

9. Жилина, М.Я. Оценка техники стрельбы с помощью технических средств / М.Я. Жилина, А.А. Шалманов, А.В. Акторов // Теория и практика физической культуры. – 1981. – № 11 – С. 12–14.

10. Система оптического захвата движений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.qualisys.com/software/analysis-modules/>. – Дата доступа: 15.10.2020.

11. Система сенсорного анализа давления кистевого хвата [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.tekscan.com/products-solutions/human-gait-analysis>. – Дата доступа: 15.10.2020.

УДК 796.412.22

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ «MOTION CAPTURE» В ОЦЕНКЕ СЛОЖНЫХ ФОРМ ДВИЖЕНИЙ В ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКЕ

POSSIBILITIES OF MOTION CAPTURE TECHNOLOGY IN ASSESSMENT OF DIFFICULT FORMS OF MOVEMENT IN RHYTHMIC GYMNASTICS

Гусейнов Д.И.

Белорусский государственный университет физической культуры, г. Минск

На сегодняшний день особой актуальностью обладает проблема качественного и количественного анализа сложных соревновательных элементов в художественной гимнастике. В данной работе рассмотрены основные возможности применения технологии «motion capture» в анализе вращательных движений в художественной гимнастике, а также ее главные преимущества перед высокоскоростной видеосъемкой.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: художественная гимнастике, вращательные упражнения, «Планише», система захвата движений, количественный анализ.

Nowadays, the problem of qualitative and quantitative analysis of complex competitive elements in rhythmic gymnastics is of particular relevance. This paper discusses the main possibilities of using «motion capture» technology in the analysis of rotational movements in rhythmic gymnastics, as well as its main advantages over high-speed video filming.

KEY WORDS: rhythmic gymnastics, rotational exercises, «Planchet», «motion capture», quantitative analysis.

Художественная гимнастика является сложнокоординационным видом спорта, достижение высокого соревновательного результата в котором требует сочетания таких двигательных способностей, как координация движений и гибкость. Кроме того, спортсмену необходимо в достаточной степени овладеть общим контролем над телом и быть способным сохранять поструральную устойчивость при выполнении сложных двигательных действий, а также их

сочетаний, характеризующихся стремительной сменой направления движений и изменением двигательной программы в целом, быстрым поступательным и вращательным перемещением в пространстве в пределах соревновательного ковра, а также высокой скоростью выполнения отдельных соревновательных элементов с различным инвентарем (булавы, мяч, скакалка, обруч, лента) [1]. Кроме того, сложность соревновательной программы возрастает ввиду необходимости ее выполнения в определенном ритме согласно музыкальному сопровождению [2].

Стоит отметить, что проблеме совершенствования и оценке ловкости взаимодействия с предметами, пространственному ориентированию при выполнении вращательных и прыжковых элементов, способности вращения и фиксации позы в одноопорном положении в настоящее время отводится повышенное внимание среди исследователей и экспертов в данном направлении [3, 4]. Это обусловлено высоким уровнем конкуренции среди спортсменов на соревнованиях различного уровня, а также сложным, многокомпонентным, строгим и бескомпромиссным процессом судейства. На современном этапе развития художественной гимнастики для обеспечения высокого уровня конкуренции спортсменам необходимо постоянно совершенствовать свой моторный потенциал, а также существенно усложнять и наполнять свою соревновательную программу двигательными элементами высокой трудности [5, 6].

Все упражнения и отдельные элементы в художественной гимнастике можно классифицировать относительно скорости их выполнения, амплитуды и ритмической структуры [7]. Одними из основных и наиболее трудных элементов соревновательной программы являются вращательные движения, успешное выполнение которых обеспечивает спортсмену существенное преимущество в очках. Анализируя правила оценки и судейства выполнения вращательных элементов в соревнованиях по художественной гимнастике, можно выделить наиболее емкие с точки зрения начисления баллов особенности [8]:

- Вращение должно осуществляться вокруг первоначальной оси, заданной в начале вращения. В противном случае, все последующие вращения выполняются вне зачета.

- Наибольшей технической сложностью и, как следствие, большей оценочной емкостью обладает вращение, выполняемое исключительно на метатарзальной области стопы.

- Дополнительные баллы трудности начисляются за каждое полное вращение.

В зависимости от степени соответствия выполняемого вращения вышеперечисленным условиям спортсмену начисляются баллы.

