Дата публикации: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_31
УДК 611.7; 796.433.2

Publication date: 01.03.2022
DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_31
UDC 611.7; 796.433.2

ДИНАМИКА СКОРОСТИ УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ В КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИНАЛЬНОГО УСИЛИЯ ТЕХНИКИ МЕТАНИЯ КОПЬЯ

К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний, М.В. Абакумова
Адыгейский государственный университет, г. Майкоп, Россия

Аннотация. В статье проведено исследование генерации скорости угловых перемещений в звеньях кинематической цепи двигательного аппарата спортсменов высокого класса. Определение скорости угловых перемещений реализовано на основе применения оптической системы видеоанализа движений. Установлено два базовых типа действий по генерации скорости угловых перемещений в звеньях кинематической цепи двигательного аппарата спортсмена: действия по одновременной генерации скорости угловых перемещений и действия по последовательной генерации скорости угловых перемещений. Кроме того, установлены специфические особенности в действиях метателей при выполнении безопорных действий, амортизационных действий, и при выполнении действий по принятию финального положения.

Ключевые слова: кинематические характеристики техники метания копья, финальное усилие техники метания копья.

DYNAMICS IN ANGULAR MOVEMENT VELOCITY IN KINEMATIC CHAINS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM OF ELITE ATHLETES WHEN PERFORMING FINAL EFFORT OF THE JAVELIN THROWING TECHNIQUE

K.D. Chermit, A.G. Zabolotnij, M.V. Abakumova
Adyghe State University, Majkop, Russia

Annotation. This study is dedicated to the generation of angular movement velocity in kinematic chains of the musculoskeletal system of elite athletes. Registration of the angular movement velocity was made by using an optical system of movement video analysis. We have established two basic types of actions to generate angular movement velocity in links of the kinematic chain of the human's musculoskeletal system: actions for simultaneous generation and actions for consecutive generation of angular movements. Moreover, we have found specific features in actions of throwers in case of performing actions without support, amortizing actions and actions for taking a final position.

Key words: kinematic features of the javelin throwing technique, final effort of the javelin throwing technique.

Введение. Современный уровень развития мировой легкой атлетики характеризуется высочайшим уровнем конкуренции на соревнованиях мирового уровня. Объем и интенсивность спортивных нагрузок в подготовке высококвалифицированных спортсменов достигли критических величин, дальнейший рост которых ограничивается как биологическими возможностями организма человека, так и социальными факторами. В данных условиях дальнейший рост спортивных результатов все меньше связывается с наращиванием объема тренировочной нагрузки [1]. На этапе спортивного совершенствования в таких сложнокоординационных видах, как метание копья, незаменим четкий контроль исполнения технических элементов, важнейшим из которых является финальное усилие. Ключевую роль броска копья играет именно этот связующий компонент [2]. Его дисбаланс или малейшей

сбой незамедлительно отражается на спортивном результате. В связи с этим фактом, весьма актуальным становится поиск новых путей в неиспользованных резервах его исполнения. Повышение качества реализации может быть достигнуто за счет научно-обоснованной коррекции финального усилия техники метания копья. Однако для этого необходимо получение объективной информации о динамике генерации скорости угловых перемещений в кинематических цепях двигательного аппарата спортсменов высокого класса.

В основе техники метания копья лежит пространственно-временной порядок линейных и угловых перемещений в кинематических цепях двигательного аппарата спортсмена, обеспечивающий высокую скорость вылета снаряда. Скорость вылета, передаваемая снаряду через кисть спортсмена, обеспечивается сложением скоростей, достигнутых в звеньях кинематической цепи [3]. Однако механизм управления этой работой, обеспечивающий максимальное использование скоростного потенциала звеньев кинематической цепи для достижения общего системного эффекта – максимальной скорости вылета снаряда, в современной литературе не установлен.

Цель исследования: установить порядок генерации скорости угловых перемещений в звеньях кинематической цепи двигательного аппарата спортсменов высокого класса.

Методы и организация исследования. Исследование физической культуры Исследование реализовано на основе метания вспомогательного снаряда [4-5]. Регистрация кинематических характеристик проводилась при помощи оптической системы трехмерного видеоанализа движений фирмы «Биософт». Аппаратная часть комплекса «Видеоанализ движений» состоит из двух видеокамер, двух ламп подсветки, тест-объекта, световозвращающих маркеров, компьютера, платы видеозахвата, записывающей видеоряд на жесткий диск компьютера.

