

ПСИХОЛОГИЯ И ПЕДАГОГИКА

УДК 796.01

В.И. Загrevский, В.Г. Шилько, В.О. Загrevский, И.Л. Лукашкова

ВЛИЯНИЕ УПРАВЛЯЮЩИХ ДВИЖЕНИЙ В СУСТАВАХ СПОРТСМЕНА НА ТЕХНИКУ ГИМНАСТИЧЕСКОГО УПРАЖНЕНИЯ «ПЕРЕЛЕТ ТКАЧЕВА» НА ПЕРЕКЛАДИНЕ

Рассматривается механизм наложения управляющих движений спортсмена в суставах на границах фаз спортивного упражнения и его биомеханический эффект, оказываемый на формирование траектории звеньев тела. При моделировании на ЭВМ показано, что увеличение амплитудных характеристик программного управления в различных фазах упражнения приводит к неравнозначному биомеханическому эффекту выполнения завершающей стадии упражнения и его силового обеспечения, что следует учитывать в технической подготовке спортсмена.

Ключевые слова: спортивное упражнение; управляющие движения; программное управление; биомеханическая система; фазовая структура; двигательное действие.

Техника гимнастического упражнения «перелет Ткачева» подразумевает определенную организацию двигательных действий, обеспечивающих достижение главной цели упражнения – высокой траектории полета с дохватом за гриф перекладины. Построение движений подчиняется биомеханическим закономерностям, без знания которых невозможен целенаправленный тренировочный процесс.

Коротко рассмотрим некоторые положения, необходимые для осмысления последующего материала. Перемещением тела в пространстве спортсмен управляет посредством суставных движений, ограничивая подвижность в одних суставах и активизируя в других. Характер управляющих движений во взаимосвязи с внешними факторами (количество движения; реакции опоры; момент сил трения, тяжести и т.д.) обуславливают все многообразие двигательных действий человека.

Технические действия представляют собой двигательные действия, связанные с реализацией определенной техники исполнения упражнений. Технические действия включают в себя управляющие действия, операции, управляющие движения и элементарные суставные движения [1]. Кроме этого, они содержат психофизиологический компонент управления движением, осуществляемый центральной нервной системой в процессе высшей нервной деятельности.

Управляющее действие – это действие, связанное с управлением конкретным движением, которое включает в себя биомеханический, физиологический и психологический компоненты [1].

Управляющие движения представляют собой внешнее механическое проявление управляющих действий на суставном уровне. Их принято делить на *главные* и *корректирующие* [2].

Ограничение подвижности между отдельными звеньями тела, достигаемое главным образом соответствующим перераспределением мышечного тонуса, называется *динамической осанкой* [2].

В литературе последних десятилетий используются термины «действие», «двигательное действие» в качестве главенствующих определений, фактически включивших в себя (в спортивном контексте) смысл понятий «движение» и даже «упражнение» [3]. Ю.К. Гавердовский под «действием», «двигательным действием»

подразумевает «...по преимуществу произвольный компонент двигательного акта, относящийся, прежде всего, к его эфферентной фазе и взятый независимо от эффекта данного действия, включая возможное движение, взятое в чисто физическом его смысле. Принципиально важно подчеркнуть, что *действие*, взятое в описанном значении, вовсе не обязательно должно давать механический (в том числе визуальный) эффект в виде *движения*, так как действие мышечного аппарата может носить, например, изометрический характер, может служить для уравнивания других действий и физических эффектов, в том числе произвольных» [3. С. 15].

Под «движением» Ю.К. Гавердовский подразумевает то и только то, что обычно и понимается под этим термином в физике: поступательное движение (перемещение) и (или) вращение тела и его звеньев в избранной системе координат независимо от причины, обусловившей данный эффект.

Рассматривая любое гимнастическое упражнение как объект практического освоения, целесообразно исходить из посыла, что всякое упражнение носит программный характер, предопределяющий состав его действий-движений и связанных с этим задач обучения [3].