В большинстве случаев даже на уровне спорта высоких достижений процесс совершенствования техники выполнения вращательных и других сложных двигательных элементов в художественной гимнастике сопровождается исключительно наблюдением и экспертным заключением специалистов без использования современных систем и устройств, позволяющих существенно объективизировать процедуру оценки качества движений. Подобное обстоятельство обуславливает актуальность применения на определенных этапах

спортивной подготовки различных аппаратно-программных комплексов, позволяющих качественно и количественно описать и проанализировать технику выполнения соревновательных элементов в художественной гимнастике.

Сложность выполнения вращательных элементов в художественной гимнастике заключается в поддержании определенной позы, оптимизированной с точки зрения взаимного расположения звеньев и сочленений тела обеспечивающих многократное вращение вокруг первоначальной оси без потери равновесия. Это достигается благодаря соблюдению определенных условий выполнения суставных движений в различных фазах вращательного упражнения. К числу основных можно отнести: рациональное относительно амплитуды и скорости выполнение маховых движений наиболее инертными звеньями тела спортсмена в подготовительной фазе; фиксация определенных сочленений при вращении, а также понижение общего центра тяжести системы за счет определенного пространственного расположения сегментов.

В качестве примера рассмотрим вращательный элемент «Планше». Основным и наиболее инертным звеном, маховое движение которого обеспечивает наибольший кинетический момент и, как следствие, скорость и направление первоначального вращения, является нога, выполняющая маховое движение. Непосредственно от скорости выполнения махового движения и его траектории в рамках подготовительной фазы определяется биомеханическая эффективность выполнения вращения «Планше» с точки зрения величины результирующего угла поворота тела спортсмена. Дело в том, что выполнение излишне амплитудного и скоростного махового движения оказывает существенное инерционное воздействие на тело спортсмена и, при отсутствии достаточно физической подготовленности спортсмена, способствует его смещению с первоначальной оси вращения. Кроме того, для выполнения вращательных движений исключительно на метатарзальной области стопы, необходимо существенно повысить устойчивость биомеханической системы тела спортсмена посредством смещения наиболее массивных и инертных сегментов, во-первых, ближе к оси вращения, и во-вторых, ближе к поверхности опоры (рисунок 1).

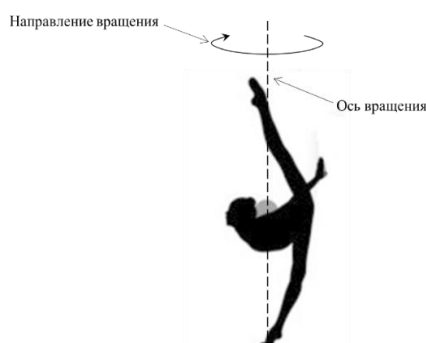


Рисунок 1 – Пространственное расположение сегментов тела спортсмена относительно оси вращения при выполнении элемента «Планше»

Одним из основных сегментов, пространственное расположение которого позволяет существенно повысить устойчивость тела спортсмена при выполне-

нии рассматриваемого вращения, является туловище. В зависимости от степени гибкости поясничного, грудного и шейного отделов позвоночника, у спортсмена имеется возможность приближения туловища к поверхности опоры при соблюдении всех требований к техническому исполнению соревновательного элемента «Планше».

Для обеспечения эффективного совершенствования техники выполнения вращательных элементов в художественной гимнастике с учетом всех вышеописанных условий, необходимо обеспечить качественную визуализацию выполняемых упражнений посредством применения различных аппаратно-программных средств, способствующих количественному анализу движений со сложной координационной структурой. Поскольку соревновательные элементы в художественной гимнастике представляют собой крайне сложные формы движений, а наибольший интерес представляют количественные данные, характеризующие особенности взаимного расположения основных сегментов тела спортсмена относительно друг друга и их движения в пространстве, мы считаем, что целесообразным является использование систем интеллектуального видеонализа выполняемых двигательных действий. К числу таковых можно отнести высокоскоростную видеосъемку с нескольких ракурсов и системы видеозахвата движений (с англ. – «motion capture»).