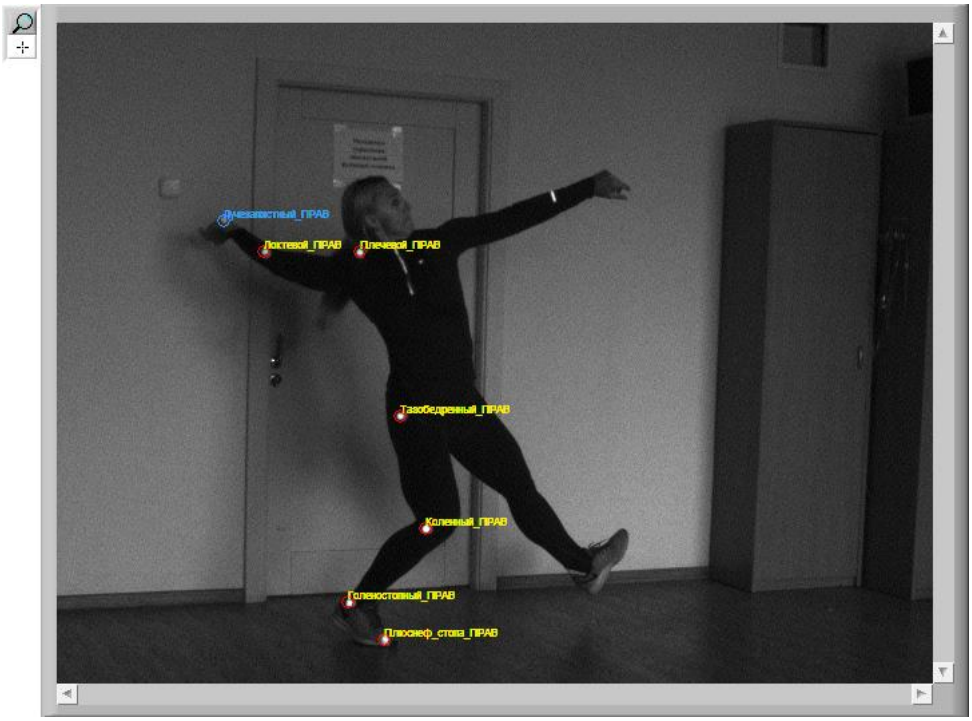


Рис. 1 Регистрация кинематических характеристик метания вспомогательного снаряда ЗМС России М. Абакумовой

Программное обеспечение комплекса дает возможность фиксировать изменение угловых и линейных кинематических характеристик движения. Для регистрации кинематических характеристик движения на испытуемого с латеральной стороны тела в области проекции центра лучезапястного, плечевого, локтевого, тазобедренного, коленного, голеностопного, плюснефалангового суставов устанавливались световозвращающие (отражающие направленный свет) маркеры диаметром 2,5 см. Испытуемый выполнял метания, которые записывались на две видеокамеры, располагавшиеся на расстоянии около 6 м от места съемки и под углом 60° к основному направлению движения испытуемого. В исследовании приняли участие два заслуженных мастера спорта России (рис. 1).

Полученные видеозаписи обрабатывались с помощью программы «Видеоанализ-3D Биософт» на основе которой строилась кинетограмма и трехмерная модель финального усилия метания вспомогательного снаряда (рис. 2).

