

GPS를 활용한 여자 필드하키 경기력 분석

김지웅¹, 송주호^{2*}, 박종철², 최은영³

¹상명대학교 체육학과 박사과정, ²한국스포츠정책과학원 책임연구위원, 선임연구위원,
³단국대학교 체육학과 박사수료

Performance Analysis of Women's Field Hockey Using GPS

Ji-Eung Kim¹, Joo-Ho Song^{2*}, Jong-Chul Park², Eun-Young Choi³

¹Department of Physical Education, Sangmyung University, Doctorate Course

²Department of Sport Science, Korea Institute of Sport Science, Senior Researcher

³Department of Physical Education, Dankook University, Doctor course completion

요 약 본 연구는 필드하키 선수를 대상으로 실제경기에서 측정된 GPS데이터를 분류하여 승리경기와 패배경기를 비교 분석하였다. 본 연구를 위하여 여자 필드하키 국가대표선수 23명을 대상으로 A매치 16경기에서 실시간으로 GPS를 선수들이 착용하여 데이터를 수집하였다. 연구결과에 의하면 승리한 경기가 패배한 경기보다 Zone2와 Zone5 구간을 제외한 나머지 구간에서 많이 뛰었으며, Zone3 이상의 구간에서 승리경기와 패배경기의 통계적 차이를 확인하였다. 또한, 6개의 구간을 3개씩 묶어 Zone1~3을 Low-Speed 구간과 Zone4~6을 High-Speed 구간으로 나누어 분석한 결과 유의미한 차이가 없었으며, 가속횟수에서는 고가속 횟수에서 차이가 나타났다. 두 번째로 포지션별로 구간별 이동거리와 가속횟수를 분석한 결과, 포지션별로 구간별 이동거리, 저가속 횟수와 고가속 횟수에서 포지션별로 통계적인 차이를 보여 빠른 움직임이 많을수록 경기결과에 차이를 확인했다.

주제어 : 필드하키, 경기력분석, GPS분석, 운동거리, 운동속도

Abstract The aim of this study was to compare and analyse the national players between the winning games and the losing ones by classifying the GPS data measured in the competition. 27 players of Korean national team on field hockey had analysed to collect plenty of data by using GPS system in real time on 16 A-matches for this paper. The result was followed: First, it has revealed that the winning games showed that it had played a lot in the rest of the zone except for zone 1 and zone 5 from zone 1 to zone 6. Second, is has also shown that it had a significant differences into the distance between the winning games and the losing ones. Third, there were no significant differences between Low-speed zone (zone 1 to Zone 3) and High-speed zone (zone 4 to zone 6) into the distance but were a significant differences on the number of high-accelerations in a section of accelerations. Last, in the position-specific, it has shown a significant differences between a distance by the section and the acceleration frequency and the results showed that the difference between the low accelerations and high ones influenced positively related to the performance.

Key Words : Field Hockey, Performance Analysis, GPS Analysis, Distance, Speed

1. 서론

스포츠과학이란 전신적 관점으로 건강과 경기력을 증진 시키는 학문으로, 생리학, 심리학, 해부학, 생체역학 및 생화학 분야를 통합한다. 과거 스포츠과학은 단순히 경기결과에 초점이 맞춰 활용되었다면, 근래에는 정보기술의 발전으로 훈련과 경기 중에 과학적인 피드백을 받으며 활용되고 있다[1]. 최근 스포츠에서 개인이나 팀의 경기력을 표현할 수 있는 데이터 생산 기술이 향상되었으며, 새로운 통계적 접근법과 함께 스포츠에서 경기력의 결과를 예측하고 있다[2].

필드하키는 남녀 모두 하는 국제 스포츠이며, 엘리트 수준의 국제대회로는 올림픽, 월드컵, 아시안게임, 챔피언스토프 대회 등이 있다[3]. 구기 종목인 필드하키는 1쿼터당 15분으로 총 4쿼터 60분 동안 자유롭게 교체하며 경기하는 종목으로 한 팀은 11명의 선수와 5명의 교체선수로 구성되지만, 대회 규정에 의하여 최대 18명까지 구성될 수 있다[4]. 경기 중 각각의 포지션별로 생리학적 반응과 함께 선수들은 걷기, 달리기, 방향전환, 가속, 감속 등 수천가지 동작을 수행하며, 이러한 움직임은 경기력으로 반영된다[5].