На сегодняшний день подобные системы анализа пространственной организации движения, а также особенностей ее изменения находят применение в различных видах спорта, что подтверждается наличием большого количества как отечественных, так и зарубежных научных работ [9–12]. Очевидным и существенным преимуществом систем видеозахвата движений в сравнении с высокоскоростной видеосъемкой с нескольких ракурсов является возможность детального визуального анализа выполняемых двигательных действий, а также возможность их количественного описания с точки зрения пространственной организации. Даже наличие нескольких ракурсов, видеоизображения с которых синхронизированы по времени и воспроизводятся одновременно, не позволяет подробно проанализировать движение, поскольку некоторые важные аспекты могут находиться вне поля зрения наблюдателя. При этом, необходимость сопоставления информации, получаемой с разных ракурсов, в единое визуальное представление о технике выполняемых двигательных действий, существенно повышает трудоемкость подобной процедуры. Совокупность перечисленных факторов обуславливает необходимость применения систем видеозахвата движений. При этом повышению достоверности получаемых данных способствует применение так называемых безмаркерных систем видеозахвата движений (с англ. – «markerless motion capture systems»), которые основаны на вычленении подвижного объекта в кадре относительно статичного фона. Использование таких интеллектуальных технологий и аппаратно-программных средств в анализе сложных форм движений повышает точность регистрируемых данных и существенно облегчает процесс их обработки при условии соблюдения необходимых требований относительно подготовки и калибровки измерительного пространства, расстановки камер и т. д. Кроме того, отсутствие на теле спортсмена каких-либо маркеров, необходимых в случае использования

технологий маркерного захвата движений, не ограничивает его двигательную производительность при выполнении анализируемого движения.

Результатом применения технологий как маркерного, так и безмаркерного захвата движений является цифровая модель тела спортсмена, содержащая в себе все основные сегменты и сочленения, в которых возможно выполнение двигательных действий с точки зрения анатомических особенностей, повторяющих движения в динамике выполнения упражнения согласно своему «натурному прототипу» (рисунок 2).

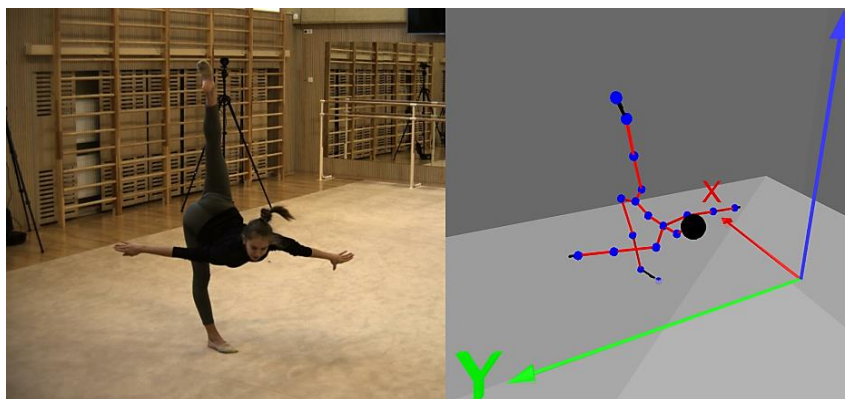


Рисунок 2 – Результат применения технологии безмаркерного захвата движений в виде цифровой биомеханической модели

Возвращаясь к вопросу необходимости и эффективности применения технологий захвата движений при анализе соревновательных элементов в художественной гимнастике, необходимо отметить, что наибольшей информативностью обладают данные величин суставных углов в основных сочленениях как непосредственно при выполнении вращения, в рамках которого следует обратить внимание на их стабильность, так и в подготовительной фазе, в которой важно отследить и проанализировать особенности изменения величин суставных углов. Кроме того, высокой педагогической ценностью обладают данные, характеризующие траектории лучезапястных и голеностопных суставов контралатеральных конечностей. Траектории лучезапястных суставов должны повторять друг друга с точки зрения расстояния от оси вращения и находится в одной плоскости. То же касается и траектории голеностопных суставов, радиусы вращения которых в основных фазах движений должны соотноситься с определенным коэффициентом. Также, важно следить за величиной ротационного разворота туловища при выполнении вращения, поскольку это может существенно повлиять на результативность элемента и устойчивость спортсмена в целом.

Подводя итог всему вышесказанному, необходимо отметить, что эффективность применения технологии «motion capture» в художественной гимнастике обусловлена возможностью подробного качественного и количественного анализа сложных соревновательных элементов. А при соблюдении всех необходимых условий и требований в процессе регистрации возможно существенно снизить трудоемкость процесса обработки и создания цифровой

модели движения. Кроме того, на основании текущих зарегистрированных данных, характеризующих индивидуальные особенности пространственной организации движения, имеется возможность на основании дифференциальных уравнений смоделировать наиболее оптимальное взаимное расположение сегментов тела спортсмена с целью повышения результативности выполнения вращательных элементов, проявляемых в итоговом количестве полных вращений.