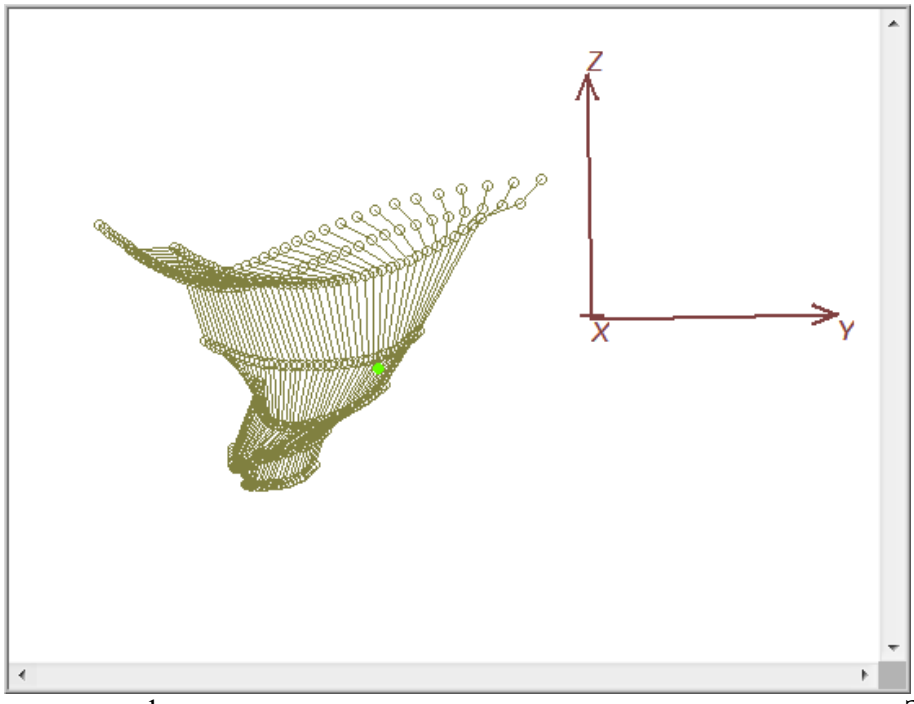


Рис. 2. Кинетограмма финального усилия метания вспомогательного снаряда ЗМС России Д. Тарабина

Результаты исследования и их обсуждение. Изучены графические траектории скорости угловых перемещений в суставах при выполнении метания вспомогательного снаряда. В результате сопоставления моментов проявления максимальных значений скорости угловых перемещений, в процессе выполнения последнего броскового шага удалось установить, что наибольшие ее показатели у всех спортсменов установлены при разгибании голеностопного, коленного и тазобедренного сустав.

При выполнении этой части тестового задания Заслуженными мастерами спорта России Дмитрием Тарабиным и Марией Абакумовой установлено, что во время выполнения последнего броскового шага оба спортсмена принимают финальное положение путем одновременной генерации максимальной скорости угловых перемещений при разгибании в голеностопном и коленном суставах и сгибании в тазобедренном суставе. Это подтверждается совпадением моментов достижения максимальных показателей скорости угловых перемещений на

графических траекториях угловой скорости. Наибольшая скорость угловых перемещений у обоих спортсменов регистрируется при разгибании в голеностопном суставе (рис. 3). Так у Д. Тарабина она составляет 362 °/с, а у М. Абакумовой – 365 °/с. Изучение графических траекторий скорости разгибания в голеностопном суставе позволяет установить, что они у обоих спортсменов преимущественно совпадают (рис. 3).

