

МОДЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ БИОДИНАМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОЛЕТНОЙ ЧАСТИ СЛОЖНОКООРДИНАЦИОННОГО УПРАЖНЕНИЯ «ПЕРЕЛЕТ ТКАЧЕВА ПРЯМЫМ ТЕЛОМ» НА ПЕРЕКЛАДИНЕ

Рассматриваются вопросы, связанные с изучением и совершенствованием техники сложнокоординационных гимнастических упражнений с выраженной фазой полета на перекладине на основе биомеханического анализа на примере упражнения «перелет Ткачева прямым телом». С помощью построения графиков по ряду биомеханических характеристик техники исследуемых упражнений подробно описывается кинематический анализ исполнения полетного периода упражнения «перелет Ткачева прямым телом» на перекладине. На основании полученных данных в ходе исследования выделены основные модельные параметры полетной части упражнения на кинематическом уровне.

Ключевые слова: биомеханический анализ; техника гимнастических упражнений; модель техники; параметры безопасной фазы полета.

Техника гимнастических упражнений является предметом соревновательной оценки, поэтому в тренировочном процессе технической подготовке уделяется значительное время. Техника постоянно совершенствуется и видоизменяется, становясь более рациональной. В настоящее время современной основой исследования техники гимнастических упражнений, ее углубленного анализа и совершенствования являются методы биомеханики. Для анализа, корректировки и совершенствования техники упражнений применяют видеосъемку исследуемых упражнений; экспериментально-аналитический метод определения геометрии масс тела человека; компьютерную обработку видеоматериалов регистрации движений спортсменов и построение видеограмм упражнений на компьютере; аналитические и численные методы вычисления кинематических и динамических характеристик исследуемых упражнений на компьютере [1, 3], построение моделей техники, а также кинематический и динамический анализ ее структуры [2].

В результате биомеханического анализа техники гимнастических упражнений на основании полученных данных появляется возможность построения как эталонной модели техники исследуемого упражнения, так и индивидуальной модели для конкретного гимнаста. Полученные модели техники исполнения упражнений исследуются, после чего вносятся корректировки по ее совершенствованию, а определенные параметры техники упражнения являются ориентиром для тренеров и занимающихся.

Упражнения с выраженной полетной фазой существуют во многих видах спорта, в частности, большое количество их имеется в спортивной гимнастике. Данная структурная группа гимнастических упражнений является обязательной на гимнастических снарядах (брусья, перекладина и др.), а также высоко оценивается судьями. Специалисты придают особое значение изучению техники данных видов упражнений, так как упражнения с полетной фазой имеют очень сложную структуру по содержанию и форме, а следовательно, и по технике исполнения, т.е. требуют от гимнаста высокоточных двигательных действий в определенно заданных параметрах как на опоре, так и в безопасном периоде упражнения. Для более быстрого и качественного изучения и овладения техникой перелетовых упражнений спортсменам необходимо не только иметь высокий уровень физической и технической подготовленности, но и знать модельные параметры по ее кинематическим и динамическим характеристикам (исходное положение ОЦМ по оси Ox ; конечное положение ОЦМ по оси Ox ; исходное и конечное положение ОЦМ по оси Oy ; максимум подъема ОЦМ по оси Oy относительно опоры; результирующая скорость ОЦМ по оси Oy и др.), определение которых и обозначило цель нашего исследования.

Исследования проводились на базе специализированной спортивной школы олимпийского резерва по гимнастике № 3 г. Томска. На первом этапе исследования осуществлялась видеосъемка упражнений «перелет Ткачева прямым телом» на перекладине с соблюдением правил, регламентированных для биомеханических исследований. Упражнения выполнял заслуженный мастер спорта России А. Голоцуцков. Техника исследуемого упражнения в исполнении Голоцуцкова была взята за эталонную, так как отвечала высокому классу исполнительского мастерства и соответствовала требованиям, зафиксированным в правилах судейства мужского многоборья, что было отмечено специалистами-экспертами.