Список литературы

1. Hutchinson, M.R. Low pain in elite rhythmic gymnasts / M.R. Hutchinson // *Medicine and Science in Sports and Exercise*. – 1999. – № 31 (11). – P. 1686–1688.
2. Tsopani, D. The effect of musical rhythm on the performance of rhythmic gymnastics / D. Tsopani // *Serbian Journal of Sport Science*. – 2013. – № 7 (1). – P. 11–17.
3. Карпенко, Л.А. О выразительности, артистизме, эмоциональности в гимнастике / Л.А. Карпенко // *Вестник спортивной науки*. – 2013. – № 3. – С. 14–18.
4. Шинкарук, О. Дослідження статодинамічної стійкості гімнасток, які спеціалізуються в групових вправах художньої гімнастики / О. Шинкарук, А. Топол // *Актуальні проблеми фізичного виховання та методики спортивного тренування*. – 2017. – № 3. – С. 94–100.
5. Винер-Усманова, И.А. Теория и методика художественной гимнастики. Артистичность и пути ее формирования: учебное пособие / И.А. Винер-Усманова [и др.]. – М.: Человек, 2014. – 120 с.
6. Kovalenko, Y.O. Analysis of Olympic Games (Rio de Janeiro, 2016) participants' individual competition compositions in calisthenics / Y.O. Kovalenko, V.N. Boloban // *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*. – 2017. – № 3. – P. 111–119.
7. Schmidt, R.A. Motor learning and performance: From Principles to Application / R.A. Schmidt, A.C. Wrisberg. – Champaign: Human Kinetics, 2000. – 336 p.
8. Technical Regulations 2020 [Electronic resource]. – Mode of access: https://www.gymnastics.sport/publicdir/rules/files/en_Technical%20Regulations%202020%20new%20PK%20only.pdf. – Date of access: 09.11.2020.
9. Буржинский, А.В. О применении технологии видеозахвата движений в определении модельных характеристик нападающего удара в пляжном волейболе / А.В. Буржинский, П.В. Павлов // *Здоровье для всех*. – 2015. – № 2. – С. 30–33.
10. Pueo, B. Application of motion capture technology for sport performance analysis / B. Pueo, J. M. Jimenez-Olmedo // *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*. – 2017. – № 32. – P. 241–247.
11. Van der Kruk, E. Accuracy of human motion capture systems for sport applications; state-of-the-art review / E. Van der Kruk, M. Reijne // *European Journal of Sport Science*. – 2006. – № 18. – P. 1–14.

УДК 796.922.093.642

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ «СТРЕЛОК-ОРУЖИЕ» ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СТРЕЛЬБЫ В БИАТЛОНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

IMPROVING THE STABILITY OF THE SYSTEM «SHOOTER-RIFLE» IN BIATHLON SHOOTING USING FEEDBACK

Дорожко А.С., Галай Н.К.

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Представлены результаты исследования по применению зрительной обратной связи для совершенствования устойчивости системы «стрелок-оружие» при стрельбе из положения стоя в биатлоне. В упражнениях спортсмены в режиме реального времени могли контролировать расположение центра давления при взаимодействии с опорой. По результатам тренировок зафиксировано повышение устойчивости в процессе стрельбы, что положительно сказалось на общем уровне стрелковой подготовленности биатлонистов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *стрельба из положения стоя, сохранение устойчивости, постуральный баланс, педобарография, обратная связь.*

The results of a study on the use of visual feedback to improve the stability of the «shooter-weapon» system when shooting from a standing position in biathlon are presented. In exercises, athletes could control the location of the center of pressure in real time when interacting with the support. According to the training results, an increase in stability in the process of shooting was recorded, which had a positive effect on the general level of shooting readiness of biathletes.

KEY WORDS: *shooting from a standing position, maintaining stability, postural balance, pedobarography, feedback.*

Биатлон – это динамично развивающийся вид спорта, сочетающий в себе бег на лыжах и выполнение стрельбы из мелкокалиберного спортивного оружия. Соревновательная деятельность в биатлоне складывается из разных элементов, которые, в конечном счёте, сводятся к прохождению отдельных отрезков дистанции и выполнения стрельбы из положения лёжа и стоя на нескольких огневых рубежах [1]. Анализ прикладных исследований в биатлоне позволяет определить, что по мнению тренеров-практиков особое внимание в учебно-тренировочном процессе юных биатлонистов должно быть направлено на повышение точности стрельбы из положения стоя за счет улучшения функционального состояния равновесия системы «стрелок-оружие».