

УДК 796.012

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СПОРТИВНЫХ ДВИЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ИХ ФАЗОВОГО СОСТАВА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО МАСТЕРСТВА КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ БОБСЛЕИСТОВ

Павельев И.Г., Остриков А.П., Костенко Е.Г., Алдарова Л.М.

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма»,
Краснодар, e-mail: ipavelyev@gmail.com*

Техника старта в бобслее зачастую имеет определяющее значение в получении преимущества в гонке, поскольку именно на начальном этапе задаются значения всех биомеханических параметров, определяющих дальнейшее поведение боба на трассе. И если во время гонки траекторию движения и устойчивость может корректировать пилот, то показатели максимальной скорости и ускорения должны быть заданы уже в первые секунды после старта. В связи с этим является актуальной задача повышения технического мастерства квалифицированных бобслеистов, а также способы их физического совершенствования, что позволит увеличить взрывную силу спортсменов на этапе стартового разгона. Целью исследования было провести биомеханический анализ фазового состава спортивных движений квалифицированных бобслеистов в момент разгона. Для этого были определены основные кинематические показатели и их изменение в течение времени во время совершения рывка и разгона на старте гонки. Методы и организация исследования: в качестве метода исследования выступило педагогическое тестирование группы квалифицированных бобслеистов, выполняющих стартовый разгон со специально сконструированной физической моделью боба весом 100 кг. Полученные данные фиксировались средствами высокоскоростной маркерной видеосъемки. Обработка и подсчет необходимых показателей производились методами математической и статистической обработки. В ходе исследований были установлены основные угловые кинематические характеристики и их изменение во времени для коленного, тазобедренного и голеностопного суставов спортсменов.

Ключевые слова: биомеханический анализ, бобслейная гонка, фазовый состав, стартовое усилие, угловые характеристики, взрывная сила

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF SPORTS MOVEMENTS TAKING INTO ACCOUNT THEIR PHASE COMPOSITION TO IMPROVE THE TECHNICAL SKILLS OF QUALIFIED BOBSLEDDERS

Pavelev I.G., Ostrikov A.P., Kostenko E.G., Aldarova L.M.

*Kuban State University of Physical Culture, Sport and Tourism, Krasnodar,
e-mail: ipavelyev@gmail.com*

The technique of starting in bobsleigh is often crucial in gaining an advantage in the race. Since it is at the initial stage that the values of all biomechanical parameters that determine the further behavior of bob on the track are set. And if during the race the trajectory of movement and stability can be adjusted by the pilot, then the indicators of maximum speed and acceleration should be set already in the first seconds after the start. In this regard, it is an urgent task to improve the technical skills of qualified bobsledders, as well as ways of their physical improvement, which will increase the explosive power of athletes at the stage of starting acceleration. The aim of the study was to conduct a biomechanical analysis of the phase composition of the sports movements of qualified bobsledders at the time of acceleration. For this purpose, the main kinematic indicators and their change over time during the jerk and acceleration at the start of the race were determined. Methods and organization of the study: pedagogical testing of a group of qualified bobsledders performing starting acceleration with a specially designed physical model of a bob weighing 100 kilograms was used as a research method. The obtained data were recorded by means of high-speed marker video recording. The processing and calculation of the necessary indicators were carried out by methods of mathematical and statistical processing. During the research, the main angular kinematic characteristics and their change over time for the knee, hip and ankle joints of athletes were established.

Keywords: biomechanical analysis, bobsleigh race, phase composition, starting force, angular characteristics, explosive force

В бобслейной гонке основной задачей разгоняющих является приведение спортивного снаряда массой 100 кг в движение с максимальной скоростью и ускорением. При этом продолжить разгон гораздо проще, чем привести в движение тяжелый снаряд. Поэтому эффективность в данном случае определяется способностью разгоняющего посредством взрывной силы

передать бобу максимально возможный импульс, что определяется развитием у спортсмена физической взрывной силы, а также сил упругой деформации [1, 2]. Технику старта в бобслее можно разделить на несколько фаз [3]:

- 1) исходное положение;
- 2) принятие стартового положения;
- 3) реализация стартового усилия.

