KJSB Korean Journal of Sport Biomechanics 2019; 29(2): 43-51
http://dx.doi.org/10.5103/KJSB.2019.29.2.43
http://e-kjsb.org eISSN 2093-9752

ORIGINAL

Kinematic Analysis of Drag Flick Shooting Motion for Training Shooters Specializing in Penalty Corners in Women's Field Hockey: A Case Study

여자 필드하키 페널티코너 전문 슈터 양성을 위한 Drag Flick 슈팅 동작의 운동학적 분석: 사례 연구

Jongchul Park, Kyungseok Byun, Eonho Kim

Korea Institute of Sport Science, Seoul, South Korea

Received : 10 June 2019
Revised : 17 June 2019
Accepted : 18 June 2019

Corresponding Author
Eonho Kim
Department of Sports Science,
Korea Institute of Sport Science,
727 Hwarang-ro, Nowon-gu,
Seoul, 01794, South Korea
Tel : +82-2-970-9566
Fax : +82-2-970-9502
Email : eonkim@kspo.or.kr

Objective: This study aims to propose an efficient technical model through a kinematic analysis of field hockey drag flick shooting motion in laboratory situations and game situations and to build up the basic data on drag flick shooting technique through a comparative analysis of a Korean specialized shooter and specialized shooters of competing Asian countries.

Method: This study selected one Korean female national specialized shooter and seven specialized shooters of competing countries, China, Japan, India, and Malaysia, who participated in the 2018 Asian Hockey Champions Trophy as research subjects. In exercise situations, a 3-D motion analysis utilizing an infrared camera was conducted, while in game situations, an image-based 3-D motion analysis utilizing a digital camera was conducted.

Results: The Korean specialized shooter had smaller changes in the angles of the trunk and the stick in game situations than in exercise situations. She had a high angular velocity of the trunk and the stick head, and the maximum speed of the ball was high. The Korean specialized shooter had the maximum angular velocity of the trunk higher than the specialized shooters of the competing countries did, and the angular velocity of the stick head and the maximum speed of the ball were in the average level.

Conclusion: As for drag flick shooting in game situations, changes in the angle of the trunk and the stick were small, and the angular velocity was high due to the pressure that the shooters should perform the motion fast with the defenders' interruptions, and this high angular velocity of the trunk and the stick head affected the movement of the ball. Thus, the maximum speed of the ball was higher in game situations than in exercise situations. The Korean specialized shooter had the maximum angular velocity higher than the specialized shooters of the competing countries did; however, the maximum speed of the ball was average, and it turned out that the maximum speed of the ball was associated with the angular velocity of the stick head in P3. Therefore, Korean specialized shooters need complementary training for a change to the torque of the stick head, using the strong torque of the trunk.

Keywords: Field hockey, Drag flick, Kinematic, Penalty corner

INTRODUCTION

필드하키 경기의 득점유형은 크게 필드플레이 상황에서의 득점, 페널티코너(Penalty Corner; PC)와 페널티스트로크(Penalty Stroke; PS) 상황에서의 득점으로 구분할 수 있다. 그 중 PC는 경기 중 가장 중요한 상황 중 하나이며 PC 상황의 득점은 전

Copyright © 2019 Korean Journal of Sport Biomechanics
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

체의 1/3을 차지하고 있어(Laird & Sutherland, 2003; Piñeiro, 2008), 세계 상위권 국가들은 PC 상황에서 전문 슈터를 활용한 정확성 높은 직접슈팅을 주요 득점 방법으로 활용하고 있다(Song, Kim & Kim, 2011).

PC에서 득점유형은 직접슈팅과 세트플레이로 구분할 수 있으며 직접슈팅 기술은 크게 Hit, Drag Flick, Slap 기술이 대표적이고 직접슈팅 이외에 최근에는 다양한 세트플레이(Set Play; SP)를 활용하는 추세이다. 2017년 국제대회의 경우 전체 경기 중 발생한 PC 중 약 70%가 SP 상황으로 패턴 플레이의 중요성과 의존도가 높아지고 있지만, SP 상황에서의 득점 확률을 높이기 위해서는 강력한 직접슈팅이 가능한 전문 슈터가 필수적이다. 필드하키 세계 상위권 국가들은 2명 이상의 전문 슈터를 보유하고 있고 전문 슈터 유무에 따라 다양한 SP가 가능해지며 성공 확률을 높일 수 있다.

우리나라 여자대표팀의 경우 득점유형에서 타 국가에 비해 상대적으로 페널티코너 의존도가 매우 높은 실정으로 2017년 참가한 4개의 국제대회에서 전체득점의 50.8%가 페널티코너 득점으로 우리나라 보다 하위권으로 실력 차이가 많았던 아시안컵 대회를 제외하면 의존도가 56.7%에 이르고 있다. 필드플레이 상황에서 득점력이 떨어지고 있지만 2014년 인천아시안게임, 2016년 월드리그 3라운드 2위, 2017년 월드리그 파이널 3위 등 국제대회에서 상위권을 유지할 수 있었던 것은 PC 상황에서의 득점 확률을 높이는 전략이 주요했기 때문에 가능했으며 PC 상황에서 다양한 전략의 활용 등 효율적 활용 여부가 경기의 승패를 결정할 수 있는 주요 변수라 할 수 있다.