В основу методики обучения положено разделение управляющих движений на главные и корректирующие. Управляющие движения первоначально осваиваются в облегченных условиях (например, на полу), затем условия их выполнения постепенно усложняются и доводятся до уровня требований результативного выполнения соревновательного упражнения.

Перспективность и эффективность обучения гимнастическим упражнениям по данной схеме доказана в ряде исследований [2–4, 6, 7]. Однако в этом случае подразумевается одновременность выполнения сгибательно-разгибательных суставных движений и игнорируется возможный факт разновременного характера начала и окончания управляющих движений в плечевых и (или) тазобедренных суставах. Исследования в этом направлении не выполнялись, что дало нам основание восполнить имеющийся дефицит информации.

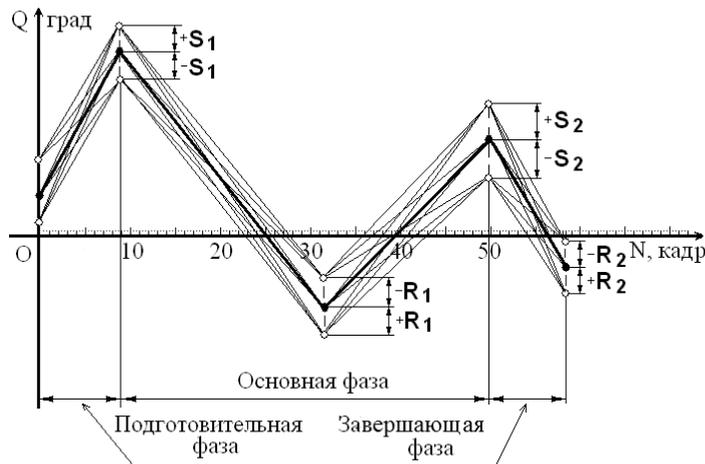
Методика и организация исследования. Для регистрации исследуемых упражнений использовалась видеосъемка. Материалы видеосъемки подвергались компьютерной обработке (промер упражнений и вы-

числение обобщенных координат звеньев тела спортсмена). Полученная информация стала исходным материалом для вычисления биомеханических характеристик упражнений и определения степени наложения управляющих движений.

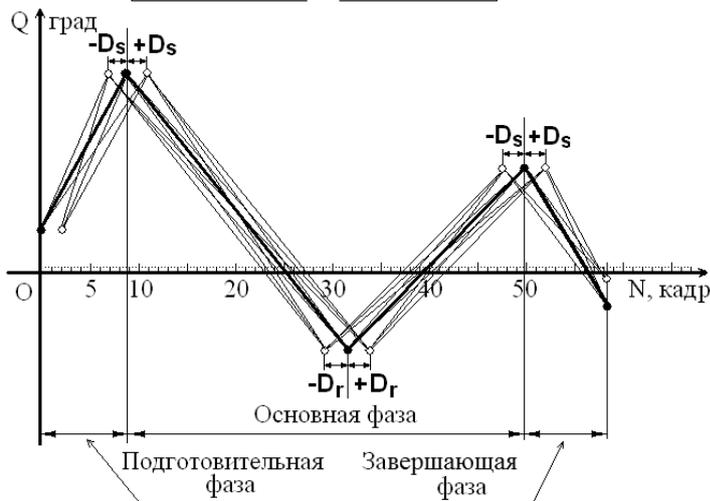
Разнесение по времени моментов начала и окончания кинематической программы управляющих движений в исследуемых упражнениях, а следовательно, и изменение их длительности, а также уменьшение или увеличение амплитуды сгибательно-разгибательных

движений спортсмена в суставах выполнялось в процессе имитационного моделирования движений человека на ЭВМ [4, 5, 7] (рис. 1).