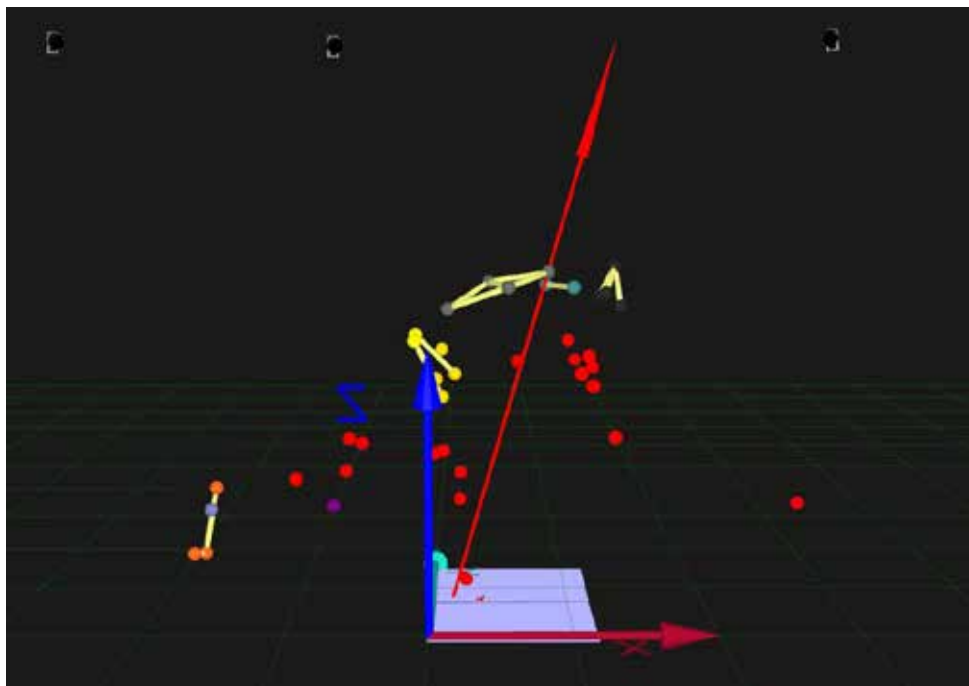


Рис. 1. Модель бобслеиста, выполняющего стартовый разгон в лабораторных условиях

Третью фазу можно разделить на два периода: период одноопорного отталкивания (на толчковую ногу) и период двуопорного отталкивания (на обе ноги). Подробный анализ данного фазового состава с биомеханической точки зрения позволит спортсменам и тренерам усовершенствовать технику стартового разгона, что даст большое преимущество в последующей гонке на трассе [4, 5]. Для решения данной задачи была поставлена цель исследования: проанализировать пространственно-временную последовательность фазового состава во время приведения боба в движение.

Материалы и методы исследования

Исследование проводилось на базе лаборатории анализа двигательной деятельности Кубанского государственного университета физической культуры, спорта и туризма совместно с Южным федеральным центром спортивной подготовки Юг-Спорт. В педагогическом тестировании приняла участие команда бобслеистов высокой квалификации в составе 15 спортсменов. Основной массив данных был получен посредством высокоскоростной маркерной видеосъемки. В комплекс видеоанализа входили несколько камер, количество которых можно было изменять в зависимости от задач исследования. Скорость видеосъемки и маркерной съемки можно было выставлять вплоть до 400 кадров в секунду. Получен-

ные с камер данные поступали в программу регистрации и обработки данных на персональном компьютере под управлением операционной системы Microsoft Windows. Там происходила двухмерная и трехмерная обработка полученных сигналов с камер и строилась многозвенная биомеханическая модель (рис. 1).

