

6. Байдыченко, Т.В. Техническая подготовленность стрелков из лука и методы ее совершенствования: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 /Т.В. Байдыченко; ГЦОЛИФК. – М., 1989. – 142 с.
7. Пухов, А.М. Закономерности управления движениями у высококвалифицированных стрелков из лука / А.М. Пухов и др. // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 6. – С. 20–22.
8. Сыманович, П.Г. Стрельба из лука – основы техники: учеб. пособие / П.Г. Сыманович. – Мозырь: МГПИ им Н.К. Крупской, 2002. – 63 с.
9. Пухов, А.М. Некоторые физиологические механизмы прицельных движений/ А.М. Пухов, Р.М. Городничев // Sportul Olimpic și sportul pentru toți: Materialele Congresului Șt. Intern / col. red.: Manolachi V., Danail S. – Ch.: USEFS, 2011. – S. 428–431.
- 10.Christodonlou, V.X. Changes in heart rate variability during an archery competition / V.X. Christodonlou et al // 15th annual congress of the European College of Sport Science: book of abstracts. – Vol. № 15. – 2010. – P. 339.
- 11.McKinney, W. Archery / W. McKinney, M. McKinney. – London: Brown & Benchmark, 1997.
- 12.Ki Sik Lee. Total Archery Inside the archer / Ki Sik Lee // Astra LLC. – 2009. – P. 256.

20.04.2017

УДК 796.012.268

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ В ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ КОНЬКОБЕЖЦЕВ**

**Д. Ю. Быков, магистр пед. наук,  
В. Е. Васюк, канд. пед. наук, доцент,**  
Белорусский национальный технический университет

### *Аннотация*

*Статья посвящена исследованию, направленному на разработку методики оценки технической подготовленности конькобежцев в рамках выполнения упражнений технической имитации. Данные распределения давления, прикладываемого спортсменом к опоре подошвами стоп, а также угловые характеристики в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах отмечены как ключевые, определяющие эффективность выполнения таких упражнений. Регистрация данных осуществлялась на основе использования методов компьютерной педобарографии, а также видеозахвата движений. Результаты исследования свидетельствуют о необходимости использования современных диагностических средств в процессе комплексного контроля за уровнем технической подготовленности конькобежцев.*

## **USE OF MODERN MOBILE HARDWARE AND SOFTWARE IN THE EVALUATION OF TECHNICAL READINESS OF SPEED SKATERS**

### *Annotation*

*The article is devoted to the research, aimed at developing a methodology for assessing the speed skaters' technical readiness within the performing of technical simulation exercises. Pressure distribution data, applied by the athlete to the soles of*

*the feet's support, and also angular responses in the hip, knee and ankle joints are marked as key, determining the effectiveness of performing these exercises. Data were recorded based on the computer-assisted pedobarography methods and video capture movements. The results of the research testify to the requirement for usage of modern diagnostic tools during comprehensive control over the level of speed skates' technical readiness.*

### *Введение*

В рамках конькобежного спорта проводится много различных соревнований. Цель любого из них состоит в том, чтобы как можно быстрее преодолеть соревновательную дистанцию, т. е. достичь как можно более высоких значений механической мощности и снизить потери на трение [1]. Изучение характеристик, определяющих достигнутую механическую мощность и величину силы трения, всегда интересует исследователей. Эти характеристики могут быть подразделены на антропометрические, технические, физиологические, тактические и психологические [2, 3].

В последние годы в конькобежном спорте на мировой арене неуклонно растет уровень конкуренции. Спортсмены, борющиеся за призовые места, обладают стабильно высоким и примерно равным уровнем специальной физической подготовленности. Об этом свидетельствуют результаты, к примеру, последних Олимпийских зимних игр в Сочи [4]. Индивидуальная борьба в спринте или на средней дистанции у мужчин разворачивалась за десятые, сотые и даже тысячные доли секунды. В связи с этим можно сказать, что на первый план выходит техническая подготовленность спортсменов.