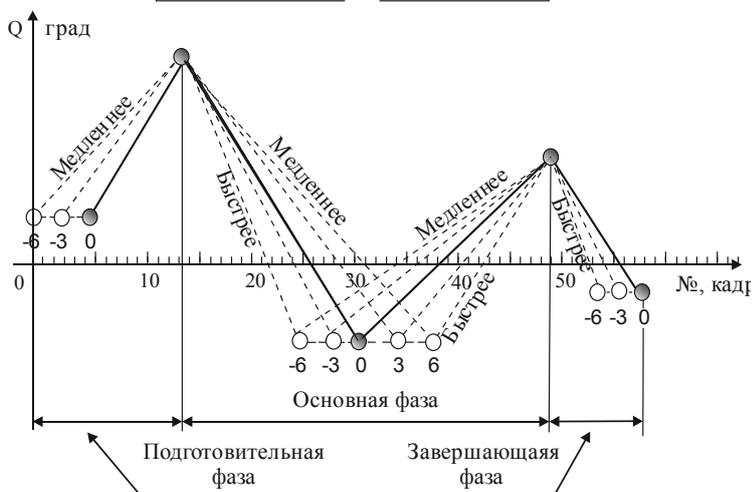
В качестве модельных упражнений изучались обороты назад в упоре, в вис и в стойку на руках на брусьях разной высоты, а также группа упражнений «перелет Ткачева» на перекладине. Наиболее доступная форма исполнения перелета ноги врозь; более трудным является перелет согнувшись, а максимально трудным – перелет прямым телом.



Изменение амплитуды управляющей функции с уменьшением и увеличением сгибательных ($-S_1, +S_2$) и разгибательных ($-R_1, +R_2$) действий в суставах, град.



Время изменения начала и окончания сгибания ($-D_s, -D_s$) и разгибания ($-D_r, +D_r$) в суставах, с



Изменения скорости сгибательно-разгибательных действий в суставах спортсмена, рад/с

Рис. 1. Схема вариаций программного управления (●—●) по амплитудным и временным параметрам при моделировании упражнения «перелет Ткачева»

В исследуемых упражнениях сгибательно-разгибательные движения гимнаста выполняются только в двух группах суставов (плечевые и тазобедренные), поэтому использовалась неразветвленная трехзвенная биомеханическая модель опорно-двигательного аппарата спортсмена.

Результаты исследования. Целью биомеханического анализа исследуемых упражнений являлось определение элементов фазовой структуры и количественных параметров этих элементов. Было выявлено, что целесообразно за «квант действия» принимать фазу действия – сгибательное или разгибатель-

ное действие гимнаста в плечевых или в тазобедренных суставах. Мы предлагаем максимальное кинематическое сгибание или максимальное кинематическое разгибание в суставе именовать *экстремумом управляющей функции, экстремум программного управления*, как это принято в математике. В этом случае отдельные фазы упражнения будут условно разделены граничной позой спортсмена (рис. 2), которой соответствует любой из экстремумов программного управления (максимальное кинематическое сгибание или максимальное кинематическое разгибание в суставе).