Drag Flick은 필드하키에서 효율적인 슈팅 기술로 특히 페널티코너 상황에서 매우 빈번하게 사용되는 중요한 기술로(McLaughlin, 1997; Piñeiro, Sampedre & Refoye, 2007; Yusoff, Hasan & Wilson, 2008; Ibrahim, Faber, Kingma & Dieën, 2017) 페널티코너 직접슈팅 시 Hit 경우 백보드 높이(46 cm) 이상일 경우 득점으로 인정되지 않아 슈팅 기술로 제한이 있지만 Drag Flick은 이러한 제한이 없기 때문에 가장 많이 활용되고 있다(Ibrahim et al., 2017). 단순히 공을 때리는 기술이 아닌 스틱으로 볼을 지면에 붙인 상태로 drag하고 이후 스틱 끝부분을 이용해 강하게 밀어주는 flick 동작이 가능해야 하기 때문에 상체와 하체의 파워와 에너지 전달, 타이밍과 균형 등 근위에서 원위로 에너지를 전달하는 'kinetic link' 원리를 효율적으로 이용해야 한다(Ibrahim et al., 2017).

필드하키 세계 상위권 국가들에서는 Drag Flick 기술 향상을 위해 다양한 연구가 진행되고 있으며, 그 결과 성공적인 슈팅 동작을 완성하기 위해서는 스탠스의 너비를 넓게 하면서 골반에서 몸통 그리고 스틱의 연속적인 회전 동작이 이루어져야 성공적인 슈팅을 할 수 있다고 보고하고 있다(Lopez de Subijana, Juarez, Mallo & Navarro, 2010; McLaughlin, 1997).

우리나라에서도 Drag Flick 동작에 대한 기술 분석이 이루어졌으며(Song, 2006; Song et al., 2011), 기술의 성공적 수행요인으로 '다리-허리-어깨-팔-손목-스틱-볼'로 이어지는 효율적인 신체적 협응성을 강조하였다. 그리고 Drag Flick 동작에 있어 볼을 드래그하는 길이를 길게하고 볼 릴리즈 시점에서 손과 전완의 각운동량을 크게 하여 스틱 헤드의 속도를 높이는 것이 중요하다고 하였다(Kim, Woo & Kim, 2009). 또한 필드하키 Drag Flick 동작 이외에 스트로크 동작 시 숙련자와 비숙련자의 족저압력 차이 분석(Lee & Lee, 2012), 스쿱 동작에 관한 운동학적 분석(Lim, 2009)이 이루어졌지만 후속연구는 진행되지 못하고 있다. 또한 대부분의 선행연구들이 실험적 상황이라는 제한적 상황에서 연구를 수행하여 제한점이 많았으며, PC Drag Flick 슈팅 훈련 또한 수비수가 없이 슈터 혼자 연습하는 경우가 대부분인 점을 감안할 때 1st Runner(PC 수비수)가 전력 질주하며 뛰어나오는 실제 경기 상황에서의 동작을 규명하는 것은 의미가 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구의 목적은 PC 상황에서 우리나라 Drag Flick 전문 슈터 양성을 위한 운동학적 기술 모형을 제시하는데 있다. 이를 위해 첫째, 우리나라 Drag Flick 전문 슈터의 슈팅 동작을 연습 상황과 실제 경기 상황으로 분류하여 운동학적 차이를 비교 분석하고, 둘째, 시합 상황에서 우리나라 선수와 아시아 경쟁국 주요 선수와의 운동학적 차이를 비교 분석하였다.

METHOD

1. 연구대상자

본 연구의 대상은 Drag Flick 전문 슈터 양성을 위해 한국(KOR) 여자 국가대표 전문 슈터 4명을 선정하여 측정하였다. 하지만 본 연구에서는 연습 상황과 시합 상황을 비교하기 위해 2018년 아시아참피온스트로피 대회에 참가하여 KOR의 전문 슈터를 수행한 1명 선수를 선정하여 분석하였다. 그리고 2018년 아시아참피온스트로피 대회에 참가한 경쟁 상대인 인

Table 1. Characteristics of the participants

Nation	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)
KOR	24	162	60
IND	23	167	59
CHN1	19	-	-
CHN2	24	173	70
JPN1	26	168	60
JPN2	28	167	56
MAL	29	152	54

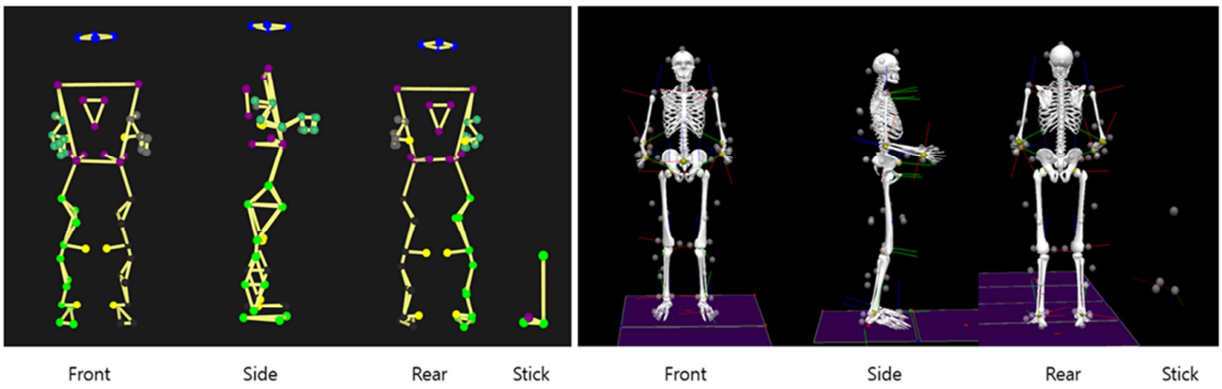


Figure 1. Position of reflective markers

도(IND), 중국(CHN), 일본(JPN), 말레이시아(MAL) 전문 슈터 6명을 대상으로 선정하였다. 자세한 정보는 (Table 1)과 같다.