В связи с выявлением эталонной техники упражнения «перелет Ткачева прямым телом» на перекладине на следующем этапе исследования мы подвергли ее биомеханическому анализу. На рис. 1 изображена циклограмма опорной части этого упражнения. Проанализировав технику опорной части упражнения «перелет Ткачева прямым телом», мы определили следующие ее особенности:

1. Главным управляющим движением во время разгонной части упражнения является активное разгибательное движение в плечевых суставах.

2. На всей траектории опорной части упражнения сгибательно-разгибательные движения в плечевых и тазобедренных суставах выполняются одновременно.

3. Сгибательно-разгибательные движения в суставах на всей траектории опорной части упражнения выполняются раньше, чем в других упражнениях данной структурной группы («перелет Ткачева ноги врозь», «перелет Ткачева согнувшись»).

4. После прохождения гимнастом вертикального положения под опорой, во время выполнения броскового движения ногами амплитуда сгибания в тазобедренных суставах в 2 раза превышает амплитуду сгибания в плечевых суставах.

5. Во время выполнения контрвращательного движения, перед вылетом в безопасный период упражнения,

гимнаст выполняет разгибание в плечевых и тазобедренных суставах. Однако в момент отпускания кистями рук грифа перекладины гимнаст прогнут в тазобедренных суставах, а в плечевых суставах еще согнут.

Неполное разгибание в плечевых суставах связано с ранним отпусканием кистей рук от грифа перекладины, т.е. вылет осуществляется небольшим «срывом». А это, в свою очередь, обусловлено тем, что только высокая скорость контрвращательного движения (антикурбета) может гарантировать необходимую скорость вращения в полете, что очень важно при выполнении полета прямым телом.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что для успешного обеспечения последующей полетной части упражнения, являющейся кульминационным моментом, необходимо в определенных параметрах выполнить сложный ансамбль двигательных действий сгибательно-разгибательного характера. Следующим шагом нашего исследования являлось определение модельных параметров полетной части упражнения на кинематическом уровне. На рис. 2 показана циклограмма полетного периода упражнения «перелет Ткачева прямым телом».

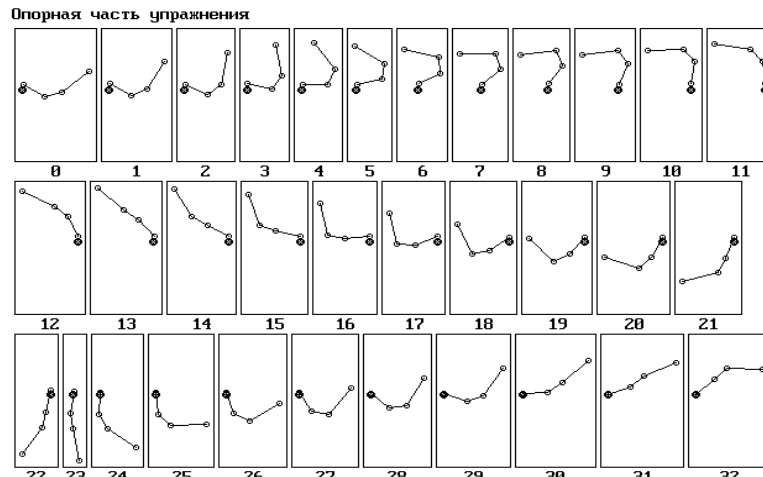


Рис. 1. Циклограмма опорной части упражнения «перелет Ткачева прямым телом»

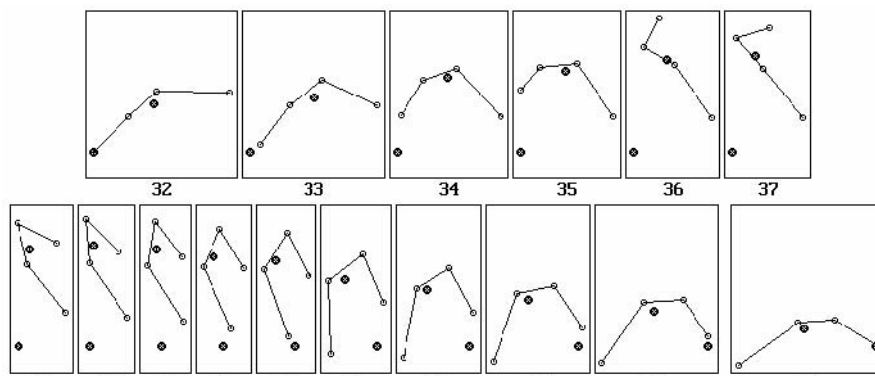


Рис. 2. Циклограмма полетного периода упражнения «перелет Ткачева прямым телом»