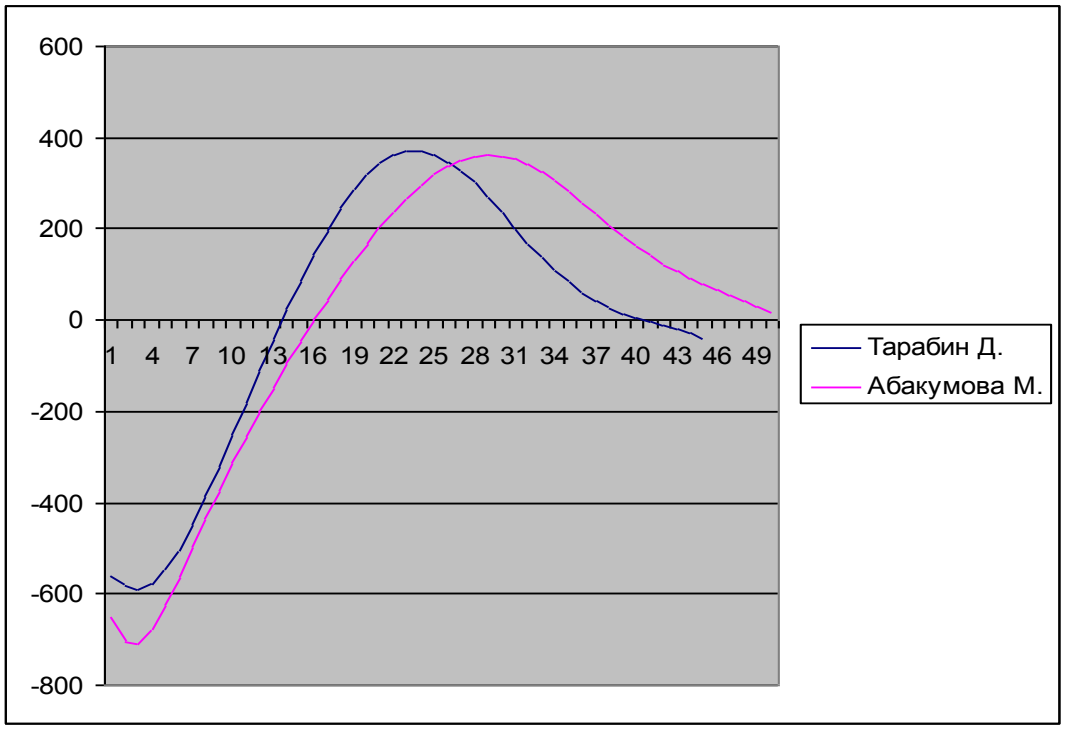


Рис. 3. Динамика скорости углового перемещения в голеностопном суставе

Каждый спортсмен в процессе исследования выполнил несколько тестовых попыток, после каждой проводилась самооценка собственных действий. Наиболее эффективной спортсмены указали ту попытку, в которой в фазе принятия финального положения была установлена наибольшая скорость разгибания в голеностопном суставе.

Таким образом, совпадение динамики скорости углового перемещения в голеностопном суставе у заслуженных мастеров спорта позволяет отнести данный показатель к базовым кинематическим характеристикам спортивного мастерства.

Изучение графических траекторий скорости углового перемещения в коленном суставе позволяет установить их несовпадение (рис. 4). Проявление различий обусловлено различным механизмом работы коленного сустава в фазе амортизации последнего броскового шага.

Так, Д. Тарабин с момента приземления на правую ногу до момента постановки левой ноги производит разгибание правой ноги в коленном суставе.

М. Абакумова действует иным образом: после приземления на правую ногу в процессе реализации амортизационных действий производит сгибание ее в коленном суставе, а в фазе принятия финальной позы – разгибание. Изучение графических траекторий скорости углового перемещения в коленном суставе позволяет установить у Д. Тарабина высокую скорость (более 300°/с) разгибания правой ноги в коленном суставе в момент постановки ее на опору, после чего она резко снижается до минимальных значений (5°/с) и вновь резко возрастает после постановки левой ноги на опору. Момент достижения максимальной скорости на графической траектории явно выражен, он регистрируется позже момента

достижения максимальной скорости в голеностопном и тазобедренном суставе, совпадая с началом действий по обгону снаряда. У М. Абакумовой изучение графических траекторий скорости углового перемещения в коленном суставе (рис. 5) позволяет установить, что в момент постановки правой ноги на опору (по завершению безопорной фары) высокую скорость сгибания в коленном суставе графической траектории этот участок характеризуется отрицательными значениями скорости углового перемещения.