2. 측정장비

본 연구는 실험실 환경과 실제 경기 상황에서의 Drag Flick 슈팅 동작에 대한 운동학적 분석을 위해 수행하였다. 실험실 환경 및 시합 상황에서 활용한 실험 도구는 다음과 같다.

1) 연습 상황 - 실험실 측정

(1) 촬영 및 공간좌표화

실험실 환경에서 필드하키 Drag Flick 슈팅에 대한 3차원 동작 분석을 위해 적외선 카메라(Oqus7+, Qualisys, SWE) 14대를 활용하였으며, 실험 상황에 대한 비디오 영상을 촬영하기 위해 비디오 카메라(Oqus2C, Qualisys, SWE) 1대를 활용하여 정성적 분석에 활용하였다. 이때 촬영 속도는 200 frames/sec으로 설정하였으며 측정 공간의 좌표값 산출을 위해 캘리브레이션 키트(Calibration kit, Qualisys, SWE)를 활용하였다.

(2) 반사 마커

적외선 카메라를 활용한 3차원 동작 분석을 수행하기 위하여 인체 및 관절에 총 57개의 반사 마커(Reflective marker)를 부착하였고 추가적으로 4개의 반사 마커를 스틱에 부착하였다. 반사 마커의 부착 위치의 자세한 정보는 (Figure 1)과 같다.

(3) 자료처리 소프트웨어

14대의 적외선 카메라를 통해 획득한 반사 마커의 위치 좌표는 모션 캡쳐 프로그램 QTM: Qualisys Track Manager, Qualisys, SWE)을 활용하여 수집하였으며 반사 마커의 이름을 인식시키는 Labeling 작업을 수행하였다. 이 후 운동역학 분석 프로그램(Visual3D, C-motion, U.S.A)을 활용하여 Drag-Flick 슈팅 시 나타나는 운동학적 변인을 산출하였다

2) 시합 상황 - 동해참피온스트로피

(1) 촬영 및 공간좌표화

시합 상황에서 필드하키 Drag Flick 슈팅에 대한 3차원 영상 분석을 위해 디지털 캠코더 NEX-700 (sony, JPN) 3대를 활용하였다. 이때 촬영 속도는 60 frames/sec으로 설정하였으며 공간좌표의 산출을 위해 1 m × 2 m × 2 m 통제점 틀(Control object, Visol, KOR) 2 sets를 활용하였다.

(2) 자료처리 소프트웨어

3대의 디지털 캠코더를 통해 획득한 영상을 활용하여 3차원 동작 분석 자료를 획득하기 위해 Kwon3D 3.1 (Visol, KOR)을 활용하였으며, 프로그램을 통해 산출된 Raw-data는 Excel 2017 (Microsoft, USA) 프로그램을 사용하여 분석 변인을 산출하였다.

3. 실험 절차

본 연구의 목적을 달성하기 위해 다음과 같은 실험 방법을 활용하였으며 연습 상황(실험실 측정)과 실제 경기 상황(동해참피온스트로피)으로 분류하여 기술하였다.

1) 연습 상황 - 실험실 측정

연습 상황에서 Drag Flick 슈팅에 대한 3차원 동작 분석을 위해 적외선 카메라 14대를 설치하였으며, 2 m × 5 m × 2 m (좌우, 전후, 수직)의 측정 영역에서 동작이 원활하게 촬영될 수 있도록 카메라 각도를 조정하였다. 측정 역역의 공간좌표 산출을 위해 NLT 방식을 활용하였으며 좌우 방향을 X축, 전