필드하키는 축구와 비슷하게 선수들의 움직임 속도가 빠르고 운동 범위가 큰 팀 스포츠 중 하나로, 장시간 높은 강도, 짧은 회복 기간 및 반복적이고 순간적인 단거리 스피드 능력이 경기력에 중요한 요인이다[6]. 종목특성상 상황에 따라 폭발적인 스피드가 빈번하게 나타나므로 고강도 수준의 체력과 짧고 빠른 스피드를 반복적으로 수행할 수 있는 능력이 필수적이다[7].

선행연구에 의하면 여자필드하키 선수는 훈련과 경기에서 약 6km를 움직이고, 전체 이동 거리의 6~9%는 5m/s 이상의 속력의 고강도 움직임을 하는 것으로 보고되었다[8,17,22]. 이러한 움직임은 선수 개인의 능력 뿐만 아니라 선수들 간의 상호작용이 팀워크 등 경기력 요인으로 작용하기 때문에 선수들의 움직임 요인들을 정량화할 필요가 있으며, 경기 중에 발생하는 움직임을 분석하기 위하여 Global Positioning System (GPS) 기술을 통하여 실시간으로 코칭스태프들은 선수들의 거리와 속도 정보를 활용되고 있다[8].

위치 기반 서비스는 크게 Outdoor와 Indoor로 나눌 수 있으며, 대표적인 Outdoor의 위치 기반 서비스는 GPS(Global Positioning System)를 활용한 교통정보 시스템과 네비게이션이 있다[9]. 최근 GPS는 필드스포츠 분야에서 Outdoor 기반으로 선수들의 이동 거리, 속도

및 가속도를 측정하여 경기력을 분석하는 방법으로 사용되고 있다[10]. 과거 GPS 장비들은 크기와 배터리 수명, 큰 오차범위 등에 문제가 있었지만, 근래에는 타당도와 신뢰도 측면에서 많은 검증이 이루어져 정확성을 인정받고 있으며[11], 필드스포츠 이외에도 다양한 종목에서 GPS를 착용한 선수들을 어렵지 않게 찾아 볼 수 있다.

필드종목인 축구, 필드하키, 럭비에서 훈련과 연습경기 동안 실시간으로 모니터링하고 있으며, 국제경기에서도 GPS 장비를 사용하여 기본적으로 측정되는 기록들은 선수 개인별 이동과 관련하여 이동 거리, 가속도, 위치 및 심박수 등의 1초단위로 저장된 정보를 실시간으로 모니터링하며 선수들의 움직임을 통하여 전술 및 전략에 활용되고 있다[12].

GPS를 활용하여 팀스포츠 종목의 경기력을 분석한 연구로는 국내보다 해외에서 많이 찾아 볼 수 있다. 먼저 축구에서는 GPS와 가속도계를 사용하여 호주축구 프리시즌과 정규시즌 내 18경기를 대상으로 누적되는 물리적 부하와 부상 발생률의 관계를 조사한 연구[13], 훈련과 경기에서 측정된 GPS 데이터를 바탕으로 호주 프로축구 선수들의 부상 발생의 관계를 조사한 연구가 있다[14]. 럭비에서는 럭비리그경기의 체력요인을 확인하기 위하여 GPS를 사용하여 포지션에 따른 차이를 확인하였고[15], 럭비선수들의 움직임을 정량화하는 것을 목적으로 GPS를 활용하여 연구한 결과 포지션별로 고강도 움직임과 저장도 움직임의 차이를 강조하였다[16]. 또한, GPS와 GNSS의 데이터를 비교하기 위하여 엘리트 필드하키에 적용하여 3가지 속도와 가속 및 감속의 계수를 측정하여 신뢰도를 조사하였는데 GNSS가 GPS보다 낮은 정밀함을 확인하였다[17].

