УДК 796.058.2 DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-4-67-77

ФАЗОВЫЙ БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОДАЧИ ШТРАФНОГО УГЛОВОГО В ХОККЕЕ НА ТРАВЕ

Р.М. Васильев, А.Р. Хуббатуллина, И.В. Повелкин, Р.А. Якупов, И.А. Васильева

Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Казань, Россия

Аннотация

Цель. Провести биомеханический анализ техники выполнения подачи штрафного углового в хоккее на траве.

Задачи исследования: 1) определить граничные фазы выполнения штрафного углового; 2) установить механизм распределения давления под стопами; 3) выявить модельные характеристики пространственно-временного перемещения проекции центра давления на опоре при подаче штрафного углового.

Методы исследования: анализ и обобщение научно-методической и специальной литературы, биомеханический анализ с использованием подометрической платформы, математическая статистика.

Результаты исследования. Проведенный биомеханический анализ позволил зарегистрировать параметры распределения давления под стопой во время подачи штрафного углового, а также выделить граничные и пространственно-временные фазы. В структуре движения выявлено 3 периода: подготовка, реализация и окончание – и 5 фаз: №1 – Настройка, №2 – Подготовка, №3 – Начало подачи, №4 – Подача, №5 – Завершение. Найдены значения давления под стопой в каждой из фаз подачи штрафного углового и установлен биомеханизм его изменения и регуляции при выполнении штрафного углового. Так, по каждой из фаз изменения давления под правой (П) – левой (Л) стопами от процента веса тела расположились следующим образом: фаза №1 – настройка (Л – 72; П – 28%), №2 – принятие исходного положения (Л – 93; П – 7%), №3 – начало подачи (Л – 17; П – 83%), №4 – конец подачи (Л – 16; П – 84%), №5 – движение клюшки и тела после подачи (1:99%).Определены модельные характеристики пространственно-временного перемещения проекции центра давления на опоре при подаче штрафного углового. Установлено что каждая из фаз занимает определённый промежуток времени за время выполнения удара: фаза №1 – настройка (35%), №2 – принятие исходного положения (22%), №3 – начало подачи (26%), №4 – конец подачи (4%), №5 – движение клюшки и тела после подачи (13%).

Заключение. Полученные результаты позволят тренерам и спортсменам получить представление о модельных характеристиках выполнения подачи, а также возможностях создания различного рода приспособлений для ее технического налаживания.

Ключевые слова: штрафной угловой, подающий игрок, давление под стопой, фазы удара, биомеханическая модель.

BIOMECHANICAL ANALYSIS OF THE PHASES OF A PENALTY CORNER IN FIELD HOCKEY

R.M. Vasiljev, radivojv@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6563-0199
A.R. Hubbatullina, 100aida100@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3646-6000
I.V. Pavelkin, igor.pavelkin@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7359-5058
R.A.Yakupov, r.a.yakupov@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1579-5729
I.A. Vasiljev, tisa@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2640-5818
Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Kazan, Russia

Abstract

The research purpose was to provide a biomechanical analysis of penalty corner striking techniques in field hockey.

Research problems. 1) To identify the boundary phases of a penalty corner; 2) To determine the mechanism of pressure distribution under the feet; 3) To identify the characteristics of an ideal model of spatial-temporal motion of the projection of the center of pressure on the supporting surface when executing a penalty corner.

Methods: literature review, biomechanical analysis with the use of a podometric platform, and mathematical statistics.

Results. The results of a biomechanical analysis enabled us to register the parameters of pressure distribution under a foot during a penalty corner, and to identify boundary and spatial-temporal phases. We revealed 3 periods in the movement structure: preparation, implementation, and completion. We revealed 5 movement phases: #1 Preparation, #2 Adjustment to a starting position, #3 Start of a stroke, #4 Stroke, and #5 Completion. We identified the values of pressure under a foot in each of the phases of penalty corner and the biomechanism of its change and regulation when during penalty corner execution. Therefore, for each phase, pressure changes under the right (R) and left (L) feet from the percentage of body weight were arranged. The arrangement is as follows: #1 – Preparation (R – 72; L – 28%), #2 Adjustment to a starting position (R – 93; L – 7%), #3 Start of a stroke (R – 17; L – 83%), # 4 Completion of a stroke (R – 16; L – 84%), and # 5 – Stick and body motion after a stroke (R-1: L-99%). We identified the characteristics of the ideal model of spatial-temporal motion of the projection of the center of pressure on the supporting surface when executing a penalty corner. We revealed that each phase took a certain time period during the stroke execution: #1 – Preparation (35%), #2 Adjustment to a starting position (22%), #3 Start of a stroke (26%), #4 Completion of a stroke (4%), and #5 Stick and body motion after a stroke (13%).
Conclusion. The research findings can enable coaches and athletes to understand the characteristics of an ideal model of the stroke execution, and to get aware of various tools available for its technical support.
Keywords: penalty corner, hitter, pressure under a foot, stroke phases, biomechanical model.

Хоккей на траве является видом спорта, в котором есть цель – взятие ворот, а критерием оценки результативности является мяч, достигающий створа ворот [6]. Как и во многих командных видах спорта (баскетбол, футбол, гандбол, хоккей и др.), в хоккее на траве одним из решающих моментов и очень важной игровой ситуацией являются штрафные позиции [9, 20].

В хоккее на траве как олимпийском спорте проводились исследования различного характера. В основном работы исследовательского характера касались области физиологии [6, 7, 9, 20, 25] и физической подготовки игроков [13, 15, 18, 19, 24]. Работы, посвященные изучению техники выполнения удара на поле во время игры, немногочисленны [5, 10]. В частности, анализу подачи со штрафного углового, ее кинематических параметров в зависимости от уровня и опыта игроков, выполняющих ее, были посвящены всего две работы [16, 27]. На сегодняшний день биомеханические характеристики движения спортсменов, занимающихся хоккеем на траве, мало изучены, что подтверждается небольшим числом публикаций в научных журналах.