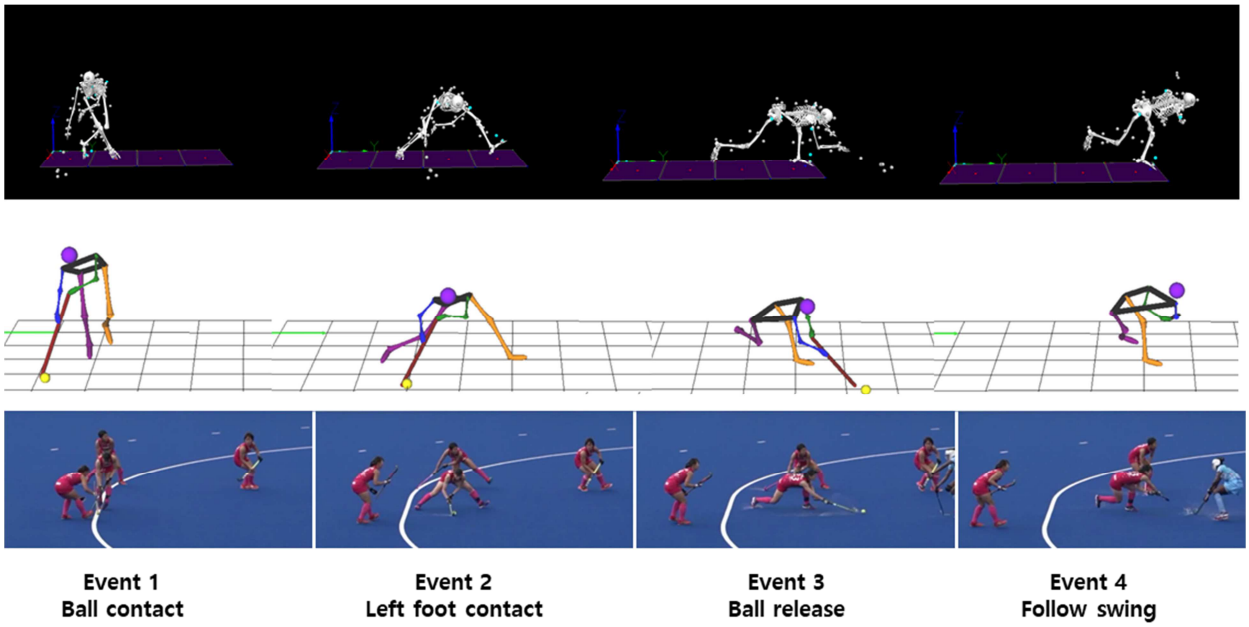


Figure 2. Defining events and phases

후 방향을 Y축, 수직 방향을 Z축으로 설정하였다. 측정에 앞서 대상자들에게 본 연구의 목적을 설명하였으며 상해 예방과 운동수행능력 향상을 위해 가벼운 스트레칭 및 준비 운동을 수행하였다. 이후 대상자의 관절 및 분절에 반사 마커를 부착하였고 인체에 부착한 반사 마커가 익숙해 질 수 있도록 5분간 준비 동작을 수행하였다. Drag Flick 슈팅 동작에 앞서 정적인(Static) 자세를 촬영하여 각 연구대상자의 관절 및 분절에 대한 정보를 수집하였다. Drag Flick 슈팅 동작은 슈팅 방향에 따라 좌측 상단(LT: Left Top), 좌측 하단(LB: Left Bottom), 우측 상단(RT: Right Top), 우측 하단(RB: Right Bottom)으로 분류하여 측정하였으나 실제 경기 상황과의 비교를 위해 LT, LB에 방향에 대한 3개의 성공적인 시기를 선정하여 분석하였다.

2) 시합 상황 - 동해참피온스트로피

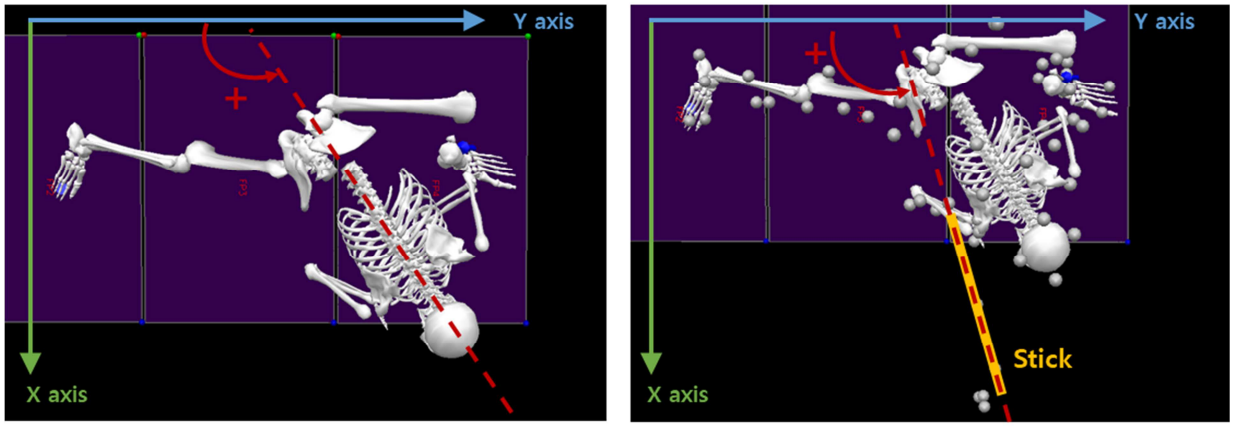
국제대회 기간 중 원활한 촬영을 위해 대회를 주최하는 대한하키협회와 사전협의를 통해 허가를 받아 카메라를 설치하였다. 경기가 시작되기 전 3대의 카메라를 Drag Flick 슈팅 영역이 촬영될 수 있도록 설치하였고, 측정 영역의 공간좌표를 산출하기 위해 통제점 틀을 설치하였다. 또한 총 6일간 진행한 경기에서 나타난 PC 상황에 대한 영상을 수집하였다. 이때 Drag Flick 슈팅에 대한 자료를 슈팅 방향에 따라 분류하였으며 각 국가 및 선수들이 수행한 총 26개 슈팅 자료를 분석하였다.

