

Основные модельные характеристики техники бега в конькобежном спорте

Белорусский национальный технический университет (г. Минск, Республика Беларусь)

Постановка научной проблемы и её значение. В современном спорте сложилась ситуация, при которой достижение высоких результатов возможно лишь с использованием новейших технологий. В качестве таких технологий может выступать оборудование для обеспечения соревнований и учебно-тренировочного процесса. Создание и использование такого оборудования должно осуществляться на основе глубокого понимания техники вида спорта. Для объяснения функциональной структуры спортивных двигательных действий, выявления их существенных связей с внешними объектами, внутренней организации и оценками количественных характеристик создают биомеханические модели техники видов спорта.

В настоящее время метод имитационного моделирования нашел широкое применение для изучения двигательных действий спортсменов. Имитационное моделирование локомоций конькобежца позволяет разрабатывать рациональные варианты спортивной техники с целью оптимизации учебно-тренировочного процесса и достижения запланированного результата.

Таким образом, выбор проблемы исследования обусловлен реально существующим научно-практическим противоречием. Для достижения высоких результатов в конькобежном спорте необходимо осуществлять учет биомеханических характеристик техники передвижения на коньках с целью выявления ошибок и приведения исследуемой техники в соответствие с модельными характеристиками. В то же время данные об основных кинематических и динамических характеристиках бега на коньках, составляющих модель рациональной техники, в научно-методической литературе отсутствуют.

Анализ последних исследований и публикаций из этой проблемы. Анализ литературных источников показал, что определению наиболее существенных характеристик техники конькобежного спорта уделяется большое внимание. Однако уже известные исследования касаются выявления биомеханических характеристик бега по прямой [1], а также теоретического описания бега на коньках модели “клап-скейт” [2]. Конструкция такого конька дает спортсмену возможность бежать весь отрезок стартового разгона. Подвижное лезвие позволяет значительно увеличить длину отталкивания, поскольку спортсмен выполняет его всем лезвием при полном контакте со льдом, даже в тот момент, когда нога уже почти полностью выпрямлена, а стопа разогнута. При использовании старой модели конькобежец отталкивался только носком лезвия. В новой модели в работу включается голеностопный сустав, который раньше осуществлял меньшую работу. Следовательно, сила отталкивания увеличивается. В то же время вопросу изучения двигательных действий конькобежца на повороте в научно-методической литературе уделено недостаточно внимания.

Задачи исследования:

1) определить основные кинематические характеристики данного двигательного действия (траектория, скорость и ускорение общего центра тяжести (ОЦТ) спортсменки; угловая скорость и угловое ускорение продольной оси тела спортсменки; суставные углы отдельных фаз движения и особенности их изменения);

2) определить собственный момент инерции тела спортсменки.

Для достижения цели использовались следующие **методы**: высокоскоростная видеосъемка и биомеханический анализ снятых видеофрагментов. Съемка проводилась на скорости 300 кадров в секунду. При этом биомеханический анализ проводился при фактической частоте 100 кадров в секунду. Наличие исходных данных, с дискретностью 0,01 с, дает возможность с приемлемой точностью определить биомеханические параметры техники бега на коньках. В ходе анализа использовалась методика, разработанная на кафедре биомеханики Белорусского государственного университета физической культуры [3]. Полученные данные обработаны с помощью программы MS Excel.

Съемка проводилась на конькобежном стадионе МКСК “Минск-Арена” в феврале 2012 г. В исследовании приняла участие сборная команда Республики Беларусь по конькобежному спорту.

Для анализа использовался видеоматериал, на котором представлена конькобежка, являющаяся мастером спорта РБ, членом сборной команды РБ по конькобежному спорту.

Изложение основного материала и обоснование полученных результатов исследования. Для анализа рассмотрен цикл техники бега по повороту. Цикл представляет собой две фазы скольжения и одну фазу отталкивания. Началом цикла выбран исходный момент фазы скольжения на правой ноге. Оканчивается цикл завершением фазы скольжения на левой ноге. Продолжительность рассматриваемого видеофрагмента – 0,61 с.

При исследовании кинематических характеристик были выявлены траектория, скорость и ускорение ОЦТ спортсменки. Траектория ОЦТ имеет криволинейную форму. С начала цикла до момента, когда толчковая нога возвращается под туловище спортсмена, наблюдается движение ОЦТ вверх. Затем, на протяжении двухопорного скольжения спортсменки положение ОЦТ по вертикали не меняется, после чего снова наблюдается движение ОЦТ вверх. Максимальное изменение координат ОЦТ по вертикали приходится на фазу отталкивания правой ногой. В этой фазе происходит одновременное разгибание и сгибание ноги, что обеспечивает наибольшую скорость, ускорение и продвижение тела вперед.