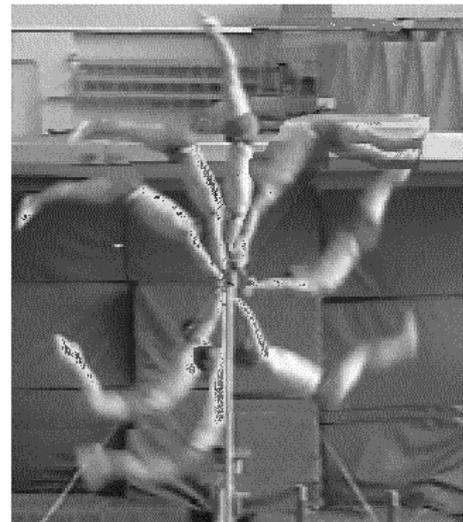
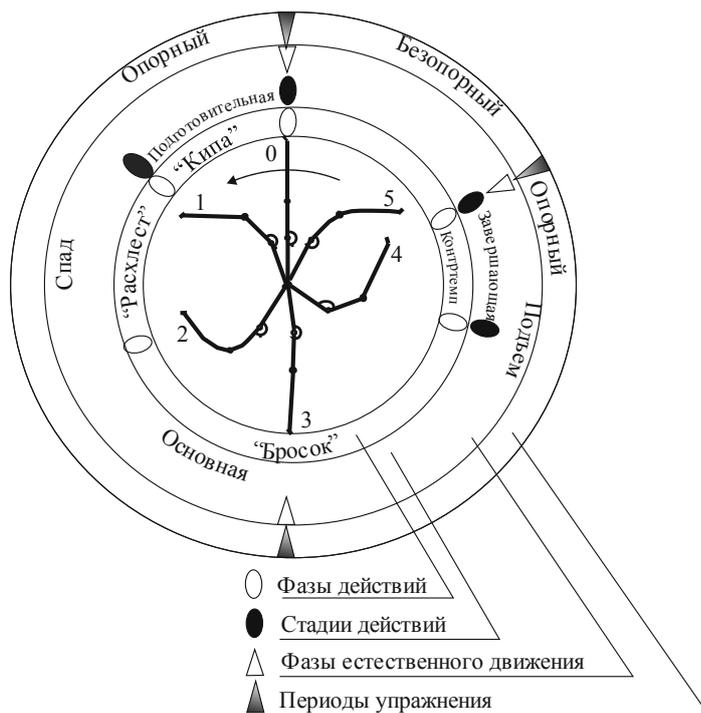


Рис. 2. Фазовая структура упражнения «перелет Ткачевой»

В соответствии с концепцией Ю.К. Гавердовского [3] в фазовой структуре исследуемого упражнения можно выделить периоды, фазы естественных движений, стадии, фазы действий.

Периоды подразделяются на:

- первый опорный (движение спортсмена в условиях контакта с опорой);
- полетный (движение спортсмена в безопорном состоянии);
- второй опорный (дохват за гриф перекладины после полетного периода упражнения).

Приведем характеристики периодов.

1. В первом опорном периоде выделяются следующие стадии:

- подготовительная, включающая две фазы действий – «кипа», «расхлест»;
- основная, включающая также две фазы действий – «бросок» и «контртемп».

2. Полетный период упражнения состоит из одной стадии – стадии реализации.

3. Второй опорный период является завершающей стадией упражнения и состоит из двух фаз: «дохват» и подготовка к выполнению следующего упражнения.

Педагогический аспект данного способа структурирования упражнения основан на биомеханической оценке управляющих движений гимнаста и заключается в том, что разграничительной границей отдельных фаз действий упражнения являются локальные экстремумы сгибательно-разгибательных действий спортсмена в суставах. Особенность их проявления заключается в следующем:

- амплитудные характеристики управляющих движений в плечевых и тазобедренных суставах различны;
- продолжительность сгибательных или разгибательных суставных действий неодинакова;
- момент времени начала и (или) окончания сгибания или разгибания в суставах может смещаться в любую сторону относительно модельной характеристики;
- скорость изменений суставных углов в плечевых и тазобедренных суставах не всегда совпадает с модельной. Это свидетельствует о наложении управляющих движений в суставах спортсмена (см. рис. 2).

Для раскрытия механизмов влияния амплитудного диапазона управляющих движений в суставах на траекторию движения и изменения в силовом обеспечении

упражнения было проведено математическое моделирование опорной части упражнения «перелет Ткачева» в фазах спада и подъема. Результаты вычислений позволили выявить следующие закономерности в изменении биомеханических параметров.

