

## ОБ ЭЛЕМЕНТАХ ДИНАМИЧЕСКОЙ ОСАНКИ И УПРАВЛЯЮЩИХ ДВИЖЕНИЯХ СПОРТСМЕНКИ ПРИ АТАКЕ БАРЬЕРА НА ДИСТАНЦИИ 400 М



**Чжао Юйчэнь**

Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры



**Сотский Н.Б.**

д-р пед наук,  
профессор,  
Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры



**Козловская О.Н.**

Белорусский  
государственный  
университет  
физической культуры

В статье рассмотрена динамика позы спортсменки в ходе отталкивания при преодолении барьера на дистанции 400 м. Исследование проведено на основе скоростной видеосъемки и видеоанализа с использованием компьютерных технологий. В ходе регистрации характеристик суставных движений использован матричный способ регистрации позы, получены диапазоны изменения основных суставных углов. В результате исследования установлены элементы динамической осанки и управляющие движения в суставах для рассматриваемой фазы двигательного действия, обоснована перспектива использования фрикционных тренажеров в ходе специальной силовой подготовки.

**Ключевые слова:** бег с барьерами; динамическая осанка; управляющие движения.

### ABOUT THE ELEMENTS OF DYNAMIC POSTURE AND CONTROL MOVEMENTS OF A FEMALE ATHLETE WHEN ATTACKING THE HURDLE AT 400 M DISTANCE

The article discusses the dynamics of the athlete's posture during push-off when clearing a hurdle at 400 m distance. The study was carried out on the basis of high-speed video filming and video analysis using computer technologies. In the course of recording the characteristics of joint movements, the matrix method of posture registration was used, and the ranges of change of the main joint angles were obtained. As a result of the study, the elements of dynamic posture and control movements in the joints for the considered phase of motor action were established, the prospect of using friction simulators in the course of special strength training was substantiated.

**Keywords:** hurdling; dynamic posture; control movements..

### ВВЕДЕНИЕ

Биомеханико-педагогические подходы к проблеме обучения и совершенствования техники физических упражнений, а также развития специфических физических качеств предполагают необходимость представления соревновательных движений в виде сочетания ограничений подвижности в определенных сочленениях опорно-двигательного аппарата исполнителя (элементов динамической осанки) и целенаправленных движений в других (управляющих движений) [1–3]. В ходе общей или специальной физической подготовки именно указанные составляющие представляют собой объекты непосредственного педагогического воздействия, осуществляемого в ходе спортивной тренировки. Поэтому для организации эффективного тренировочного воздействия в случае конкретного физического упражнения необходимо не только точно знать указанные объекты, но

и учитывать режимы их работы, а также амплитудные и временные характеристики происходящих в суставах движений. Исследования такой направленности способствуют реализации сформулированного Ю.В. Верхошанским [4] принципа динамического соответствия, в соответствии с которым должна строиться специальная силовая подготовка спортсмена.

Установление объектов педагогического воздействия осуществляется на основе анализа динамики суставных углов спортсмена, что, в свою очередь, формирует программу позы. В связи со сказанным, определение последней представляет собой актуальную задачу для целого ряда видов спорта, до настоящего времени не исследованных в указанном отношении.

Настоящая статья посвящена исследованию закономерностей изменения позы при выполнении пре-

одоления барьера в такой легкоатлетической дисциплине, как бег на 400 метров с барьерами, и оценке возможности использования инновационных фрикционных тренажеров в качестве средства специальной силовой тренировки спортсменов, специализирующихся в данном виде легкой атлетики.

В ходе предварительных исследований [5] были получены результаты исследования закономерностей изменения позы спортсменки, преодолевающей барьер с момента отрыва от опоры до образования нового контакта с опорой и обоснована возможность использования фрикционного тренажера «Бизон-Т» для обеспечения нагрузкой характерных управляющих движений в суставах. Представленное в данной статье исследование затрагивает не менее важную фазу данного технического элемента – отталкивание от опоры в первой его части.