В конце XX – начале XXI века в практику повсеместно стала внедряться клап-скейтовая технология крепления лезвий конька к ботинку, которая позволила существенно увеличить скорости прохождения соревновательных дистанций [5]. Но в последнее время тенденции роста спортивных результатов снижаются, в связи с чем возникает необходимость обращать внимание на особенности техники выполнения движений.

Мы полагаем, что повышение уровня технической подготовленности возможно за счет целенаправленного воздействия на отдельные элементы техники движений с учетом индивидуальных биомеханических параметров конькобежцев. Однако данные параметры требуют более детального изучения, т. к. литература не дает достаточно полной их оценки с количественной точки зрения. Такая оценка становится возможной с помощью мобильных аппаратно-программных средств, использование которых позволяет в реальных условиях тренировочного процесса регистрировать интересующие параметры движений спортсменов. Однако в отечественном конькобежном спорте это по-прежнему достаточно проблематично из-за отсутствия высокоточных и беспроводных технологий регистрации данных.

### *Цель и задачи исследования*

Разработать методику оценки биомеханических параметров показателей техники движений конькобежцев с использованием мобильных аппаратно-программных средств.

В связи с этим в процессе исследования решались следующие задачи:

1. Разработать методику беспроводной регистрации и оценки биомеханических показателей техники движений конькобежцев, основанную на использовании мобильных аппаратно-программных средств.

2. Выявить биомеханические параметры, отражающие индивидуальный уровень технического мастерства спортсменов в конькобежном спорте.

### *Методы и организация исследования*

В подготовке конькобежцев активно используются подводящие и специализированные упражнения, которые оказывают воздействие как на физическую, так и на техническую подготовленность спортсменов [6].

А.В. Суслин в своем исследовании отмечает, что специально-подготовительные упражнения в виде разновидностей пригибной ходьбы, имитаций бега конькобежца, выполняемых прыжками или в форме технической имитации (шагом), являются одним из основных и наиболее доступных средств технической подготовки [6]. Однако наиболее близкие признаки структурно-динамического соответствия главному спортивному упражнению присущи только тем тренировочным упражнениям, которые имеют тот же фазовый состав цикла скользящего шага при скоростном беге на коньках по льду [6]. К таковым, в первую очередь, относятся упражнения технической имитации, в рамках выполнения которых осуществляется перенос веса тела с ноги на ногу, как с использованием специализированных тренировочных устройств, имеющих в своем составе «имитационную платформу», позволяющую регламентировать длительность скольжения на одной ноге после отталкивания, так и без них.

На основании вышесказанного в качестве одного из вариантов оценки отдельных сторон технической подготовленности конькобежцев можно рассматривать показатели, характеризующие эффективность выполнения упражнений технической имитации.

Исследование проводилось на базе спортивно-технического факультета БНТУ и было направлено на разработку методики регистрации и оценки биомеханических параметров движений конькобежцев при выполнении имитации элементов «посадки» в соревновательном упражнении.

В исследовании принимали участие четыре спортсмена по конькобежному спорту, среди которых были мастер спорта международного класса и три мастера спорта.

Для исследования взаимодействия стоп спортсмена с опорой использовался проводной вариант аппаратно-программного комплекса HR Mat Tekscan [7], осуществлялась регистрация и запись данных давления, прикладываемого спортсменом к специальной измерительной платформе подошвами стоп (без обуви) при выполнении трех полных циклов движений.

С целью идентификации фазового состава упражнения осуществлялся видеозахват движений посредством аппаратно-программной системы «Qualisys AB» [8]. С помощью данной системы регистрировались и записывались кинематические параметры движений (величины суставных углов, скорости и ускорения их изменения).

Обе системы были синхронизированы, размещались стационарно в условиях спортивного зала.