Анализ игр, проведенных на чемпионате мира в 2018 году среди мужчин и женщин [1], показал, что команда, которая имеет больше хорошо обученных игроков, специализирующихся на подаче штрафного углового, имеет преимущество перед другими командами и занимает лучшие места в турнирной таблице. Отмечено, что в мужских командах доля подающих штрафные угловые больше, чем в женских командах. Вместе с тем в лидирующих женских командах число игроков, выполняющих угловые, больше, чем в слабых командах.

Штрафной угловой считается одним из самых важных моментов в хоккее на траве [11, 21]. Общая тенденция изменений правил игры в хоккей на траве требует внесения соответственных корректив в самих командах, как на национальном, так и на международном уровне, и они касаются по большой части технико-тактических характеристик игры.

Кроме высоких требований к физической подготовке, владению техникой и стратегией ведения игры [3], спортсмен должен обладать психологическими навыками и волевой подготовленностью для выполнения в условиях игры штрафного удара, т.к. на него ложится большая ответственность, с которой ему необходимо справляться [27].

Как показывают исследования [11, 12, 23], успешность подачи штрафного углового и его правильное техническое выполнение зависят от трех «актеров», участвующих в реализации:

1) игрока, выполняющего передачу со штрафного углового;

2) игрока, останавливающего мяч за линией штрафного пространства;

3) игрока, выполняющего удар по воротам.

В хоккее на траве используются различные приемы выполнения ударов со штрафного

углового. Техника подач из «статического положения» (drag flick – ее английское название) используется чаще всего. Она характеризуется как самая скоростная, более точная и эффективная, чем другие приемы – прямые удары, толчки при подаче штрафного [16, 22, 27].

Выполнение подачи из статического положения должно следовать биомеханическому образцу навыков метания и удара, которые направлены на достижение максимальной скорости свободного конца, т.е. дистального сегмента тела. При этом последовательные по цепи сегменты достигают максимальной скорости в порядке очередности, начиная с наиболее удаленного от свободного конца кинетической цепи [4, 17, 23]. Последовательные сегментарные вращения таза, верхней части туловища и клюшки происходят при выполнении подач из статического положения [16]. При таком следовании звеньев у опытных игроков, если смотреть во фронтальной плоскости, угол в коленном суставе меньше подвержен изменениям. Одновременно с этим проявляются и большие значения силы реакции на опору [14]. Отсутствие данных о проведении аналитического исследования техники подачи у женщин и элитных хоккеистов международного уровня послужило аргументом для проведения нами пилотного исследования.

Целью нашего исследования являлось проведение биомеханического анализа техники выполнения подачи штрафного углового в хоккее на траве.

Согласно цели исследования решались следующие задачи:

1. Определить граничные фазы выполнения штрафного углового.
2. Установить механизм распределения давления под стопой.
3. Выявить модельные характеристики пространственно-временного перемещения проекции центра давления на опоре при подаче штрафного углового.

МЕТОДЫ И ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для решения поставленных задач был организован биомеханический эксперимент. С целью выявления параметров распределения давления под стопой во время подачи штрафного углового, а также выделения граничных и пространственно-временных фаз подачи в работе использовалась подометрическая платформа RSscan (Бельгия) с рабочей частотой 500 Гц. Подометрическая платформа позволила измерить распределение давления под стопой, определить положение проекции центра давления по выбранным зонам, а также рассчитать ее скорость и ускорение.

Пилот-исследование проводилось в лабораторных условиях УНЦ Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма (г. Казань).

В нем принимала участие титулованная спортсменка, мастер спорта, член сборной России с 20-летним опытом подачи штрафного углового. Ее задание состояло в выполнении передачи мяча с позиции штрафного углового на заранее заданное расстояние. Перед выполнением задания была проведена разминка с повторным выполнением передач без регистрации биомеханических параметров. Для выполнения подачи подометрическая платформа была установлена на удобном расстоянии, при этом обе стопы подающего могли удобно, свободно и естественно поместиться на ее поверхности. От спортсменки требовалось выполнить движение передачи со штрафного углового согласно привычной для нее соревновательной техники, применяемой на матчах и тренировках.

В общей сложности было выполнено более 25 подач. Собранные данные после регистрации экспортировались в электронные таблицы для последующего биомеханического и статистического анализа.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлено пофазное разделение движений выполнения штрафного углового, показатели давления на опору и временные параметры движения в каждой фазе. Определение граничных фаз проводилось на основании изменения кинематических и динамических параметров контакта с опорой.

Таблица 1 – Граничные фазы подачи штрафного углового
Table 1 – Boundary phases of a penalty corner

Период Period	Фазы Phases	Стопа Foot	Давление, % от веса Pressure, % of weight	σ	Длительность, мс (V %) Duration, ms (V %)	Общее время выполнения подачи, мс Total execution time, ms
Подготовки Preparation	1 – Настройка 1 – Preparation	Правая Right	71,8	±7,3	456 (35%)	1287
		Левая Left	28,2			
	2 – Принятие исходного положения 2 – Adjustment to a starting position	Правая Right	92,7	±1,0	286,4 (22%)	
		Левая Left	7,3			
Реализации Realization	3 – Начало подачи 3 – Start of a stroke	Правая Right	17	±2,3	333,6 (26%)	
		Левая Left	83			
	4 – Конец подачи 4 – Termination of a stroke	Правая Right	16	±2,1	54,4 (4%)	
		Левая Left	84			
Окончания Termination	5 – Движение клюшки и тела после подачи 5 – Stick and body motion after a stroke	Правая Right	1,2	±2,9	156,8 (13%)	
		Левая Left	98,8			

Описание механизма выполнения движения по фазам:

Фаза №1 – Настройка. Настройка на выполнение является одним из важных этапов для удачной подачи штрафного углового (рисунок 1).