За счет того, что видеокамеры располагались по углам и периметру помещения, удавалось полностью охватить участок, в котором спортсмен выполнял спортивное движение. Выявленные статистические данные, такие как среднеквадратические отклонения, средние значения и ошибки среднего, рассчитывались методами математической и статистической обработки в пакетах Microsoft Excel и Statistica. В ходе исследований были получены угловые кинематические характеристики движения и их изменение с течением времени во время стартового разгона для коленного, тазобедренного и голеностопного суставов каждого спортсмена. Также фиксировалась величина усилия на опору при отталкивании.

Результаты исследования и их обсуждение

В фазе принятия исходного положения углы в исследуемых суставах составили соответственно $100 \pm 5,4^\circ$ в тазобедренном, $111 \pm 4,1^\circ$ в коленном, $76,1 \pm 5,2^\circ$ в голеностопном (рис. 2).



Рис. 2. Фазовый состав стартового усилия бобслеиста

В следующем за этим стартовым положением происходит сгибание во всех трех разноименных суставах. При этом в тазобедренном происходит изменение до значения $69,7 \pm 3,8^\circ$, что соответствует угловому перемещению $30,3^\circ$. В коленном суставе при осуществлении возвратного движения происходит разгибание до $139,9 \pm 9,5^\circ$, а потом сгибание, что соответствует угловому перемещению $28,9^\circ$. В то же время в голеностопном суставе изменение угла составляет $12,2 \pm 1,6^\circ$, что соответствует значению $63,9 \pm 4,6^\circ$. Особенности изменений углов в суставах делают возможной амортизацию в коленном суставе уже в начале фазы принятия стартового положения, длительность которой составила $0,71 \pm 0,04$ с.

В фиксированный момент стартового положения углы в суставах составили соответственно $67,3 \pm 3,1^\circ$ в тазобедренном суставе, $118,2 \pm 4,7^\circ$ в коленном, $64,1 \pm 4,3^\circ$ в голеностопном. В то же время, как показали результаты наблюдений, спортсмены в основном не фиксируют позу, переходя к реализации стартового усилия, что говорит об активности данной позы.

Как видно из рис. 2, в момент реализации стартового усилия при двуопорном отталкивании спортсмен воздействует на опору одновременно и толчковой, и маховой ногами. В этот момент происходит практически синхронное изменение угловых параметров в обеих конечностях. Это так же видно из графиков на рис. 3 – в первые секунды движения они практически совпадают (рис. 3). В тазобедренных суставах толчковой и маховой ног угловые перемещения составляют $41,3^\circ$, с $63,3 \pm 2,8$ до $104,6 \pm 6,4^\circ$. В коленных суставах угол меняется со $119,3 \pm 1,4$ до $124,2 \pm 3,6^\circ$ при угловом

перемещении в $4,9^\circ$ и в голеностопном $62,4 \pm 5,4$ до $90,1 \pm 4,3^\circ$ при угловом перемещении $27,7^\circ$. При этом длительность двуопорной фазы отталкивания составила примерно $0,3 \pm 0,04$ с.

Рассмотрение особенностей одноопорного и двуопорного отталкивания позволило установить несколько закономерностей распределения угловых перемещений в исследуемых суставах. В фазе одноопорного отталкивания основное угловое перемещение происходит за счет тазобедренного и коленного суставов, в которых доли перемещения составляют 42% и 37% соответственно. Вклад же голеностопного сустава составляет 21% , что говорит о том, что во время одноопорного отталкивания происходит нарастание перемещения в коленном суставе и сокращение вклада тазобедренного и голеностопного. В периоде двуопорного же отталкивания наблюдается несколько иная картина. На 66% оно происходит за счет перемещения в тазобедренном суставе, на 27% в голеностопном и на 7% в коленном. То есть основной вклад в перемещение снаряда вносят мышцы, осуществляющие разгибание тазобедренного сустава (рис. 4).