4. 자료처리

연습 상황의 3차원 동작 분석의 자료처리는 QTM (Qualisys Track Manager) 및 Visual3D를 활용하였으며 NLT (Non-direct Linear Transformation) 방법을 활용하여 공간좌표계를 설정하였다. 반사 마커를 촬영하여 분석하는 3차원 동작분석기법은 연구대상자의 피부 움직임(Skin movement)에 따른 반사 마커의 떨림으로 인한 노이즈가 발생하는데 이를 보정하기 위해 Butterworth 4th order low-pass filter 차단 주파수 10 Hz를 적용하였다. 실제 경기 상황에서의 3차원 동작 분석은 Kwon3D 3.1 프로그램을 활용하였으며, DLT (Direct linear transformation) 방법을 이용하여 공간좌표계를 설정하고 3차원 좌표 데이터를 산출하였다. 이때 발생하는 노이즈를 최소화하기 위해 Butterworth 4th order low-pass filter를 사용하였으며, 이때 차단 주파수 10 Hz를 적용하였다. 본 연구의 특성상 모든 결과는 기술통계 값을 산출하였다. 따라서 결과 값에 대한 각 대상자간의 상대적인 비교는 가능하나 일반화하여 설명하기에는 제한이 있다.

1) 분석 구간

본 연구에서 설정한 분석 시점(Event)은 BC (Ball contact) - LFC (Left Foot Contact) - BR (Ball Release) - FS (Follow Swing)의 네 가지 지점으로 분류하였고, 각 지점 사이의 구간을 1, 2, 3 구간(Phase)로 정의하여 분석하였다(Figure 2).



Trunk angle Stick angle

Figure 3. Defining trunk and stick angle

Table 2. Trunk and stick angle

Unit: deg

	Course	Place	BC	LFC	BR	FS
Trunk	LT	Lab	83.0±1.1	78.6±2.8	132.7±3.1	193.5±10.8
		Field	82.9±0.0	88.7±0.0	137.6±0.0	181.3±0.0
	LB	Lab	79.3±1.2	78.8±1.2	143.2±2.4	204.1±7.3
		Field	70.6±5.2	90.8±16.4	144.3±6.5	182.5±5.7
Stick head	LT	Lab	81.9±1.6	87.8±4.6	132.8±6.1	238.6±6.2
		Field	79.4±0.0	89.4±0.0	114.8±0.0	221.9±0.0
	LB	Lab	76.9±4.1	74.6±3.3	128.0±7.1	248.3±5.4
		Field	54.6±14.3	70.1±12.0	123.5±26.5	234.3±7.4

Table 3. Trunk and stick angular velocity

Unit: deg/sec

	Course	Place	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Total max
Trunk	LT	Lab	-16.6±6.8	259.6±22.2	208.6±24.1	362.1±30.8
		Field	30.0±0.0	286.7±0.0	331.1±0.0	373.5±0.0
	LB	Lab	-1.4±5.4	302.6±10.5	241.4±41.1	409.5±19.4
		Field	88.8±38.8	423.5±18.1	311.1±43.4	487.4±21.2
Stick head	LT	Lab	22.6±12.9	227.9±12.3	380.9±106.9	1119.6±90.1
		Field	43.0±0.0	180.1±0.0	774.3±0.0	1168.0±0.0
	LB	Lab	-8.3±9.5	261.1±13.3	488.4±135.2	1163.3±64.0
		Field	65.3±4.1	450.1±55.5	898.1±157.5	1483.5±62.3

2) 분석 변인

(1) 몸통, 스틱의 각도 및 각속도

몸통, 스틱의 각도 및 각속도는 횡단면(Transverse plane)에서의 움직임으로 정의하였으며 몸통의 각도는 몸통과 전후축과의 상대 각도, 스틱 각도는 스틱과 전후축과의 상대 각도로 정의하였다(Figure 3).

(2) 볼 최대 속도

Drag Flick 슈팅 시 볼의 최대 속도는 세 가지 축의 합성 속도를 산출하여 최대 값으로 정의하였다.

RESULTS

1. 연습 상황(실험실)과 시합 상황(동해참피온스트로피)

Drag Flick 슈팅을 수행함에 있어 연습 상황과 시합 상황에서 나타나는 동작은 차이가 있다. KOR의 Drag Flick 전문 슈터의 연습 상황과 실제 경기 상황에서의 차이에 대한 비교 분석 결과는 다음과 같다. 선행연구에 의라면 Drag Flick 슈팅은 슈팅 방향에 따라 동작에 차이가 나타난다(Song et al., 2011). 따라서 Drag Flick 슈팅의 방향으로 분류하여 비교할 필요성이 있으며, 실험실 상황에서는LT, LB, RT, RB 방향으로 분류하여 측정하였으나 시합 상황에서 LT, LB 방향으로만 수행하였으므로 LT, LB 방향에 대한 자료를 대상으로 비교하였다. 연습 상황의 경우 각 슈팅 방향에 대한 3번의 성공적인 동작을 선정하여 제시하였으며 시합 상황의 경우 LT 방향 1회, LB 방향 3회에 대한 자료를 제시하였다. 시합 상황에서의 자료는 골의 성공 여부와는 관계없이 시합 상황에서 발생한 PC Drag Dlick 슈팅에 대한 모든 자료를 제시하였다.

1) 몸통 및 스틱 각도 변화

연습 상황과 시합 상황에서 나타난 몸통 및 스틱 각도 변화에 대한 자료는 (Table 2)에 제시하였다.