По мнению самих игроков, момент подготовки к подаче может быть весьма разнообразным: от встряхивания рук, ног до прыжков – своего рода «встряска» мышц. В этой фазе игроку необходимо сосредоточиться на подаче штрафного углового, не отвлекаться и не реагировать на внешние раздражители. При подготовке игрок измеряет расстояние от опорной ноги до мяча, смотрит в сторону направления будущей передачи, принимает устойчивое положение. В нашем случае в этой фазе под стопами зарегистрировано давление: правая – 63%, левая – 37%. На рисунке 2 обведённым маркером обозначено положение центра давления в рассматриваемый период времени. Он расположен в начале выполнения данной фазы и обведен пунктирным эллипсом. Время подготовки в этой фазе занимает 456,0 мс ± 272,2 мс, и оно достаточно варьируется (коэффициент вариации V=59,7%). Самонастройка подающего – это индивидуальная характеристика каждого игрока, и она может меняться. Исходя из этого фазу №1 нельзя рассматривать как четко определенный во временных рамках элемент, и в этом плане он имеет достаточно вариативный характер. В то же время длительность фазы лимитирована правилами игры, не позволяющими оттягивать момент последующих движений, что необходимо учитывать в подготовке спортсмена. Чем выше уровень спортивного мастерства, тем большую значимость имеют сосредоточенность и мобилизованность спортсмена.

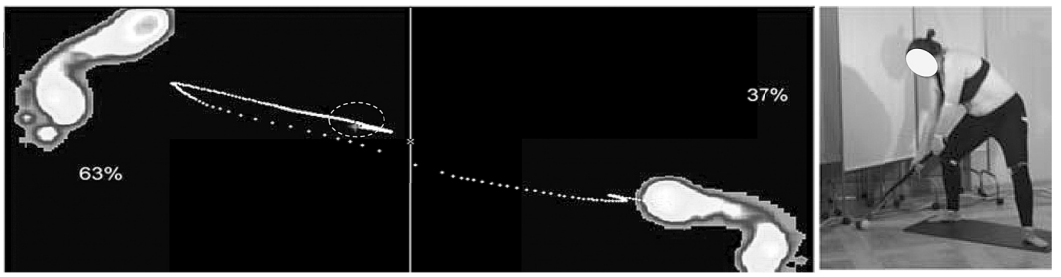

Рисунок1 – Фаза 1 – Настройка на выполнение подачи
Figure 1 – Phase 1 – Preparation for a stroke

Фаза №2 – Принятие исходного положения. Носок левой ноги направлен на принимающего игрока, а правая стопа занимает перпендикулярное положение к левой. Такое положение, по-видимому, обеспечивает более точную подачу мяча. В этой фазе правая стопа берет на себя большую статическую нагрузку веса тела: под правой регистрируемое значение показателя составило 58%, под левой – 42% (рисунок 3). На рисунке 2 представлено, как центр давления (обведённый маркер) переместился в сторону левой ноги до места окончания фазы (обведено пунктирным эллипсом). Вторая фаза в среднем длится 286,4 мс ± 111,7 мс, и более стабильна по временным параметрам по отношению к предыдущей фазе №1 – Настройке. Коэффициент вариации фазы №2 составляет 39,7%.

Можно также отметить, что возможно и повторение необходимых действий при вмешательстве судьи на неправильное расположение игроков и повторная подача при неправильном выбегании, нередко бывают и 2-3 подачи подряд.

Фаза №3 – Начало подачи. По окончании фазы №2 спортсмен переносит массу тела на правую ногу. Окончание смещения центра давления вправо обозначает начало третьей фазы движения в технике выполнения углового (рисунок 3).

Продолжительность данной фазы составляет 333,6 мс ± 41,6 мс. По словам самих спортсменов, в это время они входят в свой ритм выполнения подачи. Разброс временных параметров невелик, о чем свидетельствует значение коэффициента вариации V=12,5%. Необходимо отметить, что здесь речь идет о достаточно коротком промежутке времени, регистрированном в миллисекундах (мс). Распределение давления под стопами в этой фазе составило под правой стопой 94%, под левой – 6%.

Фаза №4 – Конец подачи. Данная фаза характеризуется непосредственным осуществлением движения и переносом веса тела с правой ноги на левую. Давление под стопами распределяется в соотношении: под правой – 17%, под левой – 83% (рисунок 4). Данная фаза имеет самый короткий временной отрезок, длительность которого составляет 54,4 мс ± 10,4 мс с коэффициентом вариации V = 19,2%. В этот промежуток времени происходит резкое движение хоккейной клюшки

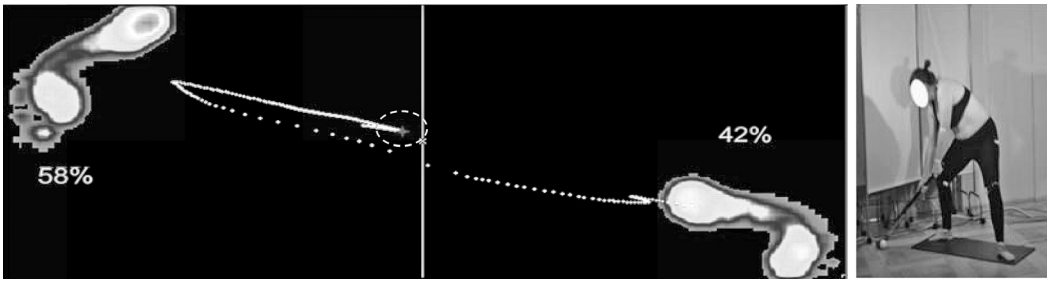

Рисунок 2 – Фаза №2 – Принятие исходного положения – установка стоп и положение тела по отношению к мячу
Figure 2 – Phase 2 – Adjustment to a starting position – regulation of foot and body position in relation to the ball

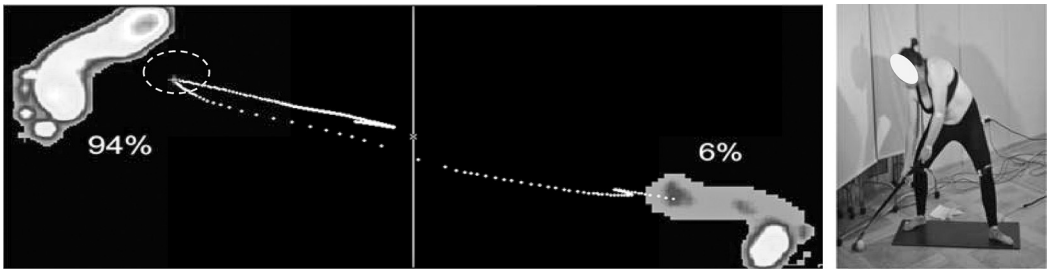

Рисунок 3 – Фаза №3 – Начало подачи – перемещение центра давления на правую стопу
Figure 3 – Phase 3 Start of a stroke – transferring a center of pressure to the right foot

и верхней части туловища с переносом веса тела с правой ноги на левую.

