

никова – М.: Физкультура и спорт, 1982. – 127 с.

2. Платонов, В.Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

3. Попов, В.Б. Прыжок в длину / В.Б. Попов. – М.: Физкультура и спорт, 1980. – 136 с.

4. Оганджанов, А.Л. Скоростные возможности прыгунов и их реализация в разбеге / А.Л. Оганджанов, Н.Н. Чесноков, Е.М. Тер–Ованесов // Теория и практика физической культуры. – 2003. – № 9. – С. 24–26.

5. Оганджанов, А.Л. Управление подготовкой квалифицированных легкоатлетов – прыгунов: монография / А.Л. Оганджанов. – Москва: Физическая культура, 2005. – 200 с.

6. Бобровник, В. Индивидуальные особенности соревновательной деятельности прыгунов в длину высокой квалификации / В.И. Бобровник // Физическое воспитание студентов творческих специальностей: сб. научных работ / под ред. С.С. Ермакова. – Харьков, 2003. – № 6. – С. 3 – 14.

7. Тер–Ованесян, А.А. Обучение в спорте / А.А. Тер–Ованесян, И.А. Тер–Ованесян. – М.: Советский спорт, 1992. – 192 с.

Сотский Николай Борисович

доцент, канд. пед. наук, заведующий кафедрой биомеханики учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

Сотский Тимофей Николаевич

студент учреждения образования «Белорусский государственный университет физической культуры»

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИЛ В ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СИЛЫ

Ключевые слова: силовая тренировка, механические силы, гравитация, упругость, трение, вязкость, инерция.

Силовая тренировка предполагает выполнение двигательных действий, направленных на изменение позы тренирующегося в условиях искусственно созданного сопротивления.

Для создания сопротивления чаще всего используются силы механического характера, имеющие различную природу. Это – силы тяжести, упругости, трения, сопротивления внешней среды, инерции [1]. Их использование для создания тренировочного сопротивления предполагает применение самых различных конструкторских решений от простейших вариантов, например, резинового жгута, до сложных механических устройств, позволяющих не только дозировать нагрузку, но и обеспечивать обратную связь с контролем правильности и напряженности выполнения двигательного задания.

В данной работе анализируются особенности и перспективы использования в технических устройствах физической культуры сил механического характера.

Сила тяжести. При выполнении упражнений, направленных на развитие силы, использование гравитации является традиционным способом создания тренировочного сопротивления. Основная особенность силы тяжести – это ее направленность вертикально вниз и прямо пропорциональная зависимость от массы поднимаемого отягощения.

Пространственная линейность данной силы часто требует дополнительных

приспособлений в виде блоков, позволяющих произвольно изменять направление обеспечиваемого сопротивления. Тем не менее, и в таких случаях сила взаимодействия устройства со звеньями тела спортсмена направлена вдоль троса и обеспечивает нагрузкой линейное или вращательное движение контактирующего с устройством звена, что ограничивает возможности тренировки мышц, отвечающих за выполнение пространственных движений биокинематических цепей тренирующегося.

В результате при силовой тренировке специального характера приходится разбивать упражнение на отдельные фрагменты и строить упражнение для каждого из них, что отрицательно сказывается на координации мышечных напряжений при выполнении целостного двигательного действия.

Другой проблемой использования гравитации для обеспечения тренировочной нагрузки является неконтролируемые инерционные силы, возникающие при ускоренном перемещении отягощения. При прямолинейном движении сила инерционного сопротивления определяется произведением массы перемещаемого груза на ускорение и, согласно специальным исследованиями [2], может составлять 100 и более процентов от силы тяжести. Например, при вертикальном подъеме отягощения массой 50 кг с ускорением 2 м/с^2 , сила сопротивления, возникающая при преодолении земного притяжения, составляет 490 н, а дополнительная инерционная составляющая – 100 н. Таким образом, полное усилие, которое обеспечивает тренирующийся, при выполнении ускоренного движения составляет 590 н.

Кроме этого, следует учитывать необходимость рассеивания потенциальной энергии, накапливаемой при подъеме отягощения, во время выполнения серии упражнений, что часто приводит к несоответствию нагрузки условиям работы мышц при выполнении конкретного двигательного действия и быстрому износу используемого тренажерного оборудования.

Таким образом, к достоинствам технических устройств, использующих гравитационные силы, можно отнести относительную их конструктивную простоту, эргономичность и простые методы регулировки усилия.

В качестве проблемных моментов можно рассматривать отсутствие возможности создавать нагрузку для сложных пространственных движений, неконтролируемую инерционность и необходимость рассеивания энергии, циркулирующей в ходе выполнения упражнений.

Силы инерции, как было указано, при анализе использования гравитационных сил определяются массой и ускорением перемещаемого груза. В случае прямолинейного (поступательного) движения последнего сила инерции определяется простым произведением массы на ускорение. Если же учитывать инерционные силы, возникающие при выполнении вращательных движений, в частности, при оценке суставного момента силы, то дело обстоит гораздо сложнее. В суставе возникает четыре вида инерционных сил инерции [3], три из которых образуют момент силы относительно оси сустава. Учет моментов инерционных сил является достаточно сложной задачей, основанной на материалах скоростной съемки [4], и прикладные моменты их учета в данное время далеки от совершенства.

Использование инерционных сил в качестве тренировочного сопротивления

в настоящее время является слабо контролируемым с объективной точки зрения процессом и чаще всего заключается в использовании соревновательных движений с дополнительными отягощениями. При этом параметры выполняемых движений чаще всего строятся на сходстве ощущений выполняемого упражнения и реального двигательного действия.