Цель исследования – определение динамики позы спортсменки при отталкивании в ходе атаки на барьер как основы подбора специальных упражнений для развития специфических силовых способностей, обеспечивающих эффективное выполнение основных управляющих движений.

## ■ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования использовалась высокоскоростная видеосъемка, проводимая в легкоатлетическом манеже университета физической культуры камерой Casio EX-F1 с частотой 300 кадров в секунду, расположенной перпендикулярно плоскости движения спортсменки. Обработка видеogramм осуществлялась с помощью методики видеоанализа, разработанного и используемого в учебном и исследовательском процессе кафедры биомеханики вышеназванного университета [6].

Результаты биомеханического анализа аналитически представлялись в матричной форме [7] на основе антропоморфной модели тела спортсмена, имеющего 20 суставов. Каждая строка матрицы (рисунок) соответствовала биокинематической цепи, а каждый столбец – суставному углу. При этом в ячейках последовательно указывались углы каждого сустава, соответствующие основным анатомическим движениям (циркумдукция, сгибательно-разгибательный тип и ротация).

Изменения позы и обеспечивающие ее суставные движения анализировались на основе сравнения матриц позы, соответствующих началу и концу рассматриваемой фазы физического упражнения. Полученные данные использовались для оценки применимости фрикционных тренажеров для специальной силовой подготовки барьеристок.

## ■ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходная и конечная поза рассматриваемой фазы отталкивания во время атаки на барьер пред-

ставлены на рисунке, в правой части которого приведены соответствующие матрицы.

Анализ закономерностей изменения позы в ходе отталкивания позволяет оценить работу основных сочленений, участвующих в выполнении осуществлении фазы рассматриваемого упражнения. Так, тазобедренный сустав опорной ноги выполняет разгибание на 43 градуса, одновременно коленный сустав изменяется (выпрямляется) на 12 градусов. Голеностопный сустав опорной ноги разгибается на 8 градусов.

При работе суставов маховой ноги происходит существенное сгибание в тазобедренном суставе на 97 градусов, при этом коленный и голеностопный суставы изменяются соответственно на 26 и 25 градусов.

В области сочленения грудного и поясничного отделов позвоночника имеется движение на 15 градусов вперед и в шейном отделе – на 17 градусов также вперед.

Для движения в суставах рук характерны: для плечевого сустава правой руки разгибание назад на 20 градусов, при одновременном сгибании на 31 градус в локтевом суставе и на 17 градусов в лучезапястном суставе. Левая рука сгибается в плечевом суставе на 87 градусов при одновременной ротации на 45 градусов вправо, в локтевом практически сохраняет суставной угол, и в лучезапястном происходит разгибательное движение на 24 градуса, приводящее данный сустав в положение, характерное для позы «основная стойка».

Полученные в результате исследования данные о динамике основных суставных углов во время выполнения отталкивания, а также их рассмотрение с позиций классической биомеханики спортивных движений [1] позволяет сделать заключение об их значимости для достижения цели рассматриваемого двигательного действия – обеспечения скорости общего центра тяжести (далее – ОЦТ) достаточной для преодоления барьера.

Так, движения, выполняемые в лучезапястных суставах, не следует рассматривать в качестве существенно влияющих на скорость ОЦТ в связи с незначительной массой кистей сравнительно с массой всего тела спортсмена. Аналогичное заключение можно сделать и в отношении движений, выполняемых в локтевых и плечевых суставах правой и левой рук. Последние разнонаправлены и основной их задачей является компенсация вращения тела в горизонтальной плоскости, стремящегося возникнуть из-за движения маховой ноги.

Как известно [1–3], наибольший эффект при образовании скорости ОЦТ имеют движения в суставах, расположенных в середине тела, разделяющих его на части, имеющие сравнимые массы. Это, прежде всего, тазобедренные суставы. В рассматриваемой ситуации в обоих тазобедренных суставах осуществляются заметные движения, однако движение опорной ноги связано с перемещением существен-

но большей массы и, как следствие этого, оказывает более существенное влияние на образование скорости ОЦТ, что подтверждается данными работы [7]. Тем не менее движение в тазобедренном суставе маховой ноги имеет заметно большую амплитуду, и его влияние также оказывается существенным.

Движения в коленных суставах в рассматриваемой ситуации имеют различный характер влияния на образование скорости ОЦТ. Так, коленный сустав маховой ноги имеет более высокую амплитуду, однако, если учесть сравнительно небольшую величину перемещаемой при этом массы, можно сделать заключение о незначительном влиянии данного движения на скорость. Для коленного сустава опорной ноги изменение угла составляет всего 12 градусов, однако при таком суставном движении, когда звено, удаленное от опоры, вращается в направлении требуемого перемещения ОЦТ тела, звено, расположенное ближе к опоре, стремится повернуться в обратном направлении, увлекая за собой ОЦТ и снижая его горизонтальную скорость [1]. Поэтому можно предположить, что в коленном суставе опорной ноги в рассматриваемой ситуации следует ограничивать движение, т. е. осуществить элемент динамической осанки.

Голеностопный сустав маховой ноги, в соответствии с аналогичными описанными выше обстоятельствами можно практически не учитывать в качестве элемента, оказывающего существенное влияние на скорость спортсмена. Голеностопный сустав

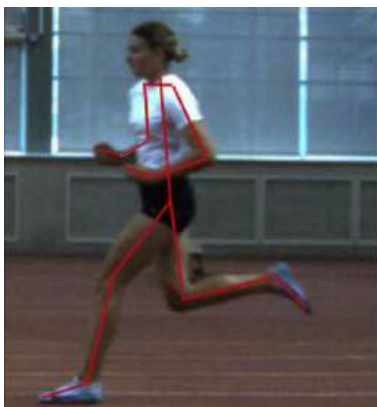
опорной ноги, выполняя разгибательное движение, обеспечивает более заметное влияние на образование скорости последующего полета, однако его амплитуда (всего 8 градусов) незначительна, в связи с чем можно сделать заключение о тенденции намеренного ограничения подвижности в данном суставе, что соответствует осуществлению элемента динамической осанки.

В суставах позвоночника происходят сгибательные движения в суставах грудного и шейного отделов. Эти движения носят компенсационный характер в отношении вращения тела как целого в плоскости движения и не оказывают существенного влияния на скорость ОЦТ.

В результате проведенного анализа можно сделать заключение об основных биомеханико-педагогических составляющих – элементах динамической осанки и управляющих движений, характерных для рассматриваемой фазы физического упражнения.

Так, в качестве основных элементов динамической осанки, обеспечивающих механизм создания скорости ОЦТ, следует рассматривать:

- ограничение движения в голеностопном суставе толчковой ноги;
- ограничение движения в коленном суставе опорной ноги;
- ограничение движения в поясничном отделе позвоночника.



180,3,0	180,88,0	0,53,0	xxx
0,43,0	180,25,0	0,54,0	xxx
0,0,0	0,69,0	0,37,0	xxx
180,18,0	0,97,0	0,24,0	xxx
0,0,0	0,0,0	0,0,0	0,0,0



0,94,0	180,114,0	0,78,0	xxx
0,0,0	180,13,0	0,46,0	xxx
180,20,0	0,100,0	0,54,0	xxx
0,69,-45	0,95,0	0,0,0	xxx
0,0,0	0,15,0	0,17,0	xxx

Рисунок – Поза спортсменки при отталкивании в ходе атаки на барьер

В качестве главных управляющих движений, энергетически обеспечивающих отталкивание в рассматриваемой ситуации, следует рассматривать:

- разгибательное движение в тазобедренном суставе опорной ноги;
- сгибательное движение в тазобедренном суставе маховой ноги.

Вспомогательными (корректирующими) управляющими движениями здесь будут действия в плечевых суставах и суставах позвоночника.

В соответствии с подходом, предложенным В.Т. Назаровым [1], любое двигательное действие представляет собой сочетание элементов динамической осанки и управляющих движений в суставах. Поэтому при специальной силовой тренировке следует обеспечивать приоритетную направленность упражнений на создание нагрузки для указанных составляющих соревновательного упражнения. При этом важнейшими требованиями вышеупомянутого принципа динамического соответствия являются соблюдение режима работы мышц, обеспечивающих суставы, и кинематических характеристик (направления движения звеньев, амплитуды и т. д.).