2) 몸통 및 스틱 각속도 변화

연습 상황과 시합 상황에서 나타난 몸통 및 스틱 각속도 변

Table 4. Maximum ball speed Unit: km/h

	Course	Place	Ball max speed
Trunk	LT	Lab	74.3±3.3
		Field	80.1±0.0
	LB	Lab	75.6±0.7
		Field	85.1±1.6

Table 5. Trunk and stick angle Unit: deg

	Course	Nation	BC	LFC	BR	FS
Trunk	LB	KOR	70.6±5.2	90.8±16.4	144.3±6.5	182.5±5.7
		IND	73.1±0.0	85.6±0.0	142.6±0.0	189.4±0.0
		CHN1	79.0±0.0	88.0±0.0	139.2±0.0	190.9±0.0
		CHN2	83.5±2.3	84.3±8.9	156.9±11.5	198.7±13
		JPN1	92.6±6.6	111.6±12.6	141.9±5.7	180.4±10.2
		JPN2	76.8±10.9	76.5±5.5	160.4±7.7	199.9±27.5
		MAL	92.2±0.0	103.3±0.0	153.3±0.0	200.1±0.0
Stick head	LB	KOR	54.6±14.3	70.1±12.0	123.5±26.5	234.3±7.4
		IND	58.1±0.0	78.6±0.0	117.8±0.0	261.5±0.0
		CHN1	61.9±0.0	75.9±0.0	100.1±0.0	269.1±0.0
		CHN2	72.1±4.0	70.8±2.9	131.1±20.9	289.7±13.8
		JPN1	71.9±2.1	82.4±2.5	121.8±14	236.7±31.9
		JPN2	78.7±15.3	76.5±7.9	141.6±4.9	249.6±32.2
		MAL	79.0±0.0	72.3±0.0	117.6±0.0	248.9±0.0

Table 6. Trunk and stick angular velocity Unit: deg/sec

	Course	Nation	Phase 1	Phase 2	Phase 3	Total max
Trunk	LB	KOR	88.8±38.8	423.5±18.1	311.1±43.4	487.4±21.2
		IND	48.4±0.0	336.4±0.0	277.4±0.0	335.0±0.0
		CHN1	47.3±0.0	344.1±0.0	345.7±0.0	472.9±0.0
		CHN2	11.7±39.6	398.6±74.2	243.5±37.3	365.1±158.9
		JPN1	66.7±30.3	343±53.5	168.6±36.1	344.3±86.9
		JPN2	5.0±25.2	397.4±25.6	221.6±61.7	446.1±29.4
		MAL	38.2±0.0	370.8±0.0	257.8±0.0	375.8±0.0
Stick head	LB	KOR	65.3±4.1	450.1±55.5	898.1±157.5	1483.5±62.3
		IND	65.7±0.0	268.4±0.0	838.2±0.0	1351.8±0.0
		CHN1	60.6±0.0	174.6±0.0	1055.8±0.0	2013±0.0
		CHN2	-3.2±27.5	366.6±122.7	967.7±310.4	1676.4±172.5
		JPN1	34±2.3	525.7±249.5	504.4±151.9	1333±38.8
		JPN2	-13.2±31.3	339.6±30.8	595.6±86.8	1487±336.5
		MAL	-26.2±0.0	361.6±0.0	698.1±0.0	1481.7±0.0

화에 대한 자료는 (Table 3)에 제시하였다.

3) 볼 최대 속도

연습 상황과 시합 상황에서 나타난 볼 최대 속도에 대한 자료는 (Table 4)에 제시하였다.

2. 시합 상황(동해참피온스트로피) 경쟁국 전문 슈터와 비교

아시안 주요 경쟁국가 전문 슈터의 Drag Flick 슈팅을 수행함에 있어 나타나는 운동학적 분석을 통해 KOR 선수 자료와 비교 분석하였다. KOR은 실제 경기 상황에서 Drag Flick 슈팅을 LB 방향으로만 수행하였으므로 다른 방향의 슈팅은 경쟁국 전문 슈터와 비교 분석하지 못했다. 이에 대한 결과는 다음과 같다.

1) 몸통 및 스틱 헤드 각도 변화

한국 선수와 아시아 주요 경쟁국가 선수들에게 나타난 몸통 및 스틱 헤드 각도 변화 대한 자료는 (Table 5)에 제시하였다.

Table 7. Maximum ball speed Unit : km/h

	Course	Nation	Ball max speed
Trunk	LB	KOR	85.1±1.6
		IND	93.3±0.0
		CHN1	84.8±0.0
		CHN2	94.1±8.3
		JPN1	77.5±2.3
		JPN2	84.8±3.6
		MAL	79.9±0.0

2) 몸통 및 스틱 헤드 각속도 변화

한국 선수와 아시아 주요 경쟁국가 선수들에게 나타난 몸통 및 스틱 헤드 각속도 변화 대한 자료는 (Table 6)에 제시하였다.

3) 볼 최대 속도

한국 선수와 아시아 주요 경쟁국가 선수들에게 나타난 볼 최대 속도에 대한 자료는 (Table 7)에 제시하였다.

DISCUSSION

1. 연습 상황(실험실)과 시합 상황(동해참피온스트로피)

PC Drag Flick 슈팅을 수행함에 있어 시합 상황에서는 연습 상황과는 달리 상대 수비가 방어를 위해 전력 질주하며 뛰어나오기 때문에 심리적 압박감을 받게 된다. 이로 인해 Drag Flick 슈팅 동작에 있어 몸통과 스틱 헤드의 각도 및 각속도 변화는 연습 상황에 비해 시합 상황에서 몸통 각도의 변화는 작고 각속도는 빠른 것으로 나타났다. 이러한 결과는 스틱 헤드 움직임으로 연계되어 나타났는데 연습 상황에 비해 시합 상황에서 스틱 각도 변화가 작고 각속도는 빠른 것으로 나타났다. 이는 시합 상황에서는 수비수의 전진으로 인한 상대방 수비의 압박을 피하기 위해 스윙 동작을 근위 분절인 몸통부터 최종 원위의 움직임인 스틱 헤드까지 짧고 빠르게 동작을 수행하기 때문에 나타난 결과라고 판단된다.