Кроме этого, при использовании инерционных сил возникает проблема рассеивания кинетической энергии, набираемой телом спортсмена и грузом при выполнении упражнения. Необходимость торможения указанных объектов часто приводит к нарушению структуры силового упражнения, существенно снижая его специфичность в отношении реальных двигательных действий.

Силы упругости подчиняются закону Гука, в соответствии с которым сила сопротивления, возникающая при деформации упругого тела, прямо пропорциональна ее величине. Иными словами, сила упругости носит переменный характер и достигает максимальных значений в конечной стадии упражнения. Такой характер зависимости усилия от перемещения места контакта устройства с телом спортсмена редко наблюдается при выполнении реальных двигательных действий, где максимальное усилие, как правило, развивается в начале движения. Поэтому упражнения, использующие преодоление силы упругости, чаще всего носят неспецифический (общий) характер.

Другие особенности использования упругости аналогичны уже упоминавшимся выше силам тяжести. Это пространственная линейность усилия сопротивления, не позволяющая обеспечить эффективной нагрузкой реальные пространственные движения тренирующегося, а также необходимость рассеивания энергии, запасаемой упругим элементом.

К достоинствам технических устройств, использующих для создания сопротивления силы упругости, несомненно относится небольшая материалоемкость и простота конструкции, а следовательно – и небольшая цена.

Силы сопротивления окружающей среды, как правило, определяются перемещением тела или его частей в водной или воздушной среде, или перекачиванием среды между специальными цилиндрами. Величина силы сопротивления, достаточной для создания тренировочной нагрузки, зависит от нескольких характеристик. Для перемещения тела в воде или в воздухе это скорость движения относительно среды, площадь сечения тела, перпендикулярная налетающему потоку, плотность среды и коэффициент, зависящий от формы тела. Следует иметь в виду, что зависимость от скорости самая существенная, поскольку имеет квадратичный характер, а из остальных перечисленных характеристик управлению может подлежать только площадь.

Использование сил сопротивления внешней среды имеет преимущества над традиционными силами (тяжести и упругости) в отношении инерционности и возможности рассеивания энергии, однако в существующих конструкциях они обеспечивают тренировочным сопротивлением только одну степень свободы звена тела тренирующегося, контактирующего с техническим устройством, что создает проблемы развития силы при выполнении сложных пространственных движений. Наиболее близкий характер сопротивления наблюдается в плавании и гребле, а эффективное поглощение энергии позволяет эффективно использовать такие устройства для оздоровительной тренировки.

Сила трения определяется силой прижатия скользящих относительно друг

друга поверхностей и их природой. Численно сила трения определяется произведением указанной силы на коэффициент трения и направлена противоположно сдвигающему усилию. Существует два случая проявления данной силы. Это трение покоя и трение – скольжения. В первом случае трение компенсирует сдвигающее усилие и, пока не началось скольжение, они равны по величине. Трение скольжения имеет несколько меньшую величину по сравнению с трением покоя и практически не зависит от величины перемещения и скорости. Следует отметить эффективное рассеивание энергии, поскольку она не накапливается, как в случае поднимаемого груза или упругого элемента, а в результате происходящей механической работы переходит в тепло.

Традиционно сила трения используется в таких популярных устройствах, как велоэргометры, но до настоящего времени была слабо представлена в конструкциях силовых тренажеров. Однако последние исследования, связанные с выдвиганием концепции создания фрикционных тренажеров со многими степенями [5, 6] свободы, позволили предложить силовые тренажеры, лишенные многих проблем, описанных выше.

К положительным свойствам таких устройств относится значительное снижение неконтролируемых инерционных сил, поскольку нагрузка здесь не определяется массой устройства, эффективное рассеивание энергии (перевод в тепловую форму), наличие максимальной нагрузки в начале выполнения движения (переход от трения покоя к трению скольжения) и, наконец, возможность создания пространственного поля фрикционного сопротивления (за счет использования шарнирных конструкций со многими степенями свободы).

Таким образом, анализ особенностей использования сил механического характера в традиционных технических устройствах для развития силовых возможностей человека позволил выявить основные системные проблемы, в числе которых:

- пространственная линейность силы сопротивления;
- неконтролируемая инерционность устройств, конструкция которых предполагает перемещение грузов, имеющих существенную массу;
- необходимость рассеивания энергии, циркулирующей в ходе выполнения упражнений для тренажеров, использующих в качестве сопротивления консервативные силы (гравитация, упругость).

Наиболее перспективным направлением развития в области силовых тренажеров, позволяющим в значительной мере устранить проблемы традиционных технических средств, представляется использование фрикционных тренажеров со многими степенями свободы, позволяющих образовывать трехмерные силовые поля сопротивления для эффективной тренировки мышц, отвечающих за сложные пространственные движения человека.

Список цитированных источников

1. Основы персональной тренировки / под ред. Р.В. Эрла, Т.Р. Бехеля: пер. с англ. И. Андреев. – Киев: Олимп. литература, 2011. – 724 с.
2. Якубович, С.К. Об инерционной составляющей силовой нагрузки при выполнении упражнений скоростно-силового характера / С.К. Якубович // Мир спорта. – 2013. – № 3. – С. 22–25.
3. Сотский, Н.Б. Биомеханика: учебник для студентов специальности «спорт.-пед. деятельность» / Н.Б. Сотский ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2005. – 192 с.
4. Сотский, Н.Б. Теоретические и экспериментальные основы разработки и производства фрикционных тренажеров со многими степенями свободы: мо-ногр. / Н.Б. Сотский. – Минск: БГУФК, 2016. – 198 с.