Механизм смещения давления с правой ноги на левую при переходе из фазы №3 в фазу №4 хорошо отражен на рисунке 8, где также показано проявление нагрузки под стопами в данном временном отрезке.

Фаза №5 – Движение клюшки и тела после подачи – фаза завершения подачи (рисунок 5). Завершение данной фазы происходит в момент отрыва мяча от клюшки. Стараясь вложить в движение большую силу и придать мячу максимально возможную скорость, игрок практически всю свою массу тела переносит на левую ногу. Правая нога по инерции отрывается от земли, оставаясь незначительной площадью своей стопы в контакте с опорой. В пятой фазе зарегистрировано давление: под правой стопой – 7%, под левой – 93%.

Время выполнения данного хлестообразного движения составляет 156,8 мс ± 16,6 мс с коэффициентом вариации V = 10,6%.

Зарегистрированное время подачи штрафного углового в эксперименте равнялось 1,28 с, что совпадает с полученными результатами анализа точных подач на ЧМ 2018 г., где у мужчин оно составляло 1,05 с, у женщин – 1,27 с (таблица 1). Теоретически скорость передачи можно увеличить как за счет удлинения траектории проекции центра давления, так и за счет сокращения времени подачи. Увеличение длины траектории, сохраняя контакт обеих стоп с опорой, ведет к изменению соотношения углов в суставах нижних конечностей [14]. Это может повлиять на механизм выполнения, точность и быть неудобным. Поэтому необходимо учитывать, что скорость передачи должна находиться в определенном диапазоне. Увеличение скорости приводит к большей вероятности неточной подачи и проблеме в обработке мяча принимающим игроком.

На рисунке 6 отображены результаты показателя давления под левой-правой стопой в каждой из фаз выполнения штрафного удара. Резкое изменение параметров давления наблюдается в фазах 2 и 3, когда значение под правой стопой в начале движения с 92,7% резко снижается до 17%, а под левой увеличивается с 7,3% в фазе 2 до 83% в фазе 3. Данный биомеханизм регуляции переноса давления с одного сегмента нижних конечностей на другой происходит за очень короткий промежуток времени – 47 мс.

На рисунке 7 представлены результаты перемещения центра давления по X и Y осям.

Как видно из графиков, параметры повторных

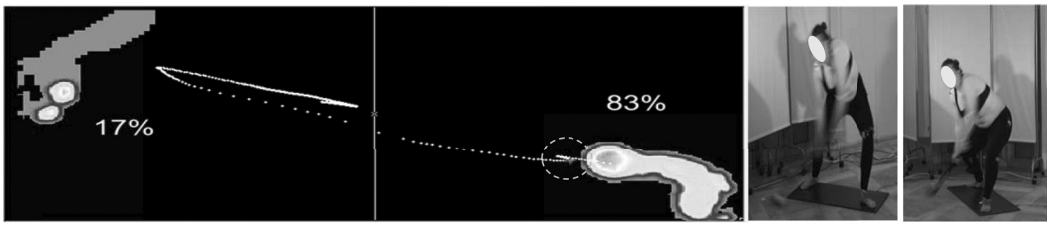

Рисунок 4 – Фаза 4 – Конец подачи – непосредственное выполнение подачи
Figure 4– Phase 4 – Termination of a stroke – execution of a stroke

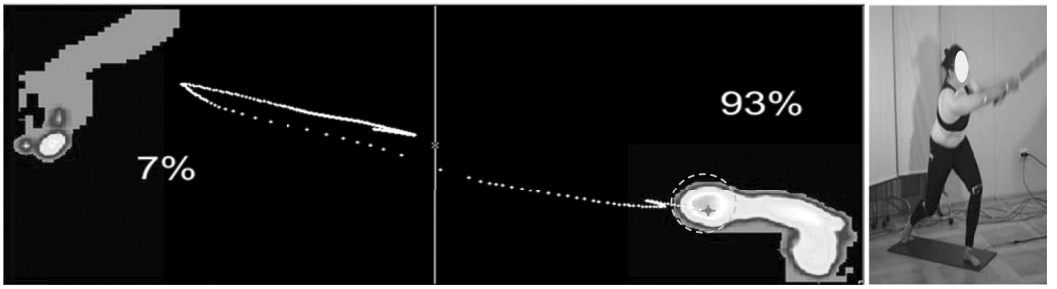

Рисунок 5 – Фаза 5 – Движение клюшки и тела после подачи – Завершение подачи – хлестообразное движение
Figure 5 – Phase 5 – Stick and body motion after a stroke – Termination of a stroke – whipping movement

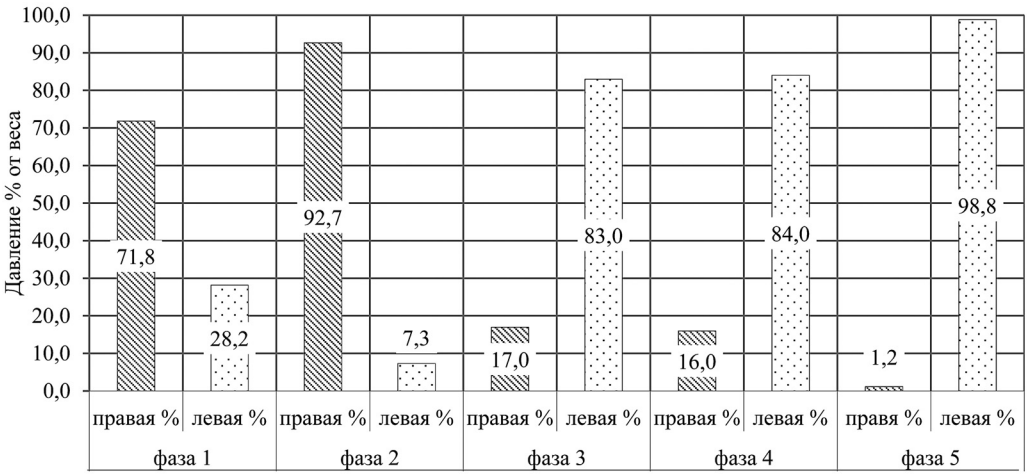

Рисунок 6 – Пофазная динамика распределения давления под стопами при выполнении подачи углового
Figure 6 – Phase-by-phase dynamics of pressure distribution under the feet when executing a penalty corner

попыток выполнения штрафного углового расположены практически идентично, что говорит о стабильной технике выполнения и уровне мастерства игрока. Это подтверждается и корреляционным анализом, который показал высокий уровень взаимосвязи между выполненными попытками ($p<0.001$) (таблица 2).