Так же в ходе исследований было рассмотрено изменение угловых скоростей при разгибании ключевых суставов спортсменов (рис. 5). Было установлено, что при разгибании тазобедренного сустава в двуопорном отталкивании угловая скорость достигает $315,7 \pm 27,6$ град/с. Она ощутимо отличается от угловых скоростей, регистрируемых в коленном и голеностопном суставах. В фазе одноопорного отталкивания скорости примерно на том же уровне ($330 \pm 26,9$ град/с), что говорит об отсутствии достоверных изменений.

угол, град

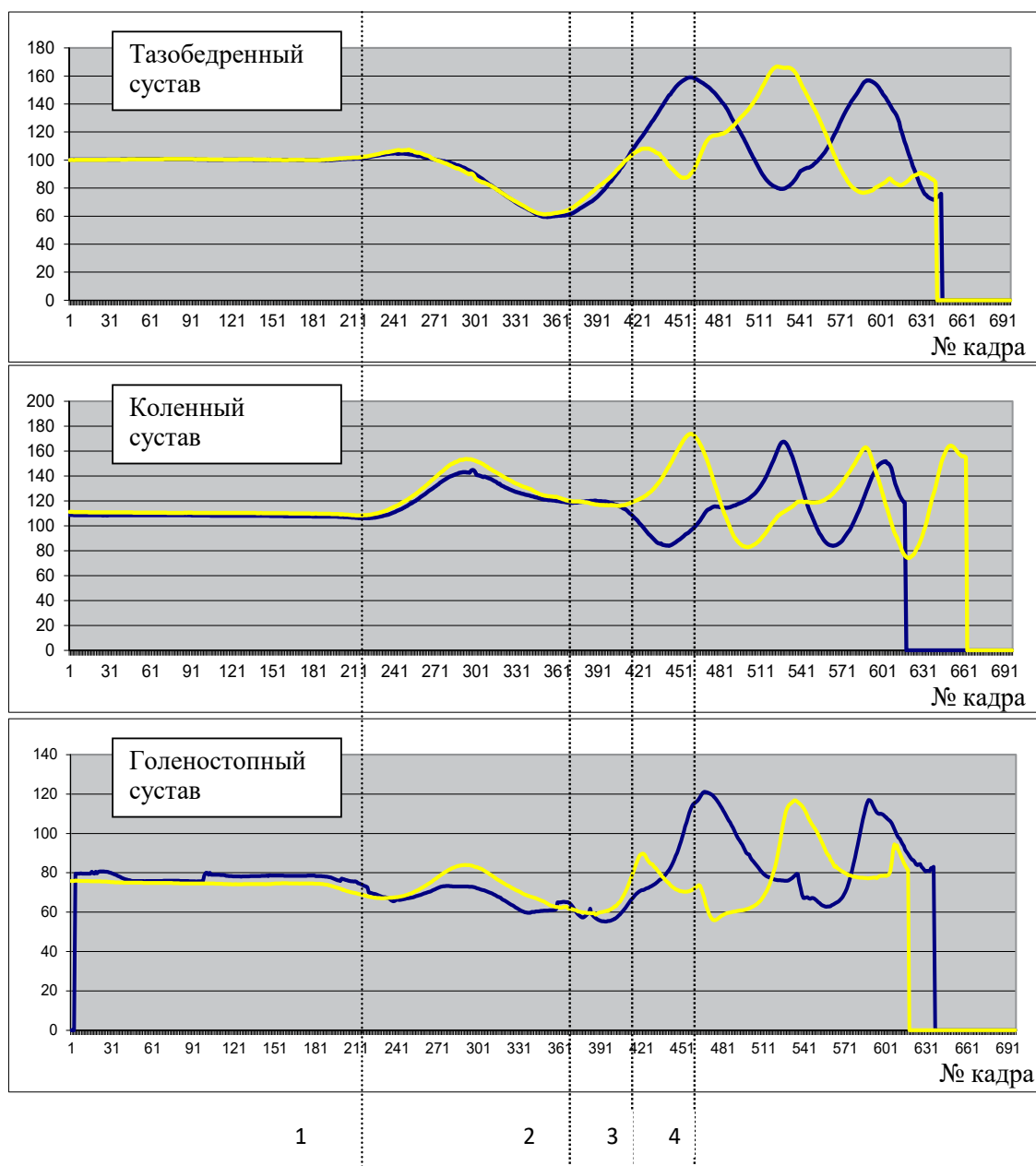


Рис. 3. Изменение угловых характеристик в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах толчковой и маховой ног в момент стартового разгона

1 – фаза принятия исходного положения; 2 – фаза принятия стартового положения;
