

В конце наших занятий по аутотренингу мы провели тесты повторно. В результате, у 90 % студентов показатели улучшились на 5–10 см в прыжках в длину с места, в беге на 60 м мы увидели улучшение показателей на 0,1–0,2 с.

Из опроса студентов: после аутотренинга было легко освоить упражнения по легкой атлетике, появилась заинтересованность в этой методике, поскольку умение управлять дыханием, мышечная релаксация приводят к улучшению не только показателей, но и самочувствия.

#### **Выводы:**

1. Аутотренинг – это метод мышечного расслабления, построенный на ярком, образном представлении заданного состояния организма человека.

2. По существу, все упражнения аутотренинга своей главной задачей ставят снятие внутреннего напряжения, освобождения от остаточных мышечных зажимов.

3. АТ позволяет смягчить негативное воздействие или полностью преодолеть такие факторы, как предстартовая лихорадка, невроз, скованность, комплекс неполноценности по отношению к противнику, страх перед выступлением, неумение до конца выложиться в решающий момент, снижение тонуса и концентрации при той или иной ситуации.

4. Важная особенность аутотренинга – это возможность использовать методику самостоятельно, формируя и видоизменяя программу упражнений в соответствии со своими потребностями.

1. Голубев, Р. А. Еще раз о спортивном аутотренинге / Р. А. Голубев. – Минск: Полымя, 1991. – 144 с.
2. Маклаков, А. Г. Общая психология / А. Г. Маклаков. – Питер, 2006. – 582 с.
3. Юшкевич, Т. П. Оздоровительный бег / Т. П. Юшкевич. – Минск: Полымя, 1985. – 111 с.
4. Юшкевич, Т. П. Дозированная ходьба и оздоровительный бег как средство укрепления здоровья человека / Т. П. Юшкевич. – Минск: Полымя, 1992. – 260 с.

## **О ПОКАЗАТЕЛЯХ БИОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИЛОВОЙ ТРЕНИРОВКИ**

*Сотский Н.Б.*, канд. пед. наук, доцент,

*Сотская Ж.В.*,

Белорусский государственный университет физической культуры,  
Республика Беларусь

Настоящая работа посвящена обсуждению биомеханических аспектов использования механических сил для создания тренировочного сопротивления в ходе силовой тренировки.

Если учесть тот факт, что силовые способности человеку нужны не в абстрактной форме, а применительно к определенной двигательной активности в спорте или в повседневной жизни, силовую тренировку и устройства для ее осуществления следует рассматривать с точки зрения биомеханических закономерностей формирования двигательных действий.

Движение человека с позиции биомеханики в соответствии с концепцией [1] может быть представлено в виде совокупности трех программ. Это программа места, описывающая перемещение общего центра масс, программа ориентации, представляющая информацию о вращении тела человека как целого во время двигательного действия, и программа позы, описывающая суставные движения, составляющие основу реализации двух первых составляющих. Целенаправленные изменения позы человека позволяют обеспечить необходимые для выполнения двигательного действия управляющие силы и моменты сил.

В программе позы при выполнении конкретного физического упражнения подвижность в некоторых суставах должна быть ограничена вплоть до полной фиксации. Такие сочленения обеспечивают элементы динамической осанки. Они превращают опорно-двигательный аппарат человека в устойчивый механизм для достижения цели двигательного действия. В других суставах выполняются управляющие движения, обеспечивающие образование сил и моментов сил, приводящих к заданным целью физического упражнения перемещениям человека в пространстве. Соединение эле-

ментов осанки и управляющих движений позволяет выполнить двигательное действие. Указанные составляющие являются необходимыми для успешного достижения цели физического упражнения.

Таким образом, если рассматривать силовые возможности, позволяющие эффективно реализовать двигательное действие, то их проявление следует рассматривать в контексте силового обеспечения элементов осанки и управляющих движений в суставах. Иными словами, для повышения результата упражнений, требующих проявления силы, необходимо развивать силовые качества мышц, обеспечивающих элементы осанки и управляющие движения, а также в ходе такого развития добиваться координации их взаимодействия. Это касается сочетания элементов осанки с управляющими движениями, а также управляющих движений при работе одновременно нескольких сочленений.

Следует также отметить, что элементы осанки и управляющие движения имеют различный режим работы мышц, обеспечивающих выполнение суставных движений. В первом случае мышечное усилие направлено на ограничение подвижности или фиксацию суставного угла. Для второго типа составляющих характерен преодолевающий режим. Этот факт важно учитывать при построении или подборе упражнений, направленных на повышение эффективности выполнения конкретного двигательного действия.

Стремление к соблюдению эквивалентности условий проявления силовых качеств в соревновательном и тренировочном упражнениях позволяет выделить из массы всевозможных упражнений, выполняемых с внешним сопротивлением, специальные силовые упражнения, в которых имеется соответствие вышеуказанных условий, и общие, где главное – нагрузка мышц, обеспечивающих суставные движения без учета специфики их работы в конкретном двигательном действии.

В ходе построения специальных силовых упражнений следует соблюдать принцип динамического соответствия, утверждающий, что любое специальное силовое упражнение должно соответствовать соревновательному по амплитуде и направлению движения, акцентуемому участку рабочей амплитуды движения, величине динамического усилия, скорости проявления максимума усилия, режиму работы мышц [2].