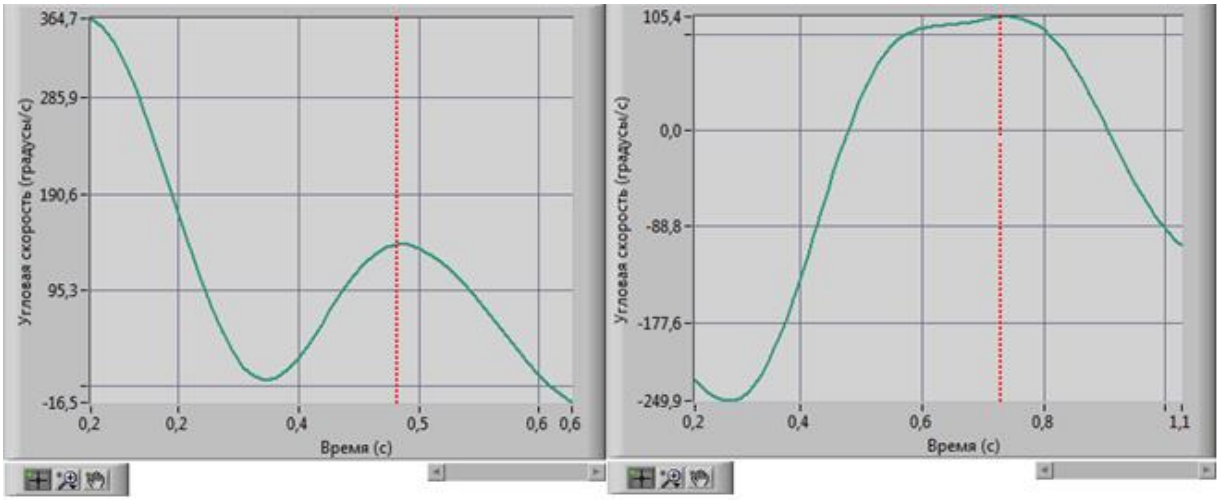


Рис. 4. Динамика скорости углового перемещения в коленном суставе ЗМС России Д. Тарабина (слева) и М Абакумовой (справа)

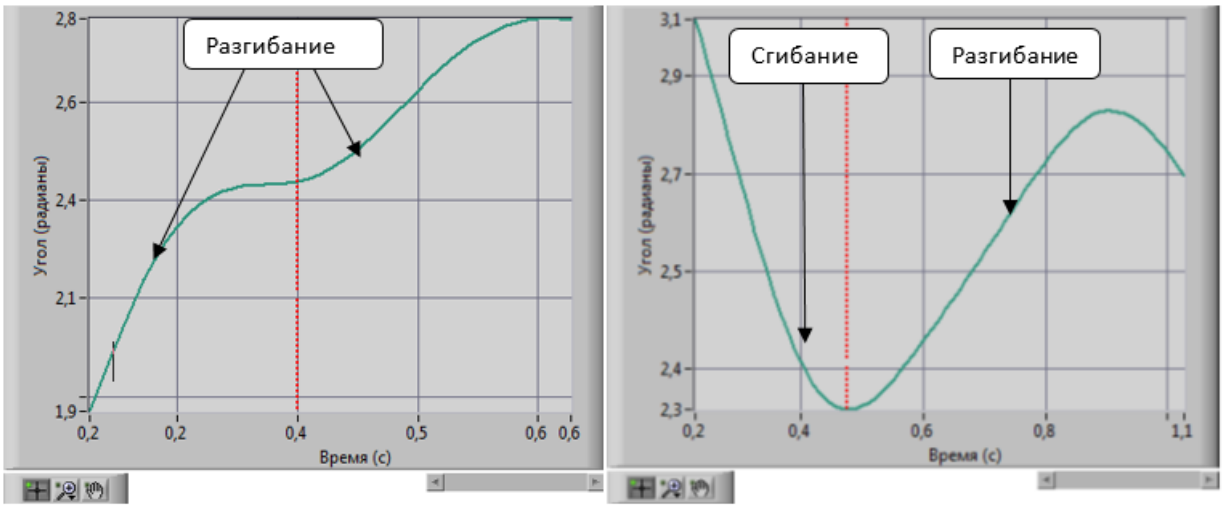


Рис. 5. Динамика углового перемещения в коленном суставе ЗМС России Д. Тарабина (слева) и М Абакумовой (справа)

К моменту завершения амортизационных действий скорость сгибания в коленном суставе снижается до нуля. Сгибание переходит в разгибание, скорость которого резко возрастает и достигает максимального значения к моменту постановки левой ноги на опору, и далее поддерживается в процессе реализации действий по обгону снаряда. Кроме того, как у Д. Тарабина, так и у М. Абакумовой момент достижения максимальной скорости разгибания в коленном суставе регистрируется позже момента достижения максимальной скорости в голеностопном и тазобедренном суставе. Однако

пик максимальной скорости разгибания коленном суставе на графической траектории не выражен (рис. 5). Такое проявление динамики скорости разгибания в коленном суставе может отражать специфические особенности спортсменов, в частности – уровень физической подготовленности.

Изучение графических траекторий скорости углового перемещения в тазобедренном суставе у заслуженных мастеров спорта при выполнении последнего броскового шага позволяет установить их несовпадение. Прежде чем перейти к анализу графических кривых скорости сгибания и разгибания в тазобедренном суставе необходимо отметить, что угловая скорость в этом суставе может генерироваться за счет механизмов, обеспечивающих движение бедра, механизмов движения туловища, а также одновременной работы данных механизмов (рис. 6).