На рисунке 8 представлена внешняя картина траектории перемещения общего центра давления – полная линия, отражающая фазовую

Таблица 2 – Корреляционная зависимость между параметрами перемещения центра давления по X и Y оси в повторных попытках
Table 2 – Correlation between the parameters of displacement of the center of pressure along the X and Y axes during repeated trials

Попытки Trials	Статистически значимая корреляция между показателями при p <0,05 Statistically significant correlation between indicators at p <0,05							
	11 ОЦД X / GCP X	11 ОЦД Y / GCP Y	12 ОЦД X / GCP X	12 ОЦД Y / GCP Y	13 ОЦД X / GCP X	13 ОЦД Y / GCP Y	14 ОЦД X / GCP X	14 ОЦД Y / GCP Y
11 ОЦД X / GCP X	1	0,981	0,942	0,891	0,892	0,783	0,744	0,605
p	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
11 ОЦД Y / GCP Y	0,981	1	0,982	0,952	0,946	0,860	0,828	0,698
p	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
12 ОЦД X / GCP X	0,942	0,982	1	0,984	0,974	0,905	0,868	0,744
p	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
12 ОЦД Y / GCP Y	0,891	0,952	0,984	1	0,98	0,95	0,92	0,83
p	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00
13 ОЦД X / GCP X	0,892	0,946	0,974	0,982	1	0,975	0,945	0,860
p	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00	p=0,00
13 ОЦД Y / GCP Y	0,783	0,860	0,905	0,945	0,975	1	0,981	0,944
p	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00	p=0,00
14 ОЦД X / GCP X	0,744	0,828	0,868	0,918	0,945	0,981	1	0,971
p	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---	p=0,00
14 ОЦД Y / GCP Y	0,61	0,70	0,74	0,83	0,86	0,94	0,97	1
p	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p= ---

*Цифрами с 11 по 14 обозначены попытки, ОЦД (Перемещение общего центра давления под стопами по оси X и Y, мм)
*Numbers from 11 to 14 designate attempts, GCP (Motion of the general center of pressure under the feet along the X and Y axes, mm)

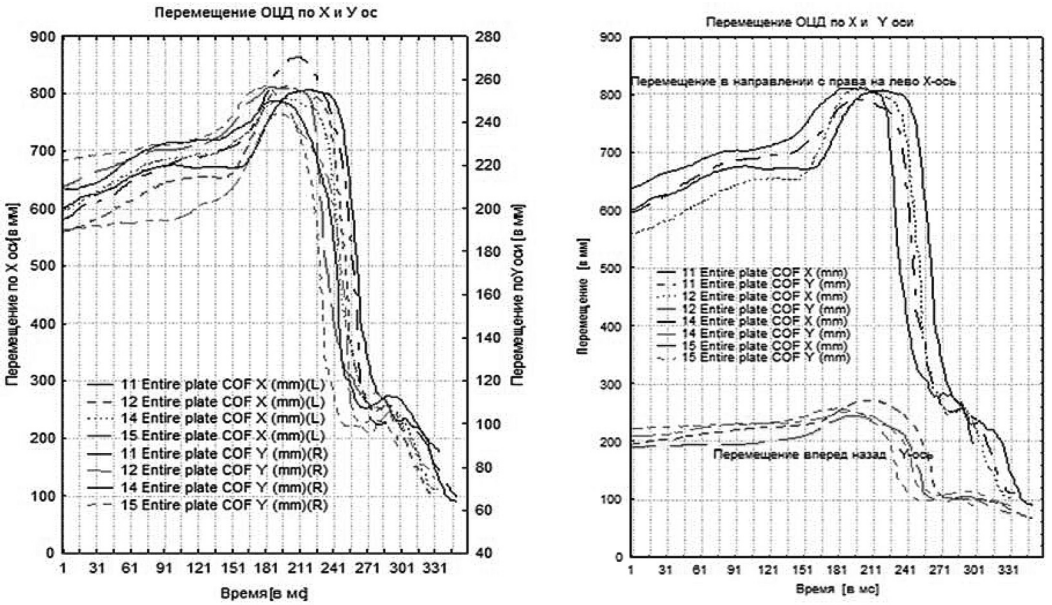

Рисунок 7 – Перемещение центра давления по X и Y оси при повторных выполнениях штрафного углового
Figure 7 – Displacement of the center of pressure along the X and Y axes during repeated penalty corners