1. В фазе действий «кипа» с увеличением амплитуды до 45% от исходного уровня при раздельном сгибании в плечевых и тазобедренных суставах и при синхронных сгибательных действиях уменьшается высота подъема общего центра массы тела (ОЦМт) гимнаста в безопорном периоде упражнения от 0,916 до 0,857 м. Одновременно растет абсолютная величина отрицательного кинетического момента относительно оси, проходящей через ОЦМТ от $-28,47$ до $-42,26$ Нм. Это положительная тенденция для создания необходимого импульса контрвращения тела в безопорном состоянии, которая способствует большему повороту продольной оси тела в полетной части упражнения в направлении, противоположном исходному, а также более раннему приходу гимнаста из безопорного в опорное положение.

Необходимость в силовых ресурсах для сгибания в плечевых и тазобедренных суставах уменьшается до 85 и 86% соответственно. Для выполнения разгибательных действий в плечевых и тазобедренных суставах потребуется соответственно 71 и 92% исходного уровня силы.

Линейная скорость и угол вылета ОЦМТ спортсмена в момент его перехода в безопорный период не претерпевают существенных изменений относительно модельных характеристик, однако есть определенная тенденция к уменьшению линейной скорости ОЦМТ от 4,307 до 4,282 м/с.

2. В фазе действий «расхлест» с увеличением амплитуды до 45% от исходного уровня раздельного и синхронного сгибаний в плечевых и тазобедренных суставах существенно уменьшается максимальная высота подъема ОЦМТ в безопорном периоде упражнения – от 0,916 до 0,780 м, т.е. на 18 см, что значительно больше, чем аналогичное изменение в фазе «кипа». Увеличение амплитуды разгибания в плечевых суставах во всех случаях вызывает перелет ОЦМТ относительно грифа перекладины в пределах $0,15 \div 0,17$ м в максимальной точке подъема. Раздельные разгибательные действия в тазобедренных и синхронные действия в плечевых и тазобедренных суставах приводят к недолету ОЦМТ до грифа перекладины в апогее траектории в пределах $0,035 \div 0,070$ м (на наш взгляд, это несущественно).

Значительно увеличивается абсолютная величина отрицательного кинетического момента относительно оси вращения, проходящей через ОЦМТ, в диапазоне от $-28,47$ до $-49,76$ Нм. Это будет содействовать успешному выполнению дохвата за гриф перекладины, благодаря увеличению вращательного импульса.

Линейная скорость ОЦМТ в момент перехода спортсмена из опорного положения в безопорное меняется незначительно относительно модельной при увеличении амплитуды разгибания в плечевых суставах. В остальных же случаях она снижается от 4,307 до 3,844 м/с, что приводит к уменьшению высоты подъема ОЦМТ.

Существенные изменения происходят в структуре силового обеспечения кинематической программы управления сгибательно-разгибательными действиями гимнаста в суставах. При выполнении раздельных и синхронных сгибательно-разгибательных действий в суставах с увеличением амплитуды до 15% в ряде вариантов отмечается незначительное уменьшение силы управляющих движений в фазе «расхлест». В остальных случаях необходимо наращивание силового потенциала для выполнения управляющих движений в сгибательных действиях от 192% в тазобедренных суставах до 208% в плечевых суставах и, соответственно, для разгибательных действий – от 139% в тазобедренных суставах до 144% в плечевых. Это трудная задача в условиях ограниченного времени учебно-тренировочного процесса.

3. В фазе действий «бросок» с увеличением амплитуды до 45% от модельного уровня как при раздельном сгибании в плечевых или в тазобедренных суставах, так и при их совместных сгибательных действиях звенья тела спортсмена совершают поворот на больший угол. Следствием этого является уменьшение угла вылета ОЦМТ. Линейная скорость ОЦМТ изменяется в незначительных пределах ($4,307 \div 3,983$ м) и не оказывает существенного влияния на биомеханические характеристики в момент завершения первого опорного периода упражнения. Угловая скорость продольной оси тела гимнаста уменьшается от 11,58 до 3,56 рад/с, что способствует снижению скорости вращения звеньев тела гимнаста в направлении перемещения радиуса-вектора ОЦМТ в фазе «контртемпа».

