H., Cresswell A.G., Thorstensson A. Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension // European Journal of Applied Physiology. 1991. N 62. P. 104-108.

8. Abbott B., Bigland B. The physiological cost of negative work // Journal of Physiology. 1952. N 117. P. 380-390.

9. Astrand P.-O., Rodahl K. Textbook of work physiology. New York: McGraw-Hill, 1986.

10. Черкесов Ю.Т. Проблема и методические возможности детерминации режимов силового воздействия спортсменов с объектами управляемой предметной среды: автореф. Дис. ... д-ра пед. Наук. М., 1993. 62 с.

11. Eccentric and concentric torque-velocity characteristics of the quadriceps femoris

in man / S.H. Westing, J.Y. Seger, E. Karlson, B. Ekblom. *European // Journal of Applied Physiology*. 1988. N 58. P. 100-104.

12. А.с. 961724 СССР; МКИ А 63 В 69/16. Устройство для тренировки велосипедистов / В.Е. Чурсинов (СССР). №2875921/28-12; заявл. 28.01.80; опубл. 30.09.82, Бюл. №36. С. 26.

13. Чурсинов В.Е. Научно-теоретические и методические возможности адаптивного управления взаимодействием спортсмена с внешней предметной средой: автореф. Дис. ... д-ра пед. Наук. Майкоп, 2001. 50 с.

14. Чурсинов В.Е. Совершенствование метательных движений спортсмена с использованием специального тренажерного комплекса: автореф. Дис. ... канд. Пед. Наук. Майкоп, 1993. 21 с.

15. Ryan L.M., Magidow P.S., Duncan P.W. Velocity-specific and mode-specific effects of eccentric isokinetic training of the hamstrings // *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. 1991. N 13. P. 33-39.

References:

1. Hill A.V. The heat of shortening and dynamic constants of muscle // *Proc. Roy. Soc.*, 1938, Vol. 126 B, P. 136-195.

2. Zatsiorsky V.M. Donskoy D.D. *Biomechanics: a textbook for physical culture institutes*. M: FiS, 1979.

3. Prilutsky B.I. An inferior mode of muscles activity at person's locomotions: Dissertation abstract for the Candidate of Biology degree. Riga. 1990. 24 pp.

4. Korenberg V.B. *Fundamentals of sports kinesiology: a manual*. M.: Sov. sport, 2005. 232 pp.

5. Kibler W.B. Initial events in exercises-induced muscular injury // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1990. N 22. P. 429-435.

6. Comparative study of isokinetic eccentric and concentric quadriceps training // *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. 1991. N 14. P. 31-36.

7. Westing S.H., Cresswell A.G., Thorstensson A. Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension // *European Journal of Applied Physiology*. 1991. N 62. P. 104-108.

8. Abbott B., Bigland B. The physiological cost of negative work // *Journal of Physiology*. 1952. N 117. P. 380-390.

9. Astrand P.-O., Rodahl K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw-Hill, 1986.

10. TCherkesov Yu.T. The problem and methodological possibilities of determination of modes of power influence of athletes with the objects of the guiding subject environment: Dissertation abstract for the Dr. of Pedagogy degree. M., 1993. 62 pp.

11. Eccentric and concentric torque-velocity characteristics of the quadriceps femoris in man / S.H. Westing, J.Y. Seger, E. Karlson, B. Ekblom. *European//Journal of Applied Physiology*. 1988. N 58. P. 100-104.

12. А.с. 961724 USSR; МКИ А 63 В 69/16. The equipment for bicyclists training / V.E. Chursinov (USSR). No. 2875921/28-12; claiming 28.01.80; published on 30.09.82, Bulletin No. 36. P. 26.

13. Chursinov V.E. Scientific-theoretical and methodological possibilities of adaptive control of athlete's interaction with the external subject environment: Dissertation abstract for the Dr. of Pedagogy degree. Maikop, 2001. 50 pp.

14. Chursinov V.E. Improvement of athlete's throwing movements using a special training equipment complex: Dissertation abstract for the Candidate of Pedagogy degree. Maikop, 1993. 21 pp.

15. Ryan L.M., Magidow P.S., Duncan P.W. Velocity-specific and mode-specific effects of eccentric isokinetic training of the hamstrings // *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy*. 1991. N 13. P. 33-39.