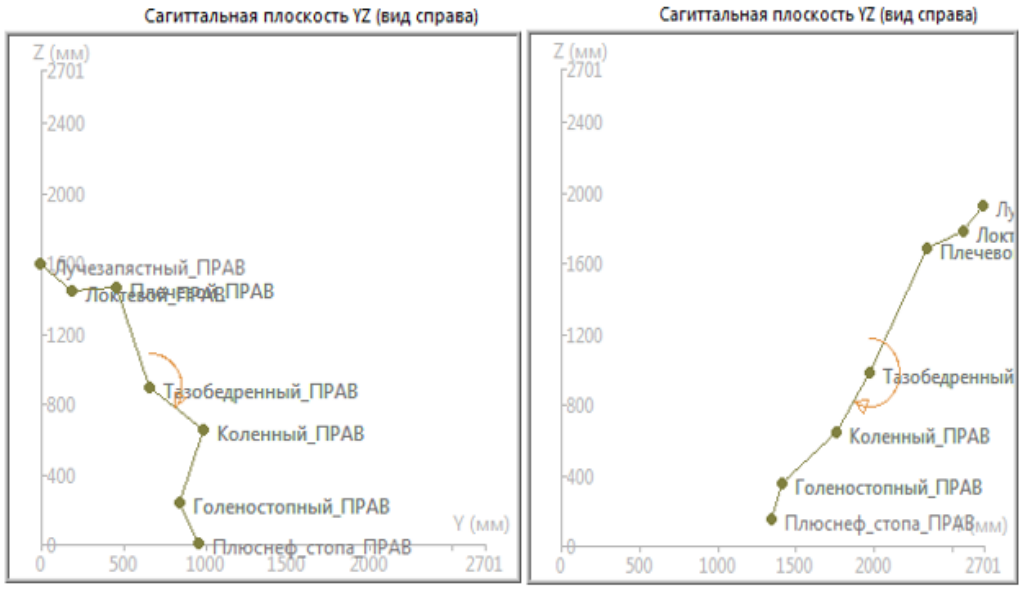


Рис. 6. Модель углового перемещение в тазобедренном суставе (построена на основе кинематограммы финального усилия Д. Тарабина)

Сгибание в тазобедренном суставе преимущественно в фазе принятия финального положения реализуется за счет механизмов, обеспечивающих движение бедра. Визуально спортсмен мощно продвигает таз вперед, опережая плечо, предплечье и кисть, удерживающие метаемый снаряд в нужном положении. Разгибание в тазобедренном суставе реализуется в финальной фазе преимущественно за счет механизмов, обеспечивающих движение туловища.

Изучение графических траекторий скорости углового перемещения позволяет установить, что в момент постановки правой ноги на опору у Д. Тарабина установлена высокая скорость (более 400°/с) сгибания в тазобедренном суставе в момент постановки правой ноги на опору. Далее в процессе выполнения амортизационных действий и в ходе принятия финального положения она снижается. Таким образом, генерация максимальной скорости сгибания в тазобедренном суставе, как и в коленном, реализуется в процессе безопорных действий. Ее достижение в тазобедренном суставе обусловлено работой механизмов, обеспечивающих движение бедра. К началу реализации финальной фазы данные механизмы завершают свою работу, процесс сгибания сменяется процессом разгибания, где в работу включаются механизмы, обеспечивающие движение туловища. Наибольшие значения скорости разгибания в тазобедренном суставе отмечаются в момент начала

финального усилия (170°/с), после чего скорость углового перемещения снижается до нуля к моменту выпуска метаемого снаряда Изучение графических траекторий скорости углового перемещения в процессе сгибания и разгибания в тазобедренном суставе у М. Абакумовой позволяет установить, что в отличии от Д. Тарабина в момент постановки правой ноги на опору у М. Абакумовой установлены низкие показатели скорости сгибания в тазобедренном суставе. Далее к моменту завершения амортизационных действий скорость сгибания резко возрастает более 140 °/с. Ее генерацию, как у Д. Тарабина, обеспечивают механизмы, обеспечивающие движение бедра. В процессе принятия финальной позы скорость сгибания в тазобедренном суставе снижается менее 100 °/с. После постановки левой ноги на опору и начала реализации финального усилия процесс сгибания переходит в разгибание, которое реализуется на основе механизмов, обеспечивающих движение туловища. Наибольшая скорость разгибания в тазобедренном суставе отмечаются в момент начала финального усилия (61 °/с), после чего скорость углового перемещения снижается до минимальных значений к моменту выпуска метаемого снаряда (рис. 7).