3 – двуопорное отталкивание; 4 – одноопорное отталкивание

По данным скоростной маркерной видеосъемки максимальная скорость разгибания зафиксирована в голеностопном суставе, которая составила $498,9 \pm 27,3$ град/с. В коленном же суставе скорость разгибания составила $418 \pm 22,5$ град/с, что достоверно ниже. Таким образом, при максимальном

из выявленных угловых перемещений в тазобедренном суставе скорость разгибания в нем остается меньшей из зафиксированных во всех суставах. В то же время самая высокая скорость была зафиксирована в голеностопном суставе при наименьшем угловом перемещении.

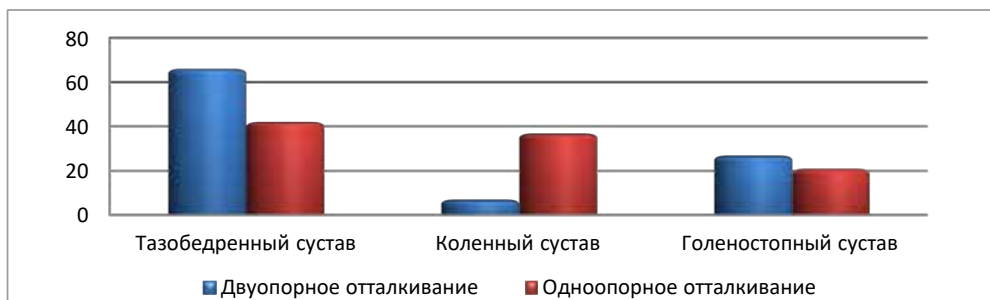


Рис. 4. Процентное соотношение углового перемещения в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах при различных видах отталкивания