Скорость ОЦТ спортсменки на протяжении цикла меняется. В момент отрыва правой ноги от поверхности льда наблюдается максимальное значение скорости. Это является результатом мощного движения ногой перед отталкиванием, которое обеспечивается длительным движением конька относительно поверхности льда, а также повышением уровня работы мышц ног [4].

Фаза скольжения начинается в тот момент, когда толчковая нога отрывается от поверхности для возвращения в исходное положение под туловищем, и заканчивается когда спортсменка начинает выполнять отталкивание опорной ногой. Скольжение способствует поддержанию набранной скорости во время отталкивания. Из рисунка 1 видно, что, как только скорость начинает снижаться, конькобежка выполняет отталкивание.

Во время фазы скольжения на правой ноге наблюдается волнообразное изменение ускорения (рис. 1) в пределах от 262 м/с^2 до 345 м/с^2 : В начале фазы отталкивания ускорение ОЦТ увеличивается до значения 365 м/с^2 , а в конце фазы – уменьшается. Фаза скольжения на левой ноге характеризуется увеличением ускорения до значения 600 м/с^2 .

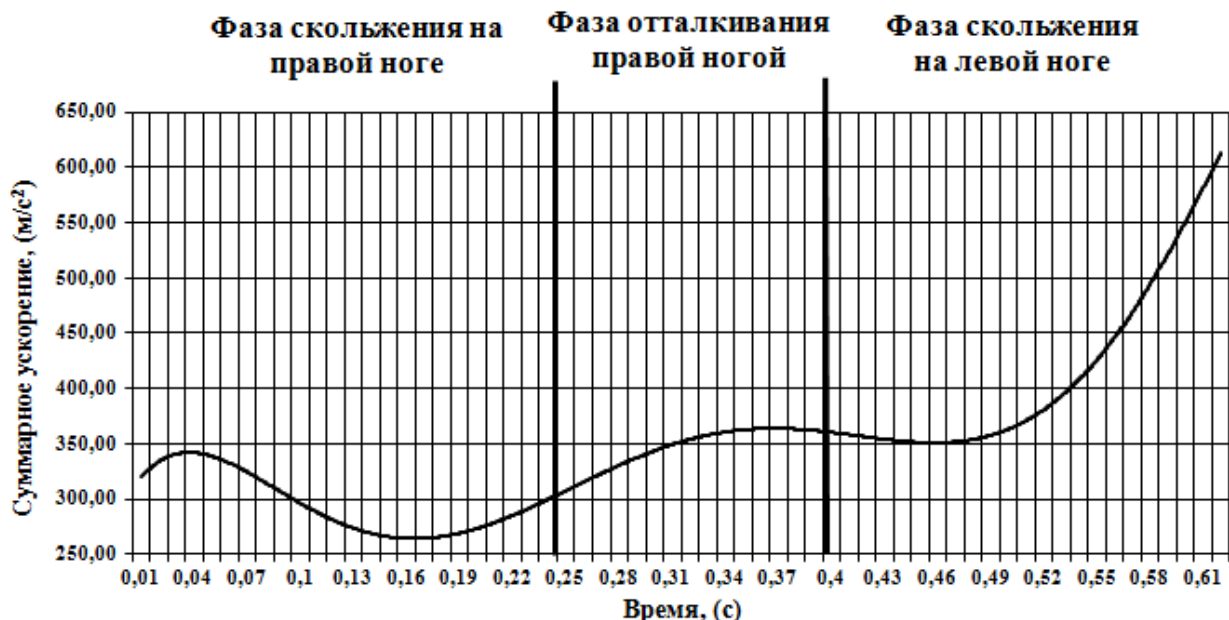


Рис. 1. Пример изменения суммарного ускорения ОЦТ спортсменки при выполнении цикла техники бега на повороте

При исследовании ориентации тела конькобежки в пространстве были определены угловая скорость и угловое ускорение продольной оси тела спортсменки.

Изменение угловой скорости продольной оси тела спортсменки имеет вид синусоиды. В начале цикла, когда происходит “полет” толчковой ноги, угловая скорость увеличивается и достигает значения 1,8 рад/с. Во время возвращения толчковой ноги под туловище угловая скорость продольной оси уменьшается до значения -1 рад/с. Затем наступает момент во время которого вес тела спортсменки распределен на обе ноги и угловая скорость продольной оси увеличивается. Период времени 0,30–0,45 с от начала цикла, когда значение угловой скорости достигает минимума ($-1,6$ рад/с), соответствует выносу опорной ноги вперед и отталкиванию. Затем следует фаза скольжения на левой ноге. В это время происходит увеличение угловой скорости продольной оси тела спортсменки при “полете” толчковой ноги и уменьшение – при возвращении её под туловище.