Drag flick 슈팅은 근위 분절부터 원위 분절까지 에너지가 전이되는 키네틱 링크의 중요성이 강조되고 있는데(Ibrahim et al., 2017; Lopez et al., 2010; McLaughlin, 1997; Song, 2006) 본 연구의 결과에서도 몸통에서 발현된 각속도로부터 스틱 헤드의 각속도로 유기적으로 회전력이 연결되었을 경우 최종 결과물인 볼의 최대 속도도 빨라지는 것으로 나타났다. LT 방향의 경우 실험 상황에서 74.3 km/h, 시합 상황에서 80.1 km/h로 나타났고, LB 방향의 경우에도 실험 상황에서 75.6 km/h, 시합 상황에서 85.1 km/h로 나타나 스틱 헤드의 각속도가 빠르게 나타난 시합 상황에서 볼의 최대 속도가 빠르게 발현된 것으로 나타났다.

또한 본 연구는 연습 상황과 시합 상황의 측정 환경이 다른데 연습 상황은 실험실에서 측정한 결과로서 약 0.5 mm 오차율의 환경에서 측정한 반면 시합 상황의 경우 약 0.5 cm 오차율의 야외 환경에서 측정했기 때문에 다른 두 가지 환경에서 획득한 자료의 질에 의해 결과 값에 다소 차이가 나타날 수도 있다는 제한점이 있다.

2. 시합 상황(동해참피온스트로피) 경쟁국 전문 슈터와 비교

시합 상황의 PC Drag Flick 슈팅 시 몸통 각도 변화를 살펴보면 BC, LFC에서는 JPN1이 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 수행하는 것으로 나타났고 BR에서는 CHN1이 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 수행하는 것으로 나타났다. FS에서는 MAL이 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 마무리하는 것으로 나타나 몸통의 회전은 MAL이 가장 크게 활용하는 것으로 나타났다.

스틱 각도 변화는 BC에서 MAL이 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 수행하는 것으로 나타났고 LFC에서는 JPN1이 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 수행하는 것으로 나타났다. BR에서는 JPN2가 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 수행하는 것으로 나타났고 FS에서는 CHN2가 가장 좌측으로 회전한 상태에서 동작을 마무리 하는 것으로 나타나 스틱의 회전은 CHN2가 가장 크게 활용하는 것으로 나타났다.

몸통 각속도 변화를 살펴보면 P1, P2, P3 구간 및 전체 구간 최대 각속도는 KOR이 가장 빠른 각속도를 보여 Drag Flick 슈팅 시 몸통의 회전력이 가장 강한 것으로 나타났다. 반면 스틱 헤드 각속도 변화는 P1에서 IND가 가장 빠른 각속도를 보였고 P2에서는 JPN1이 가장 빠른 각속도를 보였다. P3 및 전체 구간 최대 각속도는 CHN1이 가장 빠른 각속도를 보여 Drag Flick 슈팅 시 스틱 헤드의 회전력이 가장 강한 것으로 나타났다. KOR은 몸통의 최대 각속도는 가장 빠르게 수행했음에도 스틱 헤드로의 각속도 전이가 원활하게 이루어지지 못해 스틱 헤드의 각속도는 전체 평균 정도의 수준인 것으로 나타났다. 이로 인해 최대 볼 속도 역시 평균 정도의 수준인 것으로 나타나 근위 분절인 몸통의 회전력이 스틱 헤드로 이어지는 연속적인 회전 동작에 대한 연습이 필요할 것으로 판단된다. 이러한 각 분절의 연속적인 회전 동작에 대한 중요성은 Drag Flick 슈팅의 선행연구에서 지속적으로 강조되고 있으며(Ibrahim et al., 2017; Lopez et al., 2010; McLaughlin, 1997; Song, 2006) 전문 슈터에게 정량적 자료를 제시함으로서 자신이 수행하는 동작에 대해 객관적으로 인식시켜주고 보완 훈련을 한다면 보다 효율적인 Drag Flick 슈팅을 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

스틱 헤드의 최대 각속도는 P3에서의 움직임이 가장 중요한 것으로 나타났는데 BR 이후 스틱의 회전을 멈추지 않고 스윙 마지막까지 빠르게 동작을 수행하면서 마무리하는 것이 스틱 헤드 최대 각속도를 발현하는데 중요한 요소라고 판단된다. 볼 최대 속도는 CHN2가 94.1 km/h로 가장 빠른 볼 속도를 보였고 KOR은 85.1 km/h의 속도를 보여 약 9 km/h의 차이가 나타났다.