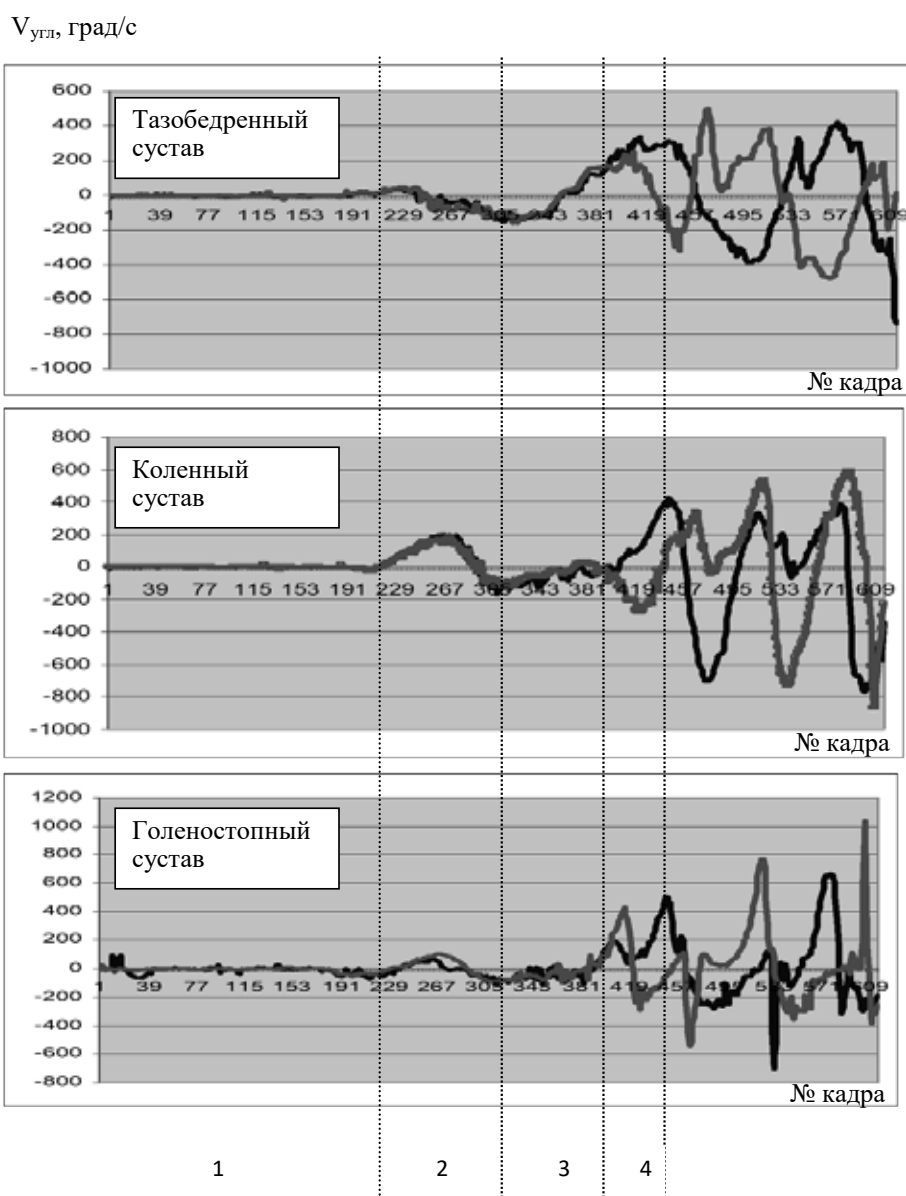


Рис. 5. Изменение скоростных характеристик в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах толчковой и маховой ног в момент стартового разгона
 1 – фаза принятия исходного положения; 2 – фаза принятия стартового положения;
 3 – двуопорное отталкивание; 4 – одноопорное отталкивание

Заключение

За время исследования были определены основные угловые биомеханические характеристики для тазобедренного, коленного и голеностопного суставов толчковой и маховой ног и их изменение во время выполнения стартового разгона квалифицированными бобслеистами. В момент реализации техники старта были выделены периоды одноопорного и двуопорного отталкивания, которые имеют некоторые отличия по процентному соотношению угловых перемещений, а также величине угловых скоростей при разгибании ключевых суставов спортсменов. В то же время было установлено, что полученную в ходе двуопорного отталкивания скорость можно увеличить посредством разгибания суставов в фазе одноопорного отталкивания.

Список литературы

1. Овчинников Ю.Д. Биомеханика двигательной деятельности. Краснодар: КГУФКСТ, 2014. 265 с.
2. Овчинников Ю.Д., Выткалов С.О. Прикладная кинезитерапия в биомеханике движений тела человека // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 3. С. 11.
3. Павельев И.Г., Заболотный А.Г. Кинематические характеристики техники реализации стартового усилия в бобслее // Физическая культура, спорт – наука и практика. 2013. № 2. С. 7–10.
4. Юрков А.С., Савчук А.Н. Исследование взаимосвязи между временем разгона специализированного технического тренировочного средства и спортивным результатом стартового разгона в бобслее // Вестник ТПУ. 2009. № 10. С. 150–154.
5. Сорокин С.А., Аршинник С.П. Взаимосвязь и значимость биомеханических параметров разбега и отталкивания в достижении результата в прыжках в длину // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2019. № 5 (16). С. 130–137.