Таким образом, эффективное средство силовой тренировки должно не только обеспечивать тренировочное сопротивление, но и сохранять при этом структуру суставных движений, характерную для реальных пространственных двигательных действий человека. Иными словами, одно из важнейших требований к эффективному техническому устройству или тренажеру, предназначенному для силовой тренировки, – это образование пространственного силового поля, воздействующего на звенья тела человека так, чтобы нагрузка могла бы распределяться на мышцы, обеспечивающие выполнение ряда одновременных движений, соответствующих нескольким степеням свободы его опорно-двигательного аппарата. Это требование должно рассматриваться в качестве важнейшего критерия биомеханической эффективности силового тренажера.

Другой особенностью тренажеров рассматриваемого типа является необходимость рассеивания механической энергии, циркулирующей в ходе выполнения упражнений. Поскольку в большинстве случаев силовые упражнения выполняются сериями [3], то каждое активное движение, например связанное с поднятием тренировочного отягощения, сопровождается приведением устройства или снаряда в исходное положение, что предполагает рассеивание кинетической и потенциальной энергии через опорно-двигательный аппарат тренирующегося. Такая ситуация очень часто нарушает динамическое соответствие упражнения реальным ситуациям двигательной активности человека. Так, если предполагается улучшить силовые качества для более эффективного толкания ядра, то серия упражнений сходной кинематической структуры с использованием блочного устройства имеет проблему раннего торможения движения для последующего возврата в исходное положение. Это только один из множества характерных примеров такого рода. В связи с этим необходимость рассеивания механической энергии в технических устройствах силовой тренировки также можно считать важным показателем эффективности тренажера.

Следует также отметить, что снаряды и отягощения, используемые в ходе силовой тренировки, а также перемещаемые элементы конструкций тренажеров обладают инерционными свойствами, определяемыми массами и моментами инерции, следовательно, оказывают инерционное сопротивление, зависящее от ускорения движущихся частей и грузов. На настоящем этапе развития спортивной науки отсутствуют надежные методики определения таких инерционных силовых добавок, которые накладываются на основную (запланированную) нагрузку [4]. Кроме этого, инерционность спортивных отягощений перекликается с рассмотренным выше требованием рассеивания механиче-

ской энергии. Поэтому еще одним параметром эффективности технических устройств и тренажеров силовой тренировки следует считать снижение масс и моментов инерции перемещаемых частей тренировочной конструкции.

Для учета описанных особенностей нами предлагается в качестве показателей биомеханической эффективности технических средств силовой тренировки рассматривать коэффициент пространственности, связанный с количеством одновременно нагружаемых степеней свободы движения звена человека, непосредственно контактирующего с устройством, а также коэффициенты инерционности и рассеивания механической энергии, связанные с особенностями конструкции технического устройства.

Коэффициент пространственности ( $K_{dim}$ ) можно ввести в виде отношения количества одновременно нагружаемых пространственных степеней свободы части технического устройства непосредственно контактирующей с соответствующим звеном тела человека. Построение критерия эффективности здесь может исходить из того, что свободное твердое тело имеет шесть степеней свободы и звено тела человека, контактирующее с тренажером, может максимально иметь такое же количество степеней свободы, которые одновременно обеспечиваются нагрузкой. Поэтому за основу в данном случае следует взять отношение числа нагружаемых степеней свободы звена ( $N$ ), взаимодействующего с техническим устройством, к максимально возможному, т. е. к числу «шесть»:

$$K_{dim} = \frac{N}{6}.$$

Например, педаль велотренажера, контактирующая со стопой человека, имеет две степени свободы, причем нагрузкой обеспечена только одна. Коэффициент эффективности по данному устройству будет составлять 1/6 или приблизительно 17 %, аналогичный показатель будут иметь и большинство устройств стационарного типа для развития силы.

В отношении критерия инерционности ( $K_{in}$ ) следует рассматривать разность единицы и отношения максимальной достигаемой в ходе упражнения кинетической энергии ( $E_{kin}$ ) перемещаемых при выполнении упражнения масс к сумме указанной кинетической энергии и работ консервативных ( $A_k$ ) и диссипативных ( $A_{dis}$ ) сил:

$$K_{in} = 1 - \frac{E_{kin}}{E_{kin} + A_k + A_{dis}}.$$

В данном случае, если устройство использует только диссипативные и консервативные силы (например, растягивание резинового жгута в вязкой среде) и кинетическая энергия перемещаемых звеньев тела и частей устройства мала по сравнению с работой указанных сил, коэффициент приближается к максимальному значению, равному единице. В случае увеличения массы и моментов инерции, а также скорости перемещаемых элементов конструкции данный коэффициент имеет тенденцию к уменьшению, а в случае только инерционных сил (инерционное сопротивление горизонтально перемещаемой массы) приближается к минимальному значению, равному нулю.

В качестве коэффициента рассеивания ( $K_{dis}$ ) механической энергии можно использовать отношение работы диссипативных сил ( $A_{dis}$ ) к сумме работ, затраченных на преодоление диссипативных ( $A_{dis}$ ), консервативных ( $A_k$ ) и инерционных сил:

$$K_{dis} = \frac{A_{dis}}{A_{dis} + A_k + E_{kin}}.$$

Здесь инерционные силы, как было предложено выше, могут быть оценены по максимальной кинетической энергии ( $E_{kin}$ ), приобретаемой звеньями тела человека и перемещаемыми частями технического устройства во время выполнения упражнения. Максимальное значение данного коэффициента, равное единице, имеет место, если тренировочное сопротивление создается силами вязкости или трения. При использовании значительных величин консервативных и инерционных сил без специального торможения он уменьшается, отражая уменьшение эффективности рассеивания механической энергии.

Максимальное теоретическое значение биомеханической эффективности силового тренажера будет соответствовать трем единицам, а минимальное – стремиться к нулевым значениям для всех трех формул.