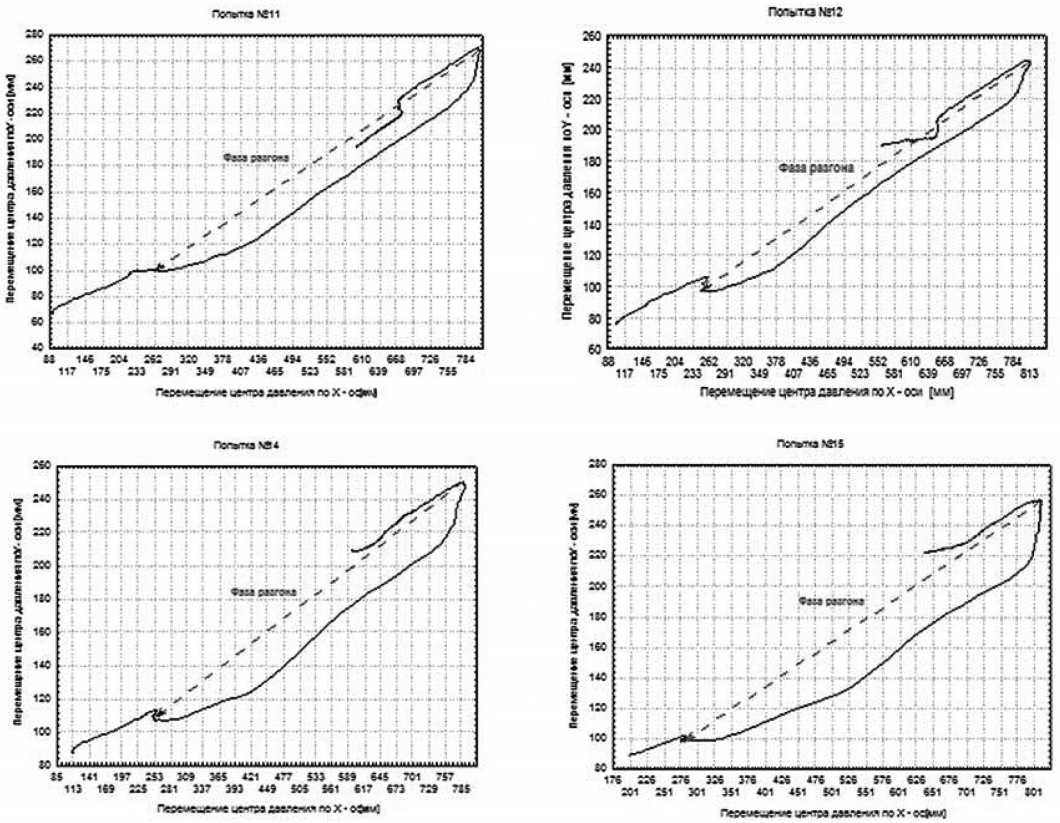

Рисунок 8 – Траектория общего центра давления при повторных попытках выполнения штрафного углового
Figure 8 – The trajectory of the common center of pressure during repeated trials of penalty corner execution

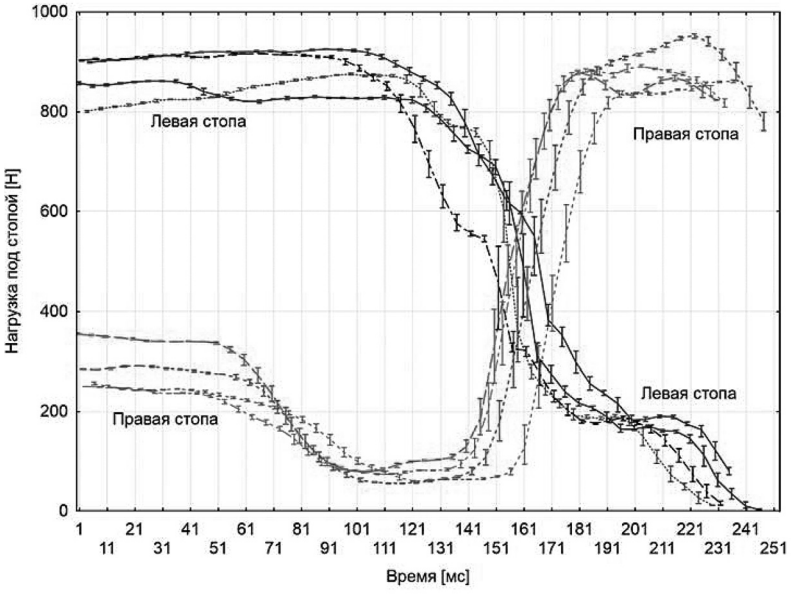

Рисунок 9 – Изменение усилий под правой и левой стопой в момент подачи
Figure 9 – Changes in pressure under left and right feet in the moment of a stroke

структуру движения. Пунктирной линией обозначено направление движения мяча. Как и на рисунке 7, при выполнении повторных попыток штрафного углового наблюдается практически идентичная конфигурация траекторий перемещения центра давления под стопами. Узкий коридор представленных на графике кривых отображает высокую стабильность техники выполнения данного задания.

Во всех фазах подачи проявляется четкая динамика соотношения нагрузки под стопами спортсменки. На графике (рисунок 9) отражен характер усилий под каждой стопой во времени от начала до конца выполнения подачи.

Пересечение линий графика указывает на границу двух фаз, 3-й и 4-й, т.е. момент переноса центра массы тела с правой ноги на левую. Данное перемещение вместе с сопровождающими его изменениями усилий под стопами носит устойчивый характер и происходит в достаточно отчетливых границах, что можно проследить на предложенном графике.

ВЫВОДЫ:

1. Результаты биомеханического анализа с использованием подометрической платформы позволили впервые зарегистрировать параметры распределения давления под стопой во время подачи штрафного углового, а также выделить граничные и пространственно-временные фазы при выполнении подачи штрафного углового.

2. При выполнении подачи штрафного углового из статического положения в структуре движения выявлено 3 периода: подготовки, реализации и окончания – и 5 фаз: №1 – Настройка, №2 – Подготовка, №3 – Начало подачи, №4 – Подача, №5 – Завершение.

3. Найдены значения давления под стопой в каждой из фаз подачи штрафного углового и установлен биомеханизм его изменения и регуляции при выполнении штрафного углового. Так, по каждой из фаз изменения давления под правой-левой стопами от процента веса тела расположились следующим образом: фазы №1 – Настройка (72:28%), №2 – Подготовка (93:7%), №3 – Начало подачи (17:83%), №4 – Подача (16:84%), №5 – Завершение (1:99%).

4. Определены модельные характеристики пространственно-временного перемещения проекции центра давления на опоре при подаче штрафного углового. Каждая из фаз занимает определённый промежуток времени за время выполнения удара: фазы №1 – Настройка (35%), №2 – Подготовка (22%), №3 – Начало подачи (26%), №4 – Подача (4%), №5 – Завершение (13%).