На основе данных, полученных в настоящем исследовании, можно рекомендовать обеспечение динамической нагрузкой преодолевающего характера движения в тазобедренных суставах обеих ног. При этом важным требованием здесь является использование установленного диапазона управляющих движений в качестве нижней границы с возможностью его последующего расширения за счет возрастающих проявлений силы и размаха движения. Во время выполнения специальных упражнений следует также обратить внимание на правильное осуществление элементов динамической осанки, ограничивая подвижность в соответствующих суставах.

Здесь можно рекомендовать использование тренажеров и тренировочных устройств, имеющих диссипативный способ обеспечения тренировочной нагрузки, например, фрикционные тренажеры, активно входящие в обиход в последние годы [8, 9]. Преимущество таких средств состоит в существенном снижении инерционных воздействий, характерных для использования массивных отягощений и отсутствии необходимости рассеивания механической энергии за счет опорно-двигательного аппарата тренирующегося. Последнее свойство в значительной мере снижает вероятность травмирования при достижении суставом положения, близкого к предельным.

## ■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что основными элементами динамической осанки при выполнении фазы отталкивания при атаке на барьер у спортсменок, специализирующихся в беге на 400 м с барьерами, являются ограничения подвижности в

голеностопном, коленном суставах толчковой ноги и в поясничном отделе суставов позвоночника.

Главными управляющими движениями, обеспечивающими образование скорости ОЦТ, в данной ситуации являются движения в тазобедренных суставах обеих ног.

Корректирующими управляющими движениями являются движения в плечевых суставах, в коленном суставе маховой ноги и суставах позвоночника.

При построении специальных силовых упражнений, направленных на силовую тренировку мышц, обеспечивающих главные управляющие движения, следует учитывать установленный диапазон амплитуды указанных главных управляющих движений в качестве минимального.

Для организации специальной силовой тренировки, направленной на мышцы, обеспечивающие главные управляющие движения в рассмотренной ситуации, можно рекомендовать использование устройств с фрикционным способом обеспечения тренировочной нагрузки.

## ■ ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров, В. Т. Движения спортсмена / В. Т. Назаров. – Минск : Польша, 1984. – С. 35–44.
2. Сотский Н. Б. Биомеханика : учеб. / Н. Б. Сотский. – Минск : РИВШ, 2023. – С. 39–40.
3. Загrevский, В. И. Биомеханика физических упражнений : учеб. пособие / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский. – Томск : ТМЛ-Пресс, 2007. – 274 с.
4. Верхошанский Ю. В. Основы специальной силовой подготовки в спорте / Ю. В. Верхошанский – 3-е изд. – М. : Советский спорт, 2013. – С. 156–165.
5. Чжао Юйчэнь Об особенностях изменения позы спортсмена во время преодоления барьера на дистанции 400 метров с барьерами / Чжао Юйчэнь, Д. Г. Кулевская, Н. Б. Сотский // Мир спорта. – 2022. – С.51–54.
6. Сотский, Н. Б. Практикум по биомеханике : практикум / Н. Б. Сотский, В. Ю. Екимов, В. К. Пономаренко. – Минск : БГУФК, 2014. – С. 51–55.
7. Сотский Н. Б. Конструктивные возможности управляющих движений в суставах / Сотский Н. Б., В. Ю. Екимов, В. А. Барташ // Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. – Вып 26. – С 32–36.
8. Сотский, Н. Б. Концептуальная модель силовой тренировки на основе использования фрикционных тренажеров со многими степенями свободы / Н. Б. Сотский // Мир спорта. – 2018. – № 3. – С. 27–32.
9. Сотский, Н. Б. Теоретико-методические основы разработки фрикционных тренажеров со многими степенями: монография / Н. Б. Сотский. – Минск : БГУФК, 2018. – С. 91–98.

**23.10.2023**