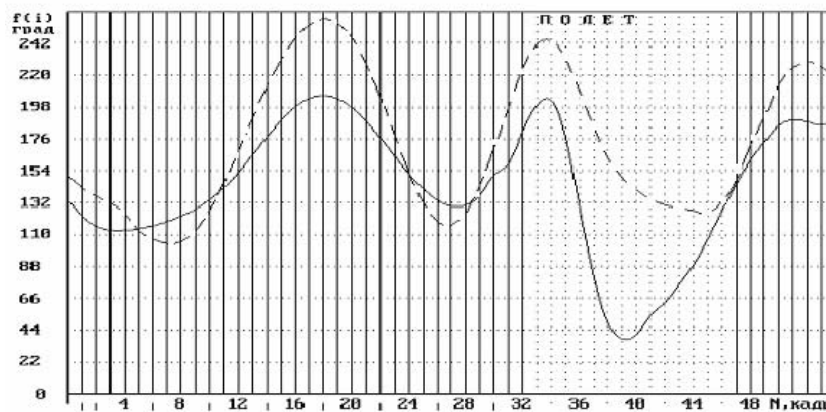


Рис. 3. Угол в плечевых (—) и тазобедренных (- - -) суставах

После отпускания кистями рук грифа перекладины гимнаст продолжает активное разгибание рук в плечевых и ног в тазобедренных суставах. Как показано на рис. 2, гимнаст за время полетной части упражнения выполняет одно сгибательное и два разгибательных движения в плечевых и тазобедренных суставах. Следует отметить, что сгибательно-разгибательные движения в плечевых и тазобедренных суставах на всей траектории полетной части имеют рассогласованный характер, что позволяет сохранить скорость вращения тела спортсмена.

На рис. 3 изображен график изменения угла в плечевых и тазобедренных суставах на всей траектории биомеханической системы.

Перед вылетом в безопорный период упражнения угол в плечевых суставах равен 176° , а угол в тазобедренных суставах – 228° (см. рис. 3, кадр 32).

Разгибание в суставах после вылета продолжается $0,08$ с (рис. 3, кадры 33–34). По сравнению с упражнениями «перелет Ткачева ноги врозь» и «перелет Ткачева согнувшись», в упражнении «перелет Ткачева прямым телом» разгибание в суставах в полете выполняется дольше на $0,04$ с. Это связано с тем, что вылет в полетный период упражнения был выполнен небольшим «срывом», что необходимо для создания высокой скорости вращения всех звеньев тела спортсмена в полете. Угол в плечевых суставах изменяется от 176° до 200° (см. рис. 3, кадр 34), а угол в тазобедренных суставах – от 228° до 243° (рис. 3, кадр 34).

Через $0,08$ с после вылета в безопорный период упражнения гимнаст выполняет одновременное сгибание в плечевых и в тазобедренных суставах. Сгибание в плечевых суставах длится в течение $0,24$ с (см. рис. 3, кадры 34–39) и заканчивается по истечении $0,32$ с после начала полетного периода (рис. 3, кадры 32–39). Сгибание в тазобедренных суставах длится $0,48$ с (см. рис. 3, кадры 34–45), т.е. дольше на $0,24$ с, чем в плечевых суставах. Следует отметить, что сгибание в тазобедренных суставах происходит медленней из прогнутого положения тела в связи с тем, что гимнасту необходимо как можно дольше показать выраженную фазу полета прямым те-

лом. Угол в плечевых суставах за это время уменьшается до 40° (рис. 3, кадры 34–39), а угол в тазобедренных суставах – до 127° (рис. 3, кадры 34–45).