Изменение углового ускорения продольной оси тела спортсменки имеет волнообразный вид (рис. 2). На протяжении фазы скольжения (как на правой, так и на левой ноге) значения углового ускорения продольной оси тела спортсменки увеличиваются и уменьшаются. Увеличение происходит во время возвращения толчковой ноги под туловище, а уменьшение во время «полета» толчковой ноги и двухопорного положения тела спортсменки. Для фазы скольжения на правой ноге характерно уменьшение углового ускорения до 120 рад/с² и последующее увеличение его до 108 рад/с². Во время фазы отталкивания правой ногой, после момента двухопорного положения, происходит увеличение углового ускорения от 120 рад/с² до 75 рад/с². Фаза скольжения на левой ноге характеризуется продолжающимся увеличением углового ускорения до значения 165 рад/с² и последующим уменьшением до 368 рад/с², после чего вновь следует увеличение углового ускорения.

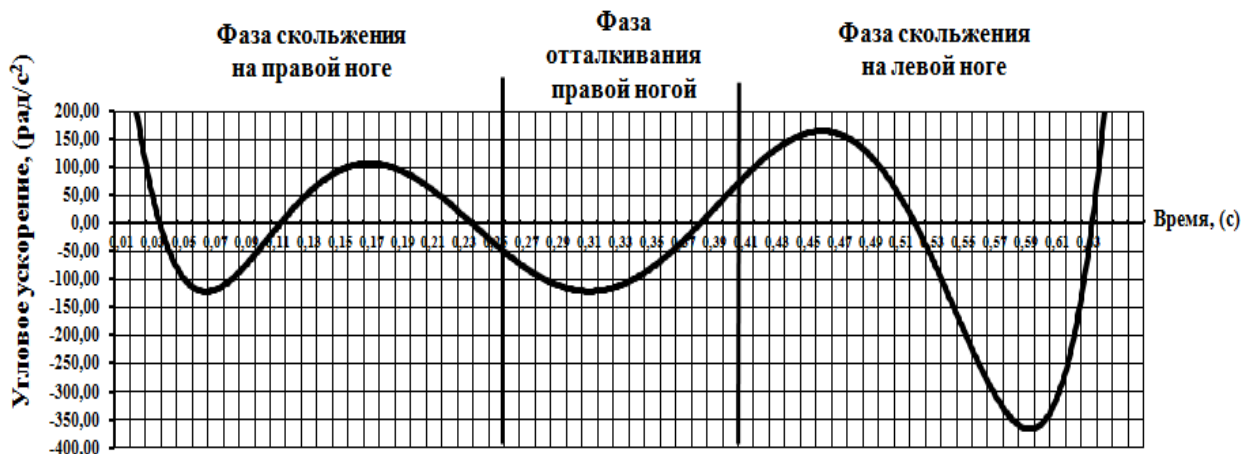


Рис. 2. Пример изменения углового ускорения продольной оси тела спортсменки при выполнении цикла техники бега по повороту

Характеристика любого двигательного действия предполагает описание элементов динамической осанки, а также главных и корректирующих управляющих движений в суставах [3; 5]. При выполнении бега на коньках по повороту в фазе отталкивания элементы динамической осанки представлены суставами руки, лежащей на спине, а также коленным суставом опорной ноги. Фаза скольжения характеризуется минимальными изменениями суставных углов в коленном и голеностопном суставах опорной ноги, а также плечевом суставе руки, лежащей на спине. Таким образом, при выполнении всего цикла техники бега по повороту элементами динамической осанки являются суставы руки лежащей на спине, а также коленный сустав опорной ноги. Главными управляющими движениями данного двигательного действия является поочередное отталкивание правой и левой ногой, а корректирующим – маховое движение правой рукой.

В фазе отталкивания максимальное изменение углов происходит в коленном и голеностопном суставах толчковой ноги, а также в суставах маховой руки. Для фазы скольжения характерно максимальное изменение углов в коленном и тазобедренном суставах опорной ноги, а также в плечевом и локтевом суставах маховой руки. Все движения рук и ног взаимодополняют друг друга, способствуя поддержанию оперативной позы конькобежки.