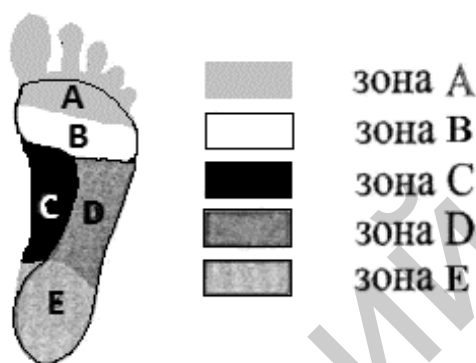
### *Результаты исследования и их обсуждение*

При изучении фазовой структуры имитационного упражнения определялись характеристики граничных моментов фаз цикла двигательного действия, который для удобства анализа был разделен на два полцикла, т. е. движение одной ногой, а затем – другой. Данные представлены в таблице 1.

Для каждого спортсмена получены данные, характеризующие процесс распределения давления по подошвенной поверхности стоп во время выполнения упражнения, с выделением пяти биомеханических зон (рисунок 1) [9].

Таблица 1 – Фазовый состав упражнения технической имитации для полуцикла

Полуцикла				
Левая нога	I фаза – «заведение свободной» ноги назад	II фаза – «вынос бедра вперед»	III фаза – «постановка свободной ноги на опору»	IV фаза – «двойная опора»
Правая нога	«Одиночная опора»	«Одиночная опора»	«Одиночная опора»	«Двойная опора»
Начало	Давление оказывают обе ноги	Свободная нога максимально заведена назад	Бедро свободной ноги максимально вынесено вперед	Первый контакт свободной ноги с платформой
Окончание	Свободная нога максимально заведена назад	Бедро свободной ноги максимально вынесено вперед	Первый контакт свободной ноги с платформой	Обе ноги оказывают давление на опору



А – зона пальцев; В – метатарзальная зона; С, D – медиальная и латеральная зона срединной области стопы; Е – пяточная зона

Рисунок 1 – Дифференциация биомеханических зон в области стопы

Чтобы оценивать технику выполнения движений в рамках определенной фазы с позиций особенностей распределения давления, необходимо четко представлять частную задачу фазы.

В рамках выполнения движений в фазе I – «заведение свободной» ноги назад необходимо сохранить и использовать в последующем отталкивании скорость, созданную предыдущим отталкиванием [10], а также подготовиться к последующему, как можно более эффективному, отталкиванию. В скоростном беге на коньках данная фаза характеризует фазу свободного скольжения. Для сохранения величины скорости, созданной предыдущим отталкиванием, необходимо, чтобы площадь области перемещения центра давления была как можно меньше. Чем меньше площадь данной области, тем стабильнее положение тела спортсмена в пространстве и меньше потери скорости.

Ведущая рука и нога у всех спортсменов правая. В момент опоры спортсменами на правую ногу наблюдается уменьшение площади области перемещения центра давления в среднем почти на 50 %, нежели в момент опоры на левую ногу. Это говорит о том, что сохранять равновесие и контролировать свое перемещение на внутреннем либо внешнем ребре конька спортсменам труднее при опоре на левую ногу.

Фаза II – «вынос бедра вперед» и фаза III «постановка свободной ноги на опору» в скоростном беге по льду входят в состав фазы одноопорного отталкивания. Особенность подготовки к одноопорному отталкиванию состоит в

необходимости нахождения спортсмена в момент начала такого отталкивания на внешнем ребре конька, что соответствует приложению максимальной величины давления спортсменом в зоне D (рисунок 1) [10]. Соблюдение данного условия позволяет осуществить эффективное отталкивание толчковой ногой еще до момента постановки конька свободной (маховой) ноги, что в конечном счете увеличит скорость продвижения общего центра тяжести спортсмена.

Для спортсменов, принимавших участие в исследовании, одноопорное отталкивание левой ногой, так же как и правой, в трех циклах начиналось из различных зон. В некоторых циклах это соответствовало соблюдению условия эффективного отталкивания (зоне D).

В скоростном беге на коньках фаза IV – «двойная опора» характеризует фазу двухопорного отталкивания. В начале фазы основное давление должно оказываться преимущественно латеральной зоной D срединной области стопы [10]. Завершать отталкивание в данной фазе необходимо пальцевой зоной A, что позволит максимально использовать возможности клап-скейтовой технологии крепления лезвий конька к ботинку – задействовать в процессе отталкивания сгибатели стопы [11]. Предваряя завершение отталкивания в пальцевой зоне A, необходимо оказывать основное давление на опору пяточной зоной E, т. е. как бы перекатываясь с пятки на пальцы.