Разгибание в плечевых суставах начинается раньше, чем в тазобедренных суставах, так как гимнаст готовится выполнить дохват кистями за гриф перекладины. Разгибание в плечевых суставах длится $0,32$ с (см. рис. 3, кадры 40–47), после чего следует дохват кистями рук за гриф перекладины. Разгибание в тазобедренных суставах длится $0,08$ с (рис. 3, кадры 46–47). Во время дохвата кистями рук за гриф перекладины углы в суставах одинаковые: угол в плечевых суставах равен 140° (см. рис. 3, кадр 47), угол в тазобедренных суставах также равен 140° (рис. 3, кадр 47).

Общее время полетного периода упражнения, с момента отпускания кистями рук грифа перекладины и до дохвата в конце упражнения, составляет $0,6$ с (см. рис. 3, кадры 33–47). Исходное положение ОЦМ тела гимнаста по оси Ox (в момент вылета в безопорный период) равно $0,76$ м, а по оси Oy – $0,57$ м (рис. 4, кадр 32). Конечное положение ОЦМ тела гимнаста (при дохвате кистями рук за гриф перекладины) по оси Ox равно $0,83$ м, а по оси Oy – $0,22$ м (см. рис. 4, кадр 47).

В момент вылета в полетный период упражнения расстояние от ОЦМ тела гимнаста до грифа перекладины по оси Oy не достигает своего максимума и, как уже указывалось, равно $0,57$ м (рис. 4, кадр 32). Во время полета с момента начала вылета в течение $0,24$ с это расстояние увеличивается и достигает своего максимума по вертикали в $0,86$ м от грифа перекладины (см. рис. 4, кадры 32–38). Отсюда следует, что полет при перемещении ОЦМ тела гимнаста вверх равен $0,29$ м.

Координата ОЦМ тела гимнаста по оси Ox в момент времени, когда ОЦМ тела спортсмена достиг своего максимума при перемещении в вертикальном направлении вверх, равна $0,12$ м (рис. 4, кадр 38). Следовательно, в горизонтальном направлении ОЦМ тела спортсмена переместился к этому времени на $0,64$ м. В момент дохвата кистями рук грифа перекладины общее перемещение ОЦМ тела спортсмена по оси Ox относительно исходного положения составило $1,60$ м.

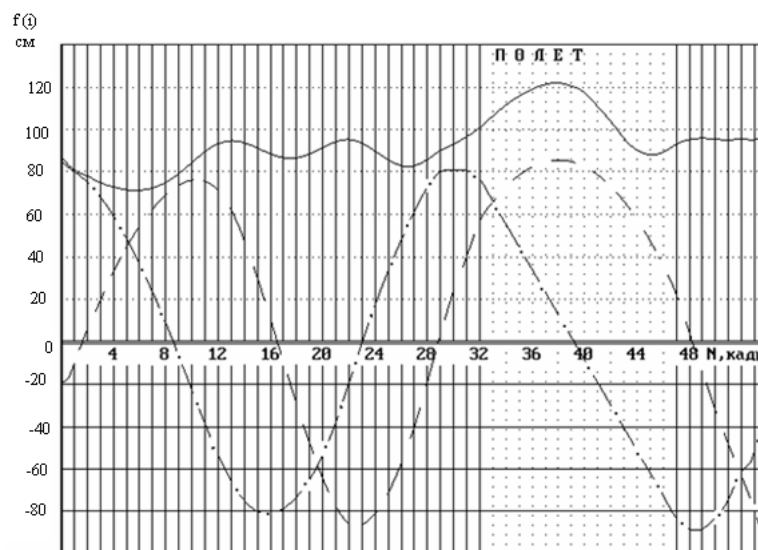


Рис. 4. Координаты ОЦМ по оси Ox (— · —); по оси Oy (— · —); результирующая (—)