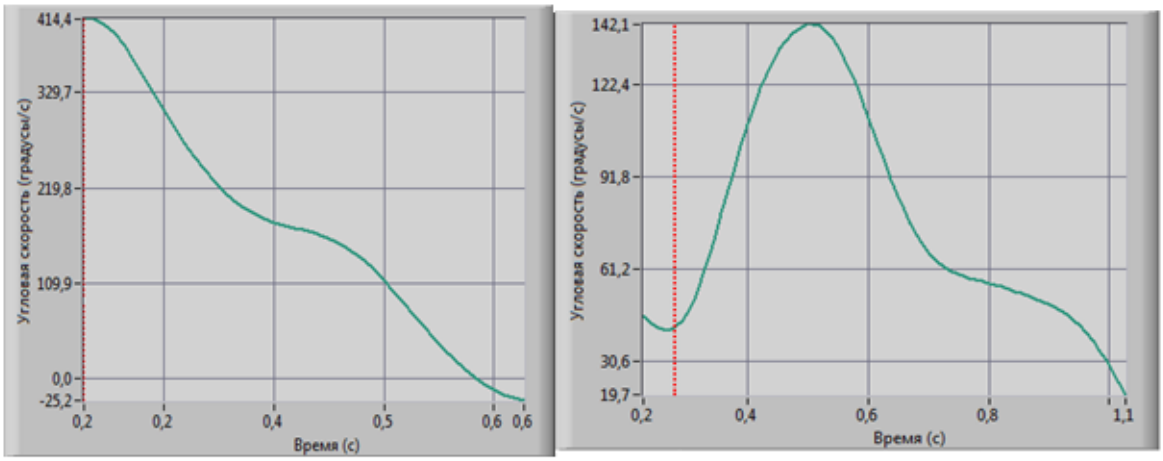


Рис. 7. Динамика скорости углового перемещения в тазоберенном суставе ЗМС России Д. Тарабина (слева) и М Абакумовой (справа)

Изучение графических траекторий скорости угловых перемещений (сгибания и разгибания) позволяет установить, что начало действий по принятию финального положения у обоих сопровождаются высокой скоростью сгибания в тазобедренном суставе. Однако ее достижение у М. Абакумовой происходит в опорном положении, а у Д. Тарабина – в безопорном.

В финальной фазе порядок действия обоих спортсменов совпадает. Финальное усилие они выполняют путем последовательных разгибаний в тазобедренном, плечевом и локтевом и лучезапястном суставе. Скорость угловых перемещений последовательно возрастает от тазобедренного к локтевому суставу.

Заключение. Таким образом, изучение графических траекторий скорости угловых перемещений при выполнении техники метания вспомогательного снаряда заслуженными мастерами спорта Д. Тарабиным и В. Абакумовой позволяет установить, что действия метателей совпадают только при выполнении финальной фазы, где у обоих спортсменов совпадает порядок генерации угловых скоростей в звеньях кинематической цепи двигательного аппарата.

Различия в действиях метателей установлены при выполнении безопорных действий, амортизационных действий и действий по принятию финального положения. Установленные различия позволяют класси-

фицировать технику метания вспомогательного снаряда на два способа: технику метания откосом и технику метания наскоком. Д. Тарабин использует техники метания отскоком, М. Абакумова –технику метания наскоком.

Каждый из выделенных видов техники метания включает четыре фазы:

- фазу безопорных действий;
- фазу амортизационных действий;
- фазу действий по принятию финального положения;
- фазу выполнения финальных действий.

Содержание каждой фазы включает типичный для каждого вида метания порядок действий по генерации скорости угловых перемещений в суставах.

Изучение графических траекторий скорости угловых перемещений позволяет выделить два базовых типа действий по генерации скорости угловых перемещений в звеньях кинематической цепи двигательного аппарата спортсмена: действия по одновременной генерации скорости угловых перемещений и действия по последовательной генерации скорости угловых перемещений.