В рамках анализа данных давления в данной фазе нами было отмечено, что спортсмены в полной мере не задействуют подошвенные сгибатели стопы и икроножные мышцы.

В таблице 2 представлены данные об угловых характеристиках, полученные в процессе использования системы видеозахвата движений, в тазобедренном, коленном и голеностопном суставах опорной ноги при выполнении трех циклов упражнения мастером спорта международного класса.

Таблица 2 – Диапазоны изменения суставных углов в процессе выполнения упражнения

Фаза	Опорная нога	Диапазон изменения суставного угла, град.		
		тазобедренный	коленный	голеностопный
		min-max	min-max	min-max
I	левая	39,5-40,9	85,0-92,4	70,6-71,2
	правая	38,0-40,0	82,0-88,0	76,5-72,0
II	левая	36,0-41,0	77,0-92,0	68,0-71,0
	правая	38,0-40,5	79,0-88,5	69,0-71,5
III	левая	37,0-41,5	76,0-90,7	69,0-71,0
	правая	38,0-38,5	78,0-81,0	68,5-71,5

В зависимости от углов в тазобедренном и коленном суставах различается низкая и высокая посадка. Низкая посадка более эффективна для отталкивания, поэтому она применяется при беге на короткие дистанции. Чем ниже посадка, тем длиннее толчок; чем выше посадка, тем быстрее можно произвести отталкивание [12].

На рисунке 2 представлена посадка спортсмена при выполнении упражнения.

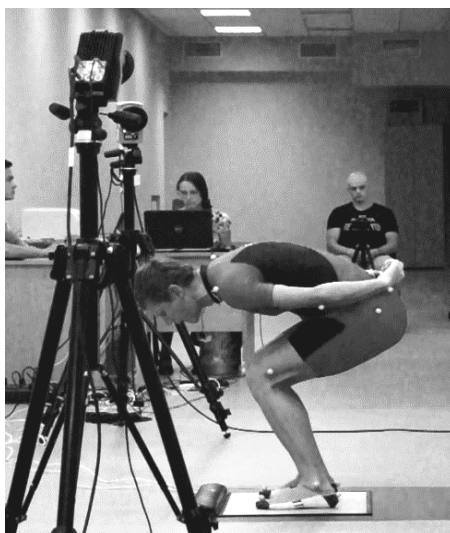


Рисунок 2 – Посадка спортсмена во время выполнения упражнения

Меньший угол в коленном суставе в начале отталкивания позволяет повысить эффективность работы, выполняемой спортсменом за один шаг [13]. В фазе скольжения углы в коленных суставах у спортсменов находятся в пределах  $90^\circ$  [13, 14].

Меньший угол в коленном суставе перед началом разгибания в нем и последующее как можно более быстрое разгибание в фазе отталкивания позволяют производить большую выходную мощность [15].

Вышесказанное подтверждает возможность и необходимость использования современных высокоточных аппаратно-программных диагностических средств в процессе комплексного контроля за уровнем технической подготовленности спортсменов.

#### *Заключение*

Имитационные упражнения являются важной составляющей совершенствования технической подготовленности конькобежцев, поскольку по биомеханическим параметрам соответствуют соревновательному упражнению. В связи с этим изучение динамических и кинематических показателей двигательного действия даст возможность целенаправленно воздействовать на качество его выполнения и, соответственно, повышать эффективность технической подготовки спортсмена.

К биомеханическим параметрам, на основании которых можно оценить эффективность выполнения упражнений технической имитации, относятся параметры распределения давления, характеризующие взаимодействие подошвенной поверхности обеих стоп спортсмена с опорой, а также диапазоны изменения величин суставных углов в тазобедренных, коленных и голеностопных суставах, характеризующие посадку конькобежца.

Использование специалистами и тренерами современного диагностического инструментария в учебно-тренировочном процессе конькобежцев различной квалификации позволит выявить сильные и слабые стороны в технической подготовленности, что, в свою очередь, послужит основанием для внесения в тренировочный процесс соответствующих корректив.