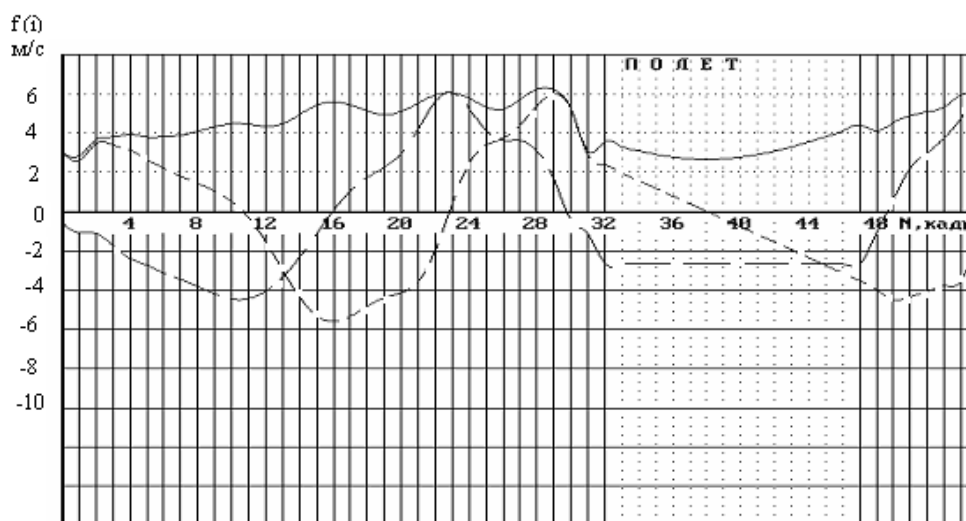


Рис. 5. Линейная скорость ОЦМ по оси Ox (---); по оси Oy (-.-.); результирующая (—)

Начальная линейная скорость вылета ОЦМ тела гимнаста по оси Ox равна 2,66 м/с, по оси Oy составляет 2,36 м/с, а результирующая линейная скорость достигает 3,56 м/с (рис. 5).

Результирующая линейная скорость ОЦМ тела гимнаста во время полетного периода упражнения в течение первых 0,24 с после вылета уменьшается до 2,8 м/с (см. рис. 5, кадры 32–38). Начиная с 0,24 с, после вылета в безопорное положение, результирующая скорость ОЦМ тела увеличивается и перед дохватом достигает 4,3 м/с (рис. 5, кадры 38–47).

Программное управление. С помощью построения хронограмм определим последовательность и время сгибательно-разгибательных движений и изменения углов в полете отдельно для плечевых и тазобедренных суставов. Закономерность изменения угла в плечевых суставах во время выполнения полетного периода упражнения показана на рис. 6. В течение 0,08 с после прекращения связи с опорой длится разгибание в плечевых суставах (см. рис. 6, кадры 32–34). Затем гимнаст выпрямляет свое тело из прогнутого положения и

опускает руки вниз. Сгибание в плечевых суставах длится в течение 0,24 с (рис. 6, кадры 34–39).

После этого гимнаст, подготавливаясь к дохвату кистями рук за гриф перекладины, вновь выполняет разгибание рук в плечевых суставах. Разгибание в плечевых суставах длится 0,32 с (см. рис. 6, кадры 40–47), после чего выполняется дохват (см. рис. 2, кадр 47).

Закономерность изменения угла в тазобедренных суставах во время полетного периода упражнения показана на рис. 7.

После вылета в безопорный период упражнения гимнаст продолжает контрвращение, выполненное на опоре, которое характеризуется разгибательным движением как в плечевых, так и в тазобедренных суставах. Во время вылета в полетный период упражнения гимнаст более раскрыт в тазобедренных суставах, чем в плечевых. Это свидетельствует о том, что главным управляющим движением по обеспечению контрвращения во время потери связи с опорой является разгибательное движение в тазобедренных суставах. Разгибание длится 0,08 с (см. рис. 7, кадры 32–34).