Одновременная генерация скорости угловых перемещений регистрировалась в том случае, если моменты достижения максимальных параметров скорости угловых перемещений преимущественно совпадали (если несовпадение по времени не превышало 0,02 с).

Последовательная генерация скорости угловых перемещений регистрировалась в том случае, если моменты достижения максимальных параметров скорости угловых перемещений не совпадали (если несовпадение по времени превышало 0,02 с).

Кроме того, существует смешанный тип, когда в одной фазе проявляются признаки и одновременной, и последовательной генерации скорости угловых перемещений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумова М.В. Классификация способов выполнения финального усилия техники метания копья / М.В. Абакумова, К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний // Теория и практика физической культуры. – 2020. – № 10. – С. 80-82.
2. Хасин Л.А. Структура метания копья, построенная на основе анализа результатов скоростной видеосъемки / Л.А. Хасин, А.Б. Рафалович // Москва. – 2015. – С. 139-145.
3. Campos J. Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics / J. Campos, G. Brizuela, V. Ramon // [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.iaaf-rdc.ru/ru/docs/publication/64.html (Дата обращения: 21.12.2021).
4. Чермит К.Д. Классификация кинематических характеристик при выполнении приседаний со штангой в пауэрлифтинге / К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология. – 2013. – № 4. – С. 37.
5. Чермит К.Д. Изменение кинематических характеристик при выполнении приседаний со штангой в пауэрлифтинге / К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 8. – С. 73-77.

REFERENCES

1. Abakumova M.V. Classification of methods of performing the final effort of the javelin throwing technique / M.V. Abakumova, K.D. Chermit, A.G. Zabolotnij // Theory and Practice of Physical Culture. – 2020. – № 10. – P. 80-82.
2. Khasin L.A. The structure of javelin throwing based on the analysis of the high-speed videography results / L.A. Khasin, A.B. Rafalovich // Moscow. – 2015. – P. 139-145.
3. Campos J. Three-dimensional kinematic analysis of elite javelin throwers at the 1999 IAAF World Championships in Athletics / J. Campos, G. Brizuela, V. Ramon // [Electronic resource] Access mode: http://www.iaaf-rdc.ru/ru/docs/publication/64.html (Accessed on 21.12.2021).
4. Chermit K.D. Classification of kinematic characteristics when performing squats with a barbell in powerlifting / K.D. Chermit, A.G. Zabolotnij // Bulletin of the Adyghe State University. Series 3: Pedagogy and Psychology. – 2013. – № 4. – P. 37.
5. Chermit K.D. Change in kinematic characteristics when performing squats with a barbell in powerlifting / K.D. Chermit, A.G. Zabolotnij // Theory and Practice of Physical Culture. – 2013. – № 8. – P. 73-77.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Казбек Довлетмизович Чермит – доктор педагогических наук, доктор биологических наук, профессор, Адыгейский государственный университет, Майкоп.
Анатолий Геннадиевич Заболотний – кандидат педагогических наук, доцент, Адыгейский государственный университет, Майкоп, e-mail: zabolotniy-tol1@yandex.ru.
Мария Васильевна Абакумова – заслуженный мастер спорта России, аспирант, Адыгейский государственный университет, Майкоп.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Kazbek Dovletmizovich Chermit – Doctor of Pedagogical Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor, Adyghe State University, Majkop.
Anatolij Gennadievich Zabolotnij – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Adyghe State University, Majkop, e-mail: zabolotniy-tol1@yandex.ru.
Maria Vasil'evna Abakumova – Honored Master of Sports, Post-Graduate Student, Adyghe State University, Majkop.

Для цитирования: Чермит К.Д. Динамика скорости угловых перемещений в кинематических цепях двигательного аппарата высококвалифицированных спортсменов при выполнении финального усилия техники метания копья / К.Д. Чермит, А.Г. Заболотний, М.В. Абакумова // Современные вопросы биомедицины. – 2022. – Т. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_31

For citation: Chermit K.D. Dynamics in angular movement velocity in kinematic chains of the musculoskeletal system of elite athletes when performing final effort of the javelin throwing technique / K.D. Chermit, A.G. Zabolotnij, M.V. Abakumova // Modern Issues of Biomedicine. – 2022. – Vol. 6. – № 1. DOI: 10.51871/2588-0500_2022_06_01_31