#### *Список использованных источников*

1. Van Ingen Schenau, G. J. The influence of air friction in speed skating / G. J. Van Ingen Schenau // J. Biomech. – 1982. – Vol. 15, iss. 6. – P. 449–458.

2. Elferink-Gemser, M. T. Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players / M. T. Elferink-Gemser, C. Visscher, K. A. Lemmink [et al.] // J. Sports Sci. – 2004. – Vol. 22, iss. 11–12. – P. 1053–1063.

3. Olympia exists Pushing boundaries for talented athletes Talent Identification and Development in Sports Research Group [Electronic resource] : HAN University of Applied Sciences Press. – Mode of access: [https://www.han.nl/onderzoek/nieuws/marije-elferink-installat/\\_attachments/13002\\_lectoraat\\_marije\\_elferink-gemsen\\_en\\_lr4.pdf](https://www.han.nl/onderzoek/nieuws/marije-elferink-installat/_attachments/13002_lectoraat_marije_elferink-gemsen_en_lr4.pdf). – Date of access: 10.01.2017.

4. INTERNATIONAL SKATING UNION // Olympic Winter Games 2014, Sochi. Result 1500m Men [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://live.isuresults.eu/2013-2014/sochi/r1509.html>. – Дата доступа: 05.04.2017.

5. Posey, C. XXVI Olympiad: Atlanta 1996, Nagano 1998 (The Olympic Century Book 24) / C. Posey. – Toronto : Warwick Press Inc., 2015. – 588 p.

6. Суслин, А. В. Методика физической и технической подготовки квалифицированных конькобежцев : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / А. В. Суслин. – М., 1984. – 24 с.

7. HR Mat // Tekscan. Pressure Mapping, Force Measurement & Tactile Sensors [Электронный ресурс]. – Boston, 2017. – Режим доступа: <https://www.tekscan.com/products-solutions/systems/hr-mat?tab=description>. – Дата доступа: 10.01.2017.

8. Qualisys Track Manager // Qualisys. Software [Электронный ресурс]. – Göteborg, 2017. – Режим доступа: <http://www.qualisys.com/software/qualisys-track-manager>. – Дата доступа: 10.01.2017.

9. Мармыш, А. Г. Возможности педобарографии в диагностике и ортопедической коррекции продольного плоскостопия / А. Г. Мармыш, В. Н. Горбузов, С. И. Болтрукевич [и др.] // Журн. ГрГМУ. – 2010. – № 2. – С. 59–64.

10. Макаренко, Б. Н. Конькобежный спорт: Учеб.-метод. пособие / Б.Н. Макаренко. – Коломна, 2005. – 228 с.

11. Houdijk, H. Push-off mechanics in speed skating with conventional skates and klapskates / H. Houdijk, J. J. de Koning, G. de Groot [et al.] // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2000. – Vol. 32. – № 3. – P. 635–641.

12. De Greeff, M. J. W. Explaining the performance of talented youth speed skaters / M. J. W. De Greeff, M. T. Elferink-Gemser, G. Sierksma [et al.] // Annals Res. Sport. Phys. Act. – 2011. – № 1. – P. 85–99.

13. Van Ingen Schenau, G. J. On the origin of differences in performance level between elite male and female speed skaters / G. J. Van Ingen Schenau, G. De Groot // Hum. Mov. Sci. – 1983. – Vol. 2, iss. 3. – P. 151–159.

14. Yuda, J. Kinematic analysis of the technique for elite male long-distance speed skaters in curving / J. Yuda, M. Yuki, T. Aoyanagi [et al.] // J. of Appl. Biomech. – 2007. – Vol. 23, iss. 2. – P. 128–138.

15. Van Ingen Schenau, G. J. The control of speed in elite female speed skaters / G. J. Van Ingen Schenau, G. De Groot, R. W. De Boer // J. Biomech. – 1985. – Vol. 18, iss. 2. – P. 91–96.

13.04.2017