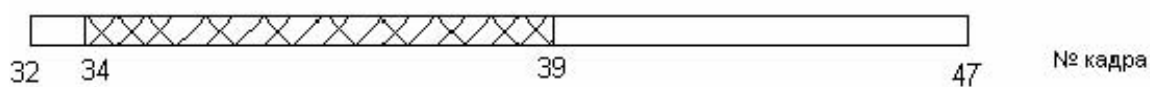


Рис. 6. Хронограмма сгибательно-разгибательных движений в плечевых суставах:

■ — продолжительность сгибательного движения; □ — продолжительность разгибательного движения

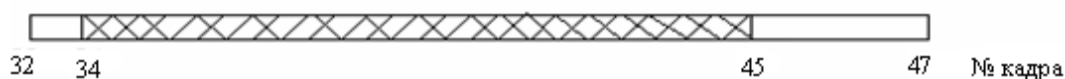


Рис. 7. Хронограмма сгибательно-разгибательных движений в тазобедренных суставах:

■ — продолжительность сгибательного движения; □ — продолжительность разгибательного движения

Сразу же после этого гимнаст начинает выполнять сгибание в тазобедренных суставах. Сгибание в тазобедренных суставах длится дольше, чем в плечевых суставах, так как гимнаст стремится показать полет более зрелищно, ярко и дольше, показать выраженную фазу полета выпрямленным телом. Сгибание

длится 0,48 с (рис. 7, кадры 34–45). Разгибание длится 0,2 с (см. рис. 7, кадры 45–47), после чего выполняется дохват кистями рук за гриф перекладины (см. рис. 2, кадр 47).

Биомеханический анализ техники выполнения сгибательно-разгибательных движений гимнаста в суста-

вах, выполненных в полетном периоде упражнения «перелет Ткачева прямым телом», позволяет сделать следующее резюме по кинематике и отметить ее модельные параметры:

1. Переход из опорной части упражнения в полетную выполняется ранним активным контртемповым движением, т.е. небольшим срывом с грифа перекладины. Это необходимо для того, чтобы обеспечить своевременное выполнение требований к амплитуде и скорости контрвращения в полетной части упражнения.

2. Во время полетной части упражнения, сгибательно-разгибательные движения в суставах имеют несогласованный характер – разгибательные движения ног в тазобедренных суставах выполняются медленнее, чем в плечевых. Это необходимо для того, чтобы в полете гимнаст дольше оставался абсолютно прямым, что высоко оценивается судьями соревнований.

3. Модельные параметры, характеризующие полетную часть упражнения, которые определены в ходе нашего исследования, приведены в таблице.

Модельные параметры, характеризующие полетную часть упражнения

№ п/п	Биомеханическая характеристика	Модельный параметр
1	Общее время полета, с	0,60
2	Время полета до максимума по оси Oy, с	0,24
3	Исходное положение ОЦМ по оси Ox, м	0,76
4	Конечное положение ОЦМ по оси Ox, м	-0,83
5	Исходное положение ОЦМ по оси Oy, м	0,57
6	Конечное положение ОЦМ по оси Oy, м	0,22
7	Максимум подъема ОЦМ по оси Oy относительно опоры, м	0,86
8	Координата ОЦМ по оси Ox в момент максимума по оси Oy, м	0,12
9	Начальная скорость ОЦМ по оси Ox, м/с	-2,66
10	Начальная скорость ОЦМ по оси Oy, м/с	2,36
11	Результирующая скорость ОЦМ в момент перехода в полетную часть упражнения, м/с	3,64
12	Угол вылета ОЦМ по отношению к оси Ox, град.	-40,6

ЛИТЕРАТУРА

1. Донской Д. Биомеханика : учеб. пособие для студ. факультетов физического воспитания пед. ин-тов. М. : Просвещение, 1975. 238 с.
2. Загrevский О.И., Загrevский В.О. Биомеханические закономерности вращательного движения модели тела спортсмена в связи с изменением уровня ее силового потенциала и масс-инерционных характеристик // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 343. С. 173–180.
3. Сучилин Н.Г., Савельев В.С., Попов Г.И. Оптико-электронные методы измерения движений человека. М. : ФОН, 2000. 126 с.

Статья представлена научной редакцией «Психология и педагогика» 28 сентября 2011 г.