Drag Flick 슈팅의 최종 결과물인 볼 속도가 빠르게 발현될 경우 보다 효율적인 Drag Flick 슈팅을 수행했다고 평가할 수 있다. 본 연구에서 나타난 결과로 볼 때 Drag Flick 슈팅을 수행함에 있어 몸통의 움직임은 각도의 큰 변화량보다 변화량은 작지만 몸통의 각속도를 빠르게 수행하는 것이 보다 효율적인 동작인 것으로 판단된다. 반면 스틱의 움직임은 스틱의 빠른 각속도 뿐만 아니라 각도의 큰 변화량도 효율적인 동작을 수행함에 있어 중요한 요소인 것으로 판단된다. 그리고 대체적으로 몸통 및 스틱의 각속도가 빠를수록 볼 속도도 빠른 것으로 나타났지만 그렇지 않은 경우도 있었는데 이는 볼 릴리즈 시 타이밍의 문제가 발생했거나 전체적인 동작의 연결이 원활하게 이루어지지 않아 나타난 결과라고 판단된다. 이러한 현상을 보완하기 위해서는 엔드 라인에서 공을 패스해주는 피더(Feeder)

와 공을 잡아주는 스토퍼(Stopper)의 호흡이 중요하며 피더와 스토퍼의 빠르고 정확한 동작이 동반되면 Drag Flick 슈팅을 수행함에 있어 그만큼 시간적 여유가 발생하므로 이로 인해 보다 원활한 Drag Flick 슈팅이 이루어질 것으로 판단된다.

CONCLUSION

본 연구의 목적은 필드하키 Drag Flick 슈팅 동작에 대한 실험실 상황과 시합 상황에서의 운동학적 분석을 통해 효율적인 기술 모형을 제시하고 한국 전문 슈터와 아시아 경쟁국가 전문 슈터의 비교 분석을 통해 Drag Flick 슈팅 기술에 대한 기초 자료를 구축하는데 목적이 있다. 본 연구를 통해 나타난 결론은 다음과 같다.

첫째, Drag Flick 슈팅을 수행함에 있어 시합 상황에서는 수비가 전력 질주하며 슈팅을 방어하는데 이로 인한 압박감으로 연습 상황에 비해 몸통 및 스틱 각도의 변화는 작고 각속도는 빠르게 나타났다. 몸통 및 스틱 헤드의 빠른 각속도는 볼의 움직임에 영향을 미쳐 시합 상황이 연습 상황에 비해 볼의 최대 속도가 빠르게 나타났다.

둘째, 효율적인 Drag Flick 슈팅을 수행하기 위해서는 몸통의 움직임은 큰 각도 변화량보다 변화량은 작지만 빠른 각속도를 발현하는 것이 중요하며 스틱의 움직임은 큰 각도 변화량과 빠른 각속도를 발현하는 것이 중요하다.

셋째, KOR의 전문 슈터는 몸통의 최대 각속도가 다른 경쟁국 전문 슈터에 비해 빠르게 나타났으나 스틱 헤드의 최대 각속도 및 볼의 최대 속도는 평균 정도 수준인 것으로 나타났다. 볼의 최대 속도는 P3 구간의 스틱 헤드 각속도와 연관이 있는 것으로 나타났는데 KOR의 전문 슈터는 몸통의 강한 회전력을 이용하여 스틱 헤드의 회전력으로 전이될 수 있도록 보완 훈련이 필요하다.

본 연구는 실험실 상황과 시합 상황에서의 Drag Flick 슈팅의 운동학적 차이를 분석하고 경쟁국 전문 슈터와의 차이를 분석하여 효율적인 Drag Flick 슈팅 동작 모형을 제시하는데 중점을 두었다. 하지만 본 연구는 사례 연구로서 피험자 수가 많지 않아 기술통계 분석만 이루어졌으므로 각 피험자간의 비교는 가능하나 일반화하는 것은 한계가 있다. 따라서 추후 연구에서는 아시아 주요 경쟁국 뿐만 아니라 세계적인 선수들의 Drag Flick 슈팅에 대한 자료도 정량화하여 수집하고 통계적 검증을 수반한다면 보다 가치 있는 자료를 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

ACKNOWLEDGEMENT

이 연구는 한국스포츠정책과학원의 지원을 받아 수행된 연구임.

REFERENCES

Ibrahim, R., Faber, G. S., Kingma, I. & van Dieën, J. H. (2017). Kinematic analysis of the drag flick in field hockey. *Sports Biomechanics*, *16*(1), 45-57.

Kim, H. M., Woo, S. Y. & Kim, K. U. (2009) A comparison of flick shooting motion penalty corner between high school and national players in field hockey. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *19*(3), 499-508.

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.

Lee, J. Y. & Lee, J. S. (2012). Comparative analysis of plantar pressure between skilled and unskilled players during hockey penalty stroke. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *22*(2), 141-150.

Lopez de Subijana, C., Juarez, D., Mallo, J. & Navarro, E. (2010). Biomechanical analysis of the penalty-corner drag flick of elite male and female hockey players. *Sports Biomechanics*, *9*, 72-78.

Lim, J. W. (2009). Kinematic analysis of a scoop motion in elite male hockey players. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, *19*(3), 481-488.

McLaughlin, P. (1997). Three-dimensional biomechanical analysis of the hockey drag flick: full report. *Belconnen: Australian Sports Commission.*

Piñeiro, R. (2008) Observación y análisis de la acción de gol en hockey hierba. [The goal play in field hockey: observation and analysis] Sevilla: Wanceulen. (In Spanish).

Piñeiro, R., Sampedre, 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*, 67-83.

Song, J. H. (2006). A kinematic analysis of flick shooting motion in hockey penalty corner. *The Journal of Physical Education*, *45*(3), 633-640.

Song, J. H., Kim, T. K. & Kim, S. E. (2011). Comparison of the motion depending on drag flick shooting direction in the hockey penalty corner. *Korean Journal of Sports Science*, *20*(2), 1143-1152.

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*(1), 35-43.