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, Р. М., Штрафные угловые в хоккее на траве на чемпионате мира 2018 года среди мужчин и женщин – анализ / Р. М. Васильев, А. Р Хуббатуллина, И. В. Павелкин, Р. А. Якупов, И. А. Васильева // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, №3. – С. 50-61. DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-3-50-61
2. Федотова, Е. В. Азбука хоккея на траве / Е. В. Федотова. – Москва : ФХТР, 2009. – 320 с.
3. Anders, E., Myers, S. (2008). Field Hockey: Steps to Success. Champaign: Human Kinetics.
4. Bartlett RM, Best RJ. (1988). The biomechanics of javelin throwing: a review. J Sports Sci; 6: 1-38
5. Brétigny, P., Seifert, L., Leroy, D. and Chollet, D. 2008. Upper-limb kinematics and coordination of short grip and classic drives in field hockey. Journal of Applied Biomechanics, 24(3): 215-223.
6. Dabinett, J.A., Reid, K., James, N. (2001). Educational strategies used in increasing fluid intake and enhancing hydration status in field hockey players preparing for competition in a hot and humid environment: a case study. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 11, 3, 334-348.
7. Douglas, P.D. (1989). Effect of a season of competition and training on hematological status of women field hockey and soccer players. Journal of sports medicine and physical fitness, 29, 2, 179-183.
8. Eskiyecek, C.G. et. al (2018). 3d biomechanical analysis of targeted and non-targeted drag flick shooting technique in field hockey Acta Kinesiologica 12 (2018) Issue. 2: 13-19.
9. Ghosh, A.K., Goswami, A., Mazumdar, P., Mathur, D.N. (1991). Heart rate & blood lactate response in field hockey players. Indian Journal of Medical Research, 94, 351-356.
10. Kerr, R.; Ness, K. (2006). Kinematics oh de Field Hockey Penalty Corner Push-in. Sports Biomechanics, v. 1, n. 5, p. 47-61.
11. Laird, P., Sutherland, P. (2003). Penalty corners in field hockey: a guide to success. International Journal of Performance Analysis in Sport, 3(1), 19-26
12. Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: a critical review. Journal of Sports Sciences, 20(10), 813-828.
13. Lemmink, K.; Elferink-Gemser, M.T., Visscher, C. (2004). Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players. British Journal of Sport Medicine, 38, 138-142.
14. López de Subijana, C., Juarez, D., Mallo, J., & Navarro, E. (2010). Biomechanical analysis of the penalty-corner dragflick of elite male and female hockey players. Sport Biomechanics, 9, 72-79.
15. MacLeod, H., Burell, C and Sunderland, C. (2007). Time-motion analysis of elite women's field hockey with particular reference to maximum intensity movement patterns. International Journal of Performance Analysis in Sport, 7, 2, 1-12.
16. McLaughlin, P. (1997). Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick: Full report. Australia: National Sports Research Centre.
17. Mero, A., Komi, P.V., Korjus, T., Navarro, E. and Gregor. R.J. (1994) Body segment contributions in javelin throwing during final thrust phases. J. appl. Biomechanics 10, 166-177.
18. Mesón, J., Ramos, O.M. (2001). La fuerza explosiva en miembros inferiores en los jugadores de hockey. Lecturas: Educación física y deporte, 7, 43. <http://www.efdeportes.com/efd43/hockey.htm> [Consulta: 23/05/2005]
19. Nacusi, E. (2000). Acondicionamiento físico en el hockey sobre césped. Lecturas: Educación física y deporte, 5, 23. <http://www.efdeportes.com/efd23b/hockey.htm> [Consulta: 17/05/2005]
20. Pérez, R., Bustamante, M. (2003). Análisis de las vías energéticas y los tipos de esfuerzos requeridos en el hockey sobre hierba. Lecturas: Educación física y deporte, 8, 57. <http://www.efdeportes.com/efd57/hockey.htm> [Consulta: 10/05/2004]
21. Piñeiro, R., Sampedro, J., & Refoye, I. (2007). Differences between international men's and women's teams in the strategic action of the penalty corner in field hockey. International Journal of Performance Analysis in Sport, 7(3), 67-83.
22. Piñeiro, R. (2008) Observación y análisis de la acción de gol en hockey hierba [The goal play in field hockey: observation and analysis]. Wanceulen, Sevilla.
23. Putnam, A. C. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: Descriptions and explanations. Journal of Biomechanics, 26, 125–135. 10.1016/0021-9290(93)90084-R
24. Sampedro, J., Piñeiro, R., Refoyo, I. (2008). Análisis de la acción de gol en el portero de hockey hierba, Motricidad. European Journal of Human Movement, 20, 75-95.
25. Sunderland, C., Nevill, M. (2005). High-intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat. Journal of sports sciences, 23, 5, 531-540.
26. Walsh, R.J. (1996). Physiological characteristics, activity patterns and physiological responses of elite women field hockey players during competition. Thesis. Victoria University of Technology Australia.
27. Yusoff, S., Hasan, N., Wilson, B. (2008). Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick performed in competition. ISN Bulletin, National Sport Institute of Malaysia, 1, 35-43.

REFERENCES

1. Vasiljev R.M., Hubbatullina A.R., Pavelkin I.V., Yakupov R.A., Vasiljeva I.A. Penalty corners in field hockey at the 2018 World Cup for men and women – analysis. Science and sport: current trends [Nauka i sport: sovremennye tendentsii], 2020, vol. 8, no. 3, pp. 50-61 (in Russ.) DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-3-50-61
2. Fedotova, E.V. Azbuka hokkeia na trave [ABC of field hockey] Moscow, FKhTR Publ., 2009. 320 p.
3. Anders, E., Myers, S. (2008). Field Hockey: Steps to Success. Champaign: Human Kinetics.
4. Bartlett RM, Best RJ. (1988). The biomechanics of javelin throwing: a review. J Sports Sci; 6: 1–38
5. Brétigny, P., Seifert, L., Leroy, D. and Chollet, D. 2008. Upper-limb kinematics and coordination of short grip and classic drives in field hockey. Journal of Applied Biomechanics, 24(3): 215–223.
6. Dabinett, J.A., Reid, K., James, N. (2001). Educational strategies used in increasing fluid intake and enhancing hydration status in field hockey players preparing for competition in a hot and humid environment: a case study. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 11, 3, 334-348.
7. Douglas, P.D. (1989). Effect of a season of competition and training on hematological status of women