Собственный момент инерции тела спортсменки изменяется во время движения. При скольжении на правой ноге происходит его увеличение до значения $16,2$ кг м². Во время фазы отталкивания собственный момент инерции тела уменьшается до $9,0$ кг м², после чего (фаза скольжения на левой

ноге) снова увеличивается до значения $10,6 \text{ кг м}^2$. Увеличение собственного момента инерции тела спортсменки во время фазы скольжения обусловлено максимальным удалением всех звеньев тела от ОЦТ.

Выводы. Таким образом, данные, полученные в результате биомеханического анализа цикла техники бега по повороту в конькобежном спорте позволяют заключить, что данное двигательное действие имеет ряд характерных особенностей. В частности, наибольшая скорость ОЦТ тела спортсменки наблюдается в момент отрыва толчковой ноги от поверхности льда. Наибольшее ускорение ОЦТ характерно для фазы отталкивания правой ногой, поскольку в конькобежном спорте выполняется только левый поворот на вираже. При выполнении цикла техники бега по повороту элементами динамической осанки являются суставы руки лежащей на спине, а также коленный сустав опорной ноги. Управляющими движениями, в свою очередь, являются поочередное отталкивание правой и левой ногами, корректирующим – маховое движение правой рукой.

Перспективой дальнейших исследований в этом направлении представляется использование для анализа материалов полученных в результате двух- и трехплоскостной высокоскоростной видеосъемки. Данные, полученные в ходе исследования, также могут быть использованы с целью разработки технического задания для проектирования тренажера или тренировочного устройства, позволяющего совершенствовать технику бега по повороту в конькобежном спорте.

Список использованной литературы

1. Воронов А. В. Имитационное биомеханическое моделирование как метод изучения двигательных действий человека / А. В. Воронов // Теория и практика физической культуры. – 2004. – № 2.
2. Научно-практические проблемы спорта высших достижений – Ванкувер 2010 : материалы Междунар. конф., Минск 4 июня 2009. – Минск : [б. и.], 2009.
3. Сотский Н. Б. Практикум по биомеханике / Н. Б. Сотский, В. Ю. Екимов, В. К. Пономаренко. – Мн. : БГУФК, 2011. – 91 с.
4. Классическая техника катания на роликовых коньках [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://neskripit.ru/news/list/1009/>
5. Сотский Н. Б. Биомеханика : учеб. пособ. / Сотский Н. Б. – Мн. : БГУФК, 2005. – 192 с.

Аннотации

Достижение высоких результатов в конькобежном спорте в настоящее время возможно лишь с использованием новейших технологий в подготовке спортсменов. Моделирование движений конькобежца на основе данных биомеханического анализа позволяет определить наиболее рациональные варианты техники рассматриваемого вида спорта. В ходе исследования решалась задача изучения основных модельных характеристик бега по повороту в конькобежном спорте с использованием методики биомеханического анализа, разработанной на кафедре биомеханики Белорусского государственного университета физической культуры. Экспериментально определены кинематические, инерционные и энергетические характеристики техники рассматриваемого двигательного действия.

Ключевые слова: конькобежный спорт, биомеханический анализ, видеосъемка, моделирование.

Ольга Зайко, Максим Семенюк. Основні модельні характеристики техніки бігу в ковзанярському спорті. *Достиження високих результатів у ковзанярському спорті нині можливе лише з використанням новітніх технологій у підготовці спортсменів. Моделювання рухів ковзанярів на основі даних біомеханічного аналізу дає змогу визначити найбільш раціональні варіанти техніки розглянутого виду спорту. Під час дослідження розв'язувалося завдання вивчення основних модельних характеристик бігу та повороту в ковзанярському спорті з використанням методики біомеханічного аналізу, розробленої на кафедрі біомеханіки Білоруського державного університету фізичної культури. Експериментально визначено кінематичні, інерційні та енергетичні характеристики техніки розглянутої рухової дії.*

Ключові слова: ковзанярський спорт, біомеханічний аналіз, відеозйомка, моделювання.

Olha Zaiko, Maksym Semeniuk. Main Model Characteristics of Running Technique in Skating. *Nowadays, achievement of high results in skating is possible only because of the usage of the latest technologies in sportsmen training. Modeling of movements of skaters on the basis of biomechanical analysis allows determining the most rational variants of the technology in the sport. In the course of the investigation we solved the problem of studying the main model characteristics of running in turning in skating using the method of biomechanical analysis developed at Biomechanics department of Belarusian state university of physical training. Kinematic, inertial and energy characteristics of the technology in the motion action concerned were experimentally identified.*

Key words: skating, biomechanical analysis, video filming, modeling.