Абсолютная величина отрицательного значения кинетического момента тела гимнаста относительно оси вращения, проходящей через ОЦМТ биосистемы, уменьшается и даже переходит в область положительных значений, что недопустимо и ведет к невыполнению упражнения.

Упражнение с увеличенной амплитудой сгибательных действий в плечевых и тазобедренных суставах требует повышенного силового сопровождения. Увеличение силовых показателей в сгибательных действиях плечевых и тазобедренных суставов в моделируемых движениях доходит до 471%, а в разгибательных – соответственно до 185%.

4. В фазе действий «контртемпа» с увеличением амплитуды до 45% от модельного уровня при раздельном и синхронном сгибании в плечевых и тазобедренных суставах высота полетной части ОЦМТ уменьшается более чем на 20 см, что связано прежде всего с уменьшением угла вылета ОЦМТ от $36,4^\circ$ модели до $13,7^\circ$. Очень важным является факт увеличения абсолютной величины отрицательного значения кинетического момента относительно оси вращения, проходящей через ОЦМТ гимнаста, при переходе гимнаста из опорного в безопорное состояние. Кинетический момент увеличивается почти в три раза: от $-28,47$ до $-84,86$ Нм.

Увеличение амплитуды управляющих движений в суставе до 15% (синхронные движения) и до 30% (раздельные движения) не требует силовых ресурсов. В остальных вариантах увеличение амплитудных характеристик разгибательных действий в суставах требует прироста силовых усилий мышц-синергистов в

2,5–4,5 раза. Вполне понятно, что улучшение силовых показателей спортсмена до таких величин нереально и не будет оправдано практикой учебно-тренировочного процесса.

Выводы:

1. Биомеханическое состояние спортсмена определяется предысторией программного управления в предшествующих фазах действий, в частности амплитудными изменениями кинематики сгибательно-разгибательных движений в суставах.

2. Увеличение или уменьшение амплитудных параметров программного управления в любой фазе дей-

ствий всегда вызывает изменение биомеханического состояния гимнаста в момент перехода из опорного положения в безопорное.

3. Чем больше амплитудные изменения программного управления, тем более значительны отклонения в биомеханическом состоянии спортсмена от исходного уровня.

4. Изменением параметров амплитудных характеристик программного управления можно корректировать не только кинематику спортивного упражнения, но и количественные показатели его силового обеспечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аркаев Л.Я., Сучилин Н.Г. Как готовить чемпионов. М. : Физкультура и спорт, 2004. 328 с.
2. Назаров В.Т. Движения спортсмена. Минск : Полымя, 1984. 176 с.
3. Гавердовский Ю.К. Обучение спортивным упражнениям. Биомеханика. Методология. Дидактика. М. : Физкультура и спорт, 2007. 912 с.
4. Загrevский В.И. Программирование обучающей деятельности спортсменов на основе имитационного моделирования движений человека на ЭВМ : автореф. дис. ... д-ра пед. наук / Государственный центральный ордена Ленина институт физической культуры. М., 1994. 48 с.
5. Загrevский В.И., Лавиук Д.А., Загrevский О.И. Построение оптимальной техники спортивных упражнений в вычислительном эксперименте на ПЭВМ. Могилев : МГУ им. А.А. Кулешова, 2000. 190 с.
6. Загrevский О.И. Построение техники гимнастических упражнений на основе математического моделирования на ЭВМ : автореф. дис. ... д-ра пед. наук. Омск, 2000. 50 с.
7. Загrevский В.И., Шерин В.С. Биомеханические параметры стартовых условий полетной части перелетовых упражнений «Ткачев» на перекладине // Теория и практика физической культуры. 2008. № 10. С. 6–11.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 2 мая 2012 г.