field hockey and soccer players. Journal of sports medicine and physical fitness, 29, 2, 179-183.
8. Eskiyecek, C.G. et. al (2018). 3d biomechanical analysis of targeted and non-targeted drag flick shooting technique in field hockey Acta Kinesiologica 12 (2018) Issue. 2: 13-19.
9. Ghosh, A.K., Goswami, A., Mazumdar, P., Mathur, D.N. (1991). Heart rate & blood lactate response in field hockey players. Indian Journal of Medical Research, 94, 351-356.
10. Kerr, R.; Ness, K. (2006). Kinematics oh de Field Hockey Penalty Corner Push-in. Sports Biomechanics, v. 1, n. 5, p. 47-61.
11. Laird, P., Sutherland, P. (2003). Penalty corners in field hockey: a guide to success. International Journal of Performance Analysis in Sport, 3(1), 19-26
12. Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: a critical review. Journal of Sports Sciences, 20(10), 813-828.
13. Lemmink, K.; Elferink-Gemser, M.T., Visscher, C. (2004). Evaluation of the reliability of two field hockey specific sprint and dribble tests in young field hockey players. British Journal of Sport Medicine, 38, 138-142.
14. López de Subijana, C., Juarez, D., Mallo, J., & Navarro, E. (2010). Biomechanical analysis of the penalty-corner dragflick of elite male and female hockey players. Sport Biomechanics, 9, 72–79.
15. MacLeod, H., Burell, C and Sunderland, C. (2007). Time-motion analysis of elite women's field hockey with particular reference to maximum intensity movement patterns. International Journal of Performance Analysis in Sport, 7, 2, 1-12.
16. McLaughlin, P. (1997). Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick: Full report. Australia: National Sports Research Centre.
17. Mero, A., Komi, P. V., Korjus, T., Navarro, E. and Gregor. R. J. (1994) Body segment contributions in javelin throwing during final thrust phases. J. appl. Biomechanics 10, 166-177.
18. Mesón, J., Ramos, O.M. (2001). La fuerza explosiva en miembros inferiores en los jugadores de hockey. Lecturas: Educación física y deporte, 7, 43. <http://www.efdeportes.com/efd43/hockey.htm> [Consulta: 23/05/2005]
19. Nacusi, E. (2000). Acondicionamiento físico en el hockey sobre césped. Lecturas: Educación física y deporte, 5, 23. <http://www.efdeportes.com/efd23b/hockey.htm> [Consulta: 17/05/2005]
20. Pérez, R., Bustamante, M. (2003). Análisis de las vías energéticas y los tipos de esfuerzos requeridos en el hockey sobre hierba. Lecturas: Educación física y deporte, 8, 57. <http://www.efdeportes.com/efd57/hockey.htm> [Consulta: 10/05/2004]
21. Piñeiro, R., Sampedro, J., & Refoye, I. (2007). Differences between international men's and women's teams in the strategic action of the penalty corner in field hockey. International Journal of Performance Analysis in Sport, 7(3), 67–83.
22. Piñeiro, R. (2008) Observación y análisis de la acción de gol en hockey hierba [The goal play in field hockey: observation and analysis]. Wanceulen, Sevilla.
23. Putnam, A. C. (1993). Sequential motions of body segments in striking and throwing skills: Descriptions and explanations. Journal of Biomechanics, 26, 125–135. 10.1016/0021-9290(93)90084-R
24. Sampedro, J., Piñeiro, R., Refoyo, I. (2008). Análisis de la acción de gol en el portero de hockey hierba, Motricidad. European Journal of Human Movement, 20, 75-95.
25. Sunderland, C., Nevill, M. (2005). High-intensity intermittent running and field hockey skill performance in the heat. Journal of sports sciences, 23, 5, 531-540.
26. Walsh, R.J. (1996). Physiological characteristics, activity patterns and physiological responses of elite women field hockey players during competition. Thesis. Victoria University of Technology Australia.
27. Yusoff, S., Hasan, N., Wilson, B. (2008). Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick performed in competition. ISN Bulletin, National Sport Institute of Malaysia, 1, 35-43.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Васильев Радивой – (Ph.D.), старший научный сотрудник Учебно-научного центра подготовки спортивного резерва; Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, ул. Деревня Универсиады, 35; e-mail: radivojv@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6563-0199.

Хуббатуллина Аида Раушановна – магистр; Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, ул. Деревня Универсиады, 35; 100aida100@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3646-6000.

Павелкин Игорь Виленович – преподаватель; Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, ул. Деревня Универсиады, 35; igor.pavelkin@mail.ru, ORCID: 0000-0001-7359-5058

Якупов Радик Альбертович – доктор медицинских наук, профессор, директор Учебно-научного центра технологий подготовки спортивного резерва (УНЦ ТПСР); Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, ул. Деревня Универсиады, 35; e-mail: tisa@mail.ru, ORCID: 0000-0002-1579-5729

Васильева Ирина Александровна – (Ph.D.), ст. преподаватель кафедры плавания; Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма; 420010, г. Казань, ул. Деревня Универсиады, 35; e-mail: tisa@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2640-5818.

Поступила в редакцию 13 октября 2020 г.
Принята к публикации 8 ноября 2020 г.

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Фазовый биомеханический анализ подачи штрафного углового в хоккее на траве / Р.М. Васильев, А.Р. Хуббатуллина, И.В. Повелкин и др. // Наука и спорт: современные тенденции. – 2020. – Т. 8, № 4. – С. 67-77. DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-4-67-77

FOR CITATION

Vasiljev R.M., Hubbatullina A.R., Pavelkin I.V., Yakupov R.A., Vasiljev I.A. Biomechanical analysis of the phases of a penalty corner in field hockey. Science and sport: current trends, 2020, vol. 8, no. 4, pp. 67-77 (in Russ.) DOI: 10.36028/2308-8826-2020-8-4-67-77