필드하키에서 GPS를 활용한 연구로는 국제경기에서 25명의 엘리트 여자 필드하키선수들을 대상으로 경기 활동 패턴을 평가하여 포지션에 따라 다르다는 것을 입증하였고[18], 필드하키 선수들의 움직임 패턴을 평가하기 위해 GPS를 활용하였으며[19], 호주 남자선수들 대상으로 GPS를 활용하여 국제경기 대회에서 토너먼트가 진행되는 동안 경기가 진행될수록 운동강도에 미치는 영향을 확인하였다[20]. 국내에서는 여자 필드하키 선수들을 대상으로 연습경기과 실제 시합의 포지션별 움직임의 차이를 분석한 연구[22]와 경기력 분석을 위한 선수 개인별 스프린트 능력과 팀 평가를 위하여 GPS를 활용한 연구[23]가 있다. 또한, GPS를 활용하여 여자필드하키 선수들을 대상으로 경기기반의 훈련 및 시합에서 수집된 이동 거리, 고강도 런닝 횟수, 최고속도, 가속 및 감속의 데

이터를 분석하여 비접촉성 하지손상 예측 모델을 개발하는 연구[24] 등이 있다.

전자장비 착용이 가능한 필드하키는 국외에서는 훈련 및 경기에서 측정된 데이터를 바탕으로 다양한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 하지만 국내에는 필드하키 엘리트 선수들을 대상으로 GPS를 활용한 경기력분석 및 훈련에 활용할 수 있는 객관적인 연구 자료가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 엘리트 여자필드하키경기에서 GPS를 활용하여 경기결과에 따른 이동 거리와 심박수 정보를 세분화하여 경기력에 영향을 미치는 요인이 무엇인지 확인하여 향후 필드하키 훈련 및 경기분석의 기초자료로 제시하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 A매치에 참가한 27명의 여자필드하키선수 중 4명의 골키퍼를 제외한 23명의 필드 선수를 대상으로 2017월드파이널 6경기, 2018년 인도 여자대표팀과의 5번의 테스트 A매치와 아시아챔피언스트로피 대회의 5번의 경기 총 16경기(7승 2무 7패)에서 승리경기과 패배경기 각 7경기를 분석하였다.

본 연구에서는 16번의 A매치 경기에서 매 경기 골키퍼를 제외한 23명의 필드 선수들에게 SPI-HPU GPS수신기를 착용하도록 하였다.

참여시간에 상관없이 경기에 출전한 모든 선수를 대상으로 하였으며, 단, 경기에 나서지 못한 선수의 값은 빼고 수집하였다.

Table 1. Field Hockey Player Information

	Position		
	FW (n=7)	MF (n=9)	DF (n=7)
AGE	30±1.9	26.4±2.8	27.3±3.3
Height (cm)	163.4±4.0	165.4±4.5	164.7±1.7
Weight (kg)	62.1±5.2	57.6±3.0	59.8±1.4
A-Match	140.4±57.7	69.1±32.2	79.5±47.2

FW= forward, MF=midfield, DF=defender,
A-Match= International A Match

2.2 연구절차

본 연구기간은 2017년 11월부터 2018년 5월까지 총

7개월에 걸쳐 실시하였으며, 연구를 시작하기 전에 연구 대상자들에게 사전 교육을 실시하였으며, 쿼터제의 도입으로 1쿼터 당 15분의 경기로 총 4쿼터 60분의 경기가 진행 되어졌다. 선수들은 매 경기 30분 전 GPS 수신기를 착용하여 자료를 수집하였고 경기 후 SPI Elite (GPSports, Australia)를 사용해 하키 선수들의 경기내용을 분석하였다. 모든 경기가 끝나고 그날 오후 GPS기록을 선수 및 지도자들에게 제공하였다.

2.3 자료수집 및 분석

필드하키 여자대표팀과 한국스포츠정책과학원의 협조로 국내에서 진행한 2017 월드리그파이널 6경기, 2018년 인도 여자대표팀과 5번의 Test매치와 아시아챔피언스트로피 대회의 5경기, 총 16경기에서 선수들은 매 경기 GPS를 이용하여 측정하였다.

- GPS (Global positioning system; 위성항법시스템)를 이용하여 선수들을 측정하였으며, 측정 장치는 SPI-HPU (GPSports, Australia) 수신기를 이용하였다. 수신기의 경우 가로 약 4cm, 세로 약 7cm 그리고 두께 약 1.5cm로, 무게는 66g이며, 15Hz(초당 15회)로 데이터가 생성되며, 약 6시간 사용이 가능하다.

- Polar T34 Heart Rate Transmitter

Polar T34는 흉부에 밀착하여 착용하며, Polar Wear Link와 호환되는 경우 페어링 할 수 있다. 또한, 이 센서는 실시간으로 심박수 정보를 무선으로 전송한다. 폴라의 심박수 정보와 GPSports의 수신기와 연동 가능하다.

- Team Assessment Management System

(Team AMS : 팀 평가관리시스템)은 GPS 수신기에 저장된 자료와 각 개인의 정보를 측정하기 위해서 고안된 프로그램으로, SPI-HPU 수신기로부터 제공되는 심박수, 속도, 거리 그리고 위치와 같은 기본적인 정보를 분석하여 제공한다.

Team AMS의 대한 분석지표는 Table 2와 같으며, [5,27]을 참고하여 측정변인의 zone을 설정하였다.

Table 2. Team AMS Analysis indicator

Summary	Start time End time Distance (Total, Zone) Speed (Max, Min, Avg) Heart rate (Max, Min, Avg)

Distance with speed (1-6 Zone)	Zone 1 (Walking) Zone 2 (Fast Walking) Zone 3 (Jogging) Zone 4 (Running) Zone 5 (Fast Running) Zone 6 (Sprinting)	0.0~6.0km/h 6.1~11.0km/h 11.1~15.0km/h 15.1~19.0km/h 19.1~23.0km/h 23.1~30.0km/h
Hart-Rate (1-6 Zone)	zone 1 (Walking) zone 2 (Fast Walking) zone 3 (Jogging) zone 4 (Running) zone 5 (Fast Running) zone 6 (Sprinting)	0~115bpm 115~130bpm 130~160bpm 160~170bpm 170~180bpm 180~220bpm
Acceleration	Minimum Acceleration Interval Starting Speed Threshold Acceleration Limit	
	Zone 1	1.5~2.5km/h
	Zone 2	2.5~3.5km/h
	Zone 3	3.5~6.0km/h

2.4 통계분석

Team-AMS를 이용하여 수집된 자료는 Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA) 소프트웨어를 이용하여 모든 변인의 측정 결과를 정리하여 평균과 표준편차로 표시된다. 첫 번째로 기술통계와 t-test를 활용하여 구간별 이동 거리, 구간별 가속도, 최대심박수를 평균 및 표준편차 분석을 실시하였다. 두 번째로 Cohen's D를 활용하여 요인별 Effect Size를 구하여 효과 크기 값을 비교 분석하였다. 효과 크기는 0~0.2 = Small, 0.2~0.5 = Medium, 0.5~0.8 = Large로 간주했으며[26], Cohen's D 값은 아래의 사이트에서 구하였다. 'https://www.socscistatistics.com/effectsize/default3.aspx' t-test에서 유의한 차이를 보인 요인은 다시 포지션별로 차이를 확인하기 위하여 ANOVA 분석을 실시하였다. 본 연구에서 사용된 모든 통계적 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 경기결과에 따른 요인분석

3.1.1 스피드 Zone별 이동 거리 차이

각 구간별 이동 거리가 하키경기의 승패에 영향을 미치는가에 대하여 알아보기 위하여 독립표본 t-test와 Cohen's D값을 구하였다. 그 결과는 Table 3과 같다.

16번의 A매치 결과 구간별 이동 거리에 대한 분석 결과를 보면 Zone1~Zone6 중 승리한 경기에서 Zone2, Zone5를 제외한 나머지 Zone에서 높은 빈도의 이동 거리를 뛰었다. 또한 승리한 경기 중 Zone2에서 이동한 거

Table 3. Distance between 6 sections according to win or lose

	Win	Lose	F	ES
Zone1	1601.74±497.98 (29.65%)	1599.94±434.86 (30.82%)	1.663	0.01
Zone2	1678.62±501.73 (31.08%)	1685.90±500.68 (32.47%)	0.002	0.02
Zone3	1221.87±353.04 (22.62%)	1063.95±342.28 (20.49%)	0.404 *	0.45
Zone4	664.88±221.82 (12.31%)	535.46±206.16 (10.31%)	0.680 *	0.60
Zone5	208.54±108.38 (3.86%)	291.31±325.83 (5.61%)	26.58 *	0.34
Zone6	25.99±26.76 (0.48%)	14.86±19.94 (0.29%)	10.82 *	0.47

* $p < .05$

리가 1678.62±501.73 (31.08%)로 가장 높았으며, 패배한 경기에서는 Zone2에서 1685.90±500.68 (32.47%)로 가장 높았다.

구간별 이동 거리가 경기력에 미치는 영향을 확인하기 위하여 독립표본 t-test 분석한 결과 Zone1 ~ Zone2에서는 차이가 없었지만, 승리한 경기와 패배한 경기의 Zone3 ~ Zone6 구간에서는 통계적으로 5%의 수준에서 유의한 차이가 나타났다. 또한 Zone1 (ES:0.01)과 Zone2 (ES:0.02)에서는 효과 크기가 작게 나타났으며, Zone3 (ES:0.45), Zone5 (ES:0.34), Zone6 (ES:0.47)에서는 보통, Zone4 (ES:0.6)에서는 큰 효과 차이가 나타났다.

이는 높은 속도를 유지하며 많이 뛸 수록 경기에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

Table 4. Distance by speed according to win or lose

	WIN	LOSE	F	ES
LSD	4502.23±1167.71 (83.35%)	4349.79±1033.23 (83.35%)	2.67	0.14
HSD	899.42±315.78 (16.65%)	841.63±341.43 (16.21%)	0.302	0.18
Total Distance	5401.64±1267.02 (100%)	5191.42±1146.24 (100%)	1.94	0.17

* $p < .05$

Table 4는 6개의 구간을 3개씩 한 zone으로 묶어 LSD(Low Speed Distance) 구간과 HSD(High Speed Distance) 구간으로 나누어 분석하였다. Zone1 ~ Zone3을 Low 구간으로 합치고, Zone4 ~ Zone6를 High 구간으로 합쳐서 t-test검정을 통하여 확인하였다. 승리한 경기에서 LSD 이동 거리는 평균 4502m로 전체 이동 거리

중 83.35%를 차지했고, HSD 이동 거리 이동 거리는 평균 899.42m를 뛰며 전체 이동 거리 중 16.65%로 나타났다.

반면 패배한 경기에서 LSD는 평균 4349m를 뛰며 전체 이동 거리 중 86.35%를 차지했고, HSD는 평균 841.6m를 뛰며 전체 이동 거리 중 16.21%로 나타났다. 전체 이동 거리는 승리한 경기에서 평균 5401m, 패배한 경기에서는 5191m를 뛰며 승리한 경기에서 약 210m를 더 뛰는 것으로 나타났다.

스피드 구간에 따른 이동 거리가 경기력에 미치는 영향을 확인하기 위하여 t-test 분석 결과 승리한 경기와 패배한 경기에서 LSD, HSD, Total Distance 모두 통계적으로 5%의 유의수준에서 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 효과크기 검증에서는 LSD, HSD, Total Distance 모두 ES가 0.2보다 낮게 나와 효과가 작다고 나타났다.

3.1.2 가속구간별 가속횟수

Table 5. The number of accelerations per acceleration interval according to win or lose

	WIN	LOSE	F	ES
ACC Zone1	109.02±34.61	106.54±32.811	.841	0.07
ACC Zone2	30.85±11.792	28.30±10.225	3.545	0.23
ACC Zone3	4.12±3.910	2.93±2.804	4.76*	0.35

* $p < .05$

Table 5는 가속 구간별로 나누어 경기 중 가속한 횟수를 분석하였다. 먼저 ACC zone1은 저가속 구간으로 승리한 경기에서 평균 109.02회를 가속하였고, 패배경기에서는 평균 106.54회로 나타났다. 이는 ACC Zone3가 많을수록 경기결과에 긍정적으로 나타나는 것으로 볼 수 있다. 또한, 효과크기 검증에서는 ACC Zone1, ACC Zone2에서 ES가 0.2보다 낮게 나와 효과가 작다고 나타났으며, ACC Zone3에서는 ES가 0.35로 보통 수준으로 나타났다. 가속하여 큰 차이를 보이지 않았다. 두 번째로 ACC Zone2는 증가속 구간으로 승리한 경기에서 30.85회, 패배한 경기에서 28.30회로 나타났다. 마지막으로 ACC Zone3은 고가속 구간으로 승리한 경기에서 4.12회, 패배한 경기에서 2.93회 가속한 것으로 나타났다. 또한 각 구간별 가속횟수가 경기력에 미치는 영향을 확인하기 위하여 독립표본 t-test로 분석한 결과 ACC

Zone3 구간에서 통계적으로 5%의 유의수준에서 유의한 차이가 나타났다.

3.1.3 승패에 따른 심박수 차이

Table 6. Difference in heart rate according to win or lose

	WIN	LOSE	F	ES
Mean HR	142.45±15.24	141.00±17.38	.687	0.09
Max HR	181.35±13.99	183.43±16.22	.135	0.14

* $p < .05$

Table 6은 Polar를 통해 얻어지는 실시간 심박수 정보를 평균 심박수와 최대심박수로 나누어 분석하였다. 먼저 승리했을 때 평균 심박수는 평균 142.45bpm으로 나타났고, 패배했을 때는 평균 141bpm으로 나타났다. 두 번째로 최대심박수는 승리했을 때 평균 181.35bpm, 패배했을 때 평균 183.43bpm으로 나타났다. 또한, 심박수가 경기력에 영향을 미치는지 확인하기 위해 독립표본 t-test로 분석한 결과 통계적으로 5%의 유의수준에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 효과 크기 검증에서는 평균 심박수는 ES가 0.09로 효과가 작다고 나타났으며, 최대심박수 역시 ES가 0.14로 효과가 작다고 나타났다.

3.2 포지션 간 구간별 이동 거리

3.2.1 포지션 간 6개 구간별 이동 거리

Table 7. Distance of speed section by position

	Position			F
	FW	MD	DF	
Zone1	1417.15 ± 324.94	1470.77 ± 289.21	1960.47 ± 573.85	36.463*
Zone2	1471.13 ± 410.36	1637.35 ± 421.83	1952.01 ± 562.65	17.663*
Zone3	1072.75 ± 328.50	1249.08 ± 319.97	1062.28 ± 393.68	7.18*
Zone4	613.45 ± 205.70	694.44 ± 212.11	454.45 ± 176.69	26.821*
Zone5	311.9 ± 241.42	269.36 ± 280.12	164.14 ± 172.79	6.419*
Zone6	37.91 ± 27.37	16.15 ± 20.59	8.82 ± 13.8	32.784*

* $p < .05$

Table 7은 ANOVA를 활용하여 포지션 간 구간별 이동 거리 차이를 분석한 표이다. 구간별 이동 거리를 포지션별로 나누어 본 결과 모든 구간에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. Zone1-2는 수비수가 1.9km 이상으로 가장 많이 뛰었고, Zone3-4는 미드필드가 가장 많이 뛰었고, Zone5-6은 공격수가 가장 많이 뛰었다고 나타났다.

사후검정결과 Zone 1과 Zone 2에서 포지션별 차이를 보면 공격수 < 미드필드 < 수비수로 나타났으며, Zone 3-4에서는 수비수 < 공격수 < 미드필드, Zone 5-6에서는 수비수 < 미드필드 < 공격수 순서로 나타났다.

Table 8. Acceleration difference by position

	Position			F
	FW	MD	DF	
ACC Zone1	91.02 ± 27.72	114.64 ± 29.637	114.8 ± 38.485	12.188 *
ACC Zone2	31.46 ± 12.77	29.64 ± 9.412	27.58 ± 11.226	1.973
ACC Zone3	5.3 ± 4.6	3.02 ± 2.57	2.44 ± 2.32	14.073 *

* $p < .05$

Table 8은 포지션 간 가속도의 차이를 분석한 표이다. 포지션 간 가속도를 분석한 결과 ACC Zone1은 공격수는 평균 91회, 미드필드는 평균 114회, 수비수는 평균 114회로 나타났다. ACC Zone2에서는 공격수는 평균 31.46회, 미드필드는 평균 29.64회, 수비수는 평균 27.58회로 나타났다. ACC Zone3에서는 공격수는 평균 5.3회, 미드필드는 평균 3.02회, 수비수는 2.44회로 나타났으며, ACC Zone1과 ACC Zone3에서 유의한 차이가 나타났다.

사후검정결과 ACC Zone1 구간에서 포지션별 차이를 보면 공격수 < 미드필드 < 수비수, ACC Zone2 구간에서는 수비수 < 미드필드 < 공격수로 나타났으며, ACC Zone3 구간에서는 수비수 < 미드필드 < 공격수로 나타났다.

4. 결론 및 논의

본 연구는 여자필드하키대표팀의 국제경기 중 승리경기과 패배경기에서 GPS수신기를 통해 얻어진 이동 거리

와 심박수를 나누어 분석하고 어떠한 요인이 경기결과에서 차이가 있는지 알아보는데 목적이 있다.

경기 중 필드하키 선수들의 경기력을 측정하기 위하여, Polar와 SPI-HPU 수신기를 활용하여 실시간으로 정보를 확인하였으며, Team-AMS에서 측정된 정보를 정리하여 SPSS 21.0으로 t-test와 ANOVA분석을 실시하였다.

연구결과에 의하면 승리한 경기가 패배한 경기보다 Zone 2와 Zone5 구간을 제외한 나머지 구간에서 많은 이동 거리를 뛰었으며, Zone 3 이상의 구간에서 많이 뛰수록 승리한다는 통계적 차이를 확인하였다.

반면 경기 중 나타나는 가속도(Acceleration)를 저가속, 중가속, 고가속 구간으로 나누어 가속횟수를 비교하였는데 승리한 경기에서 모든 구간이 높게 나타났고, 고가속횟수가 증가할수록 경기력에는 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었다(Table 5 참고). 또한 'Polar'를 통해 얻어지는 경기 중 측정되는 심박수의 경우 평균 심박수와 최대심박수로 나누어 승리한 경기와 패배한 경기를 비교하였다. 승리한 경기의 평균 심박수는 패배한 경기의 평균 심박수보다 약 1.45bpm이 높았으며, 최대심박수는 승리한 경기의 심박수가 2bpm이 낮았으나 심박수가 경기력에는 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었지만, 승리할 때 평균 심박수가 높다는 것은 이동 거리의 양이 많거나, 고강도 움직임이 많았다는 것으로 볼 수 있다.

경기결과에 따라 차이가 나타난 요인으로 확인된 구간별 이동 거리와 가속 횟수를 포지션으로 나누어 차이를 확인하였다. 먼저 6개의 구간의 이동 거리를 포지션별로 나누어 확인한 결과 모든 구간에서 95%의 신뢰수준에서 차이가 있는 것으로 확인되었다. 또한 가속도 횟수에 따른 포지션의 차이에서는 저가속과 고가속에서 차이가 있다고 확인되었다. 이는 승리한 경기에서 패배한 경기보다 공격상황(속공, 돌파)과 수비상황(백코스, 턴오버)에서 선수들이 공수전환을 빠르게 하여 적절한 포지셔닝을 했다고 볼 수 있다.

그동안 필드하키에서 경기력을 분석한 연구들은 실시간 촬영 및 비디오분석을 활용하여 경기력을 분석하였지만, 현장에서 활용되지 못한 아쉬움이 있다. 이전의 연구결과에 의하면 80% 이상 낮은 강도에서 움직임을 나타냈으며, 경기 중 스프린트는 1.0% 수준에 불과한 것으로 보고되고 있다[21]. 본 연구에서도 LSD 구간으로 설정한 Zone1-3구간이 전체 이동 거리에서 80%이상을 소비하는 것으로 나타났으며, HSD 구간은 20% 미만으로 나타났다. 본 연구결과에 따르면 Zone4 이상의 구간에서 많

이 펠 수록 경기력에 긍정적인 영향을 미치는 것은 전해자, 김결[25]의 선행연구와도 일치하는 결과이다.

끝으로 본 연구는 경기결과에 따른 여자 필드하키 선수들의 이동 거리를 구간별로 나누어 경기 전체상황을 분석하였다. 뿐만 아니라 공격 및 수비, 득점 및 실점 등 중요한 상황별로 나누어 GPS정보를 분석한다면 보다 다양한 연구결과가 나올 것으로 생각된다. 또한, 경기력 향상을 위해서는 종목의 특성을 고려한 과학적 접근이 필요하며[25], 본 연구를 바탕으로 필드하키 종목에서 훈련 강도 설정 및 경기력 분석의 기초자료로 활용되기를 희망한다.

REFERENCES

- [1] Dario G. Liebermann, Larry katz, Mike D. Hughes, Roger M. Bartlett, Jim McClements & Ian M. Franks(2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *The Journal of Sport Science*, 20, 755-769.
- [2] Bruno Travassos, Keith Davids, Duarte Araújo & Pedro T. Esteves(2013). Performance analysis in team sports: Advances from an Ecological Dynamics approach. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 13, 83-95.
- [3] Denise H. jennings, Stuart j. cormack, Aaron J. coutts & Robert J. Aughey(2012). International Field Hockey Players perform more High-speed running than nationallevel Counterparts. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 26(4), 947-952..
- [4] FIH Rules of Hockey 2019, <http://www.fih.ch/inside-fih/our-official-documents/rules-of-hockey/>
- [5] S. K. Min (2014). field support using GPS in field hockey matches compared to Asian Games. *Korea Institue of Sports Science*. 128, 48-53.
- [6] Spencer, M. Lawrence, S. Rechichi, C. Bishop, D. Dawson, D. & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Science*, 22(9), 843-850.
- [7] Andrew D. white & Niall G. macfarlane (2015). Analysis of international competition and training in men's field hockey by global positioning system and inertial sensor technology. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 137-143.
- [8] Gabbett TJ. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(5), 1321-4.
- [9] O. B. Kwon & K. S. Kim. (2013). The Design and Implementation of Location Information System using Wireless Fidelity in Indoors. *Journal of Digital Convergence*. 11(4), 243-249.
- [10] Megan Hodun, Richard Clarke, Mark B.A. De Ste Croix, & Jonathan D. Hughes (2016). Global Positioning System Analysis of Running Performance in Female Field Sports: A Review of the Literature. *Strength and Conditioning Journal*, 38(2), 49-56.
- [11] Witte, T. H. & Wilson, A. M. (2005). Accuracy of WAAS-enabled GPS for the determination of position and speed over ground. *Journal of Biomechanics*, 38(8), 1717-1722.
- [12] Robert J. Aughey (2011). Applications of GPS Technologies to Field Sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295-310.
- [13] Marcus J. Colby brain dawson, Jarryd Heasman, Brent Rogalski, & Tim J. Gabbett(2014). Accelerometer and GPS-derived running Loads and Injury risk in elite australian footballers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2244-2252.
- [14] Fabian E. Ehrmann, craig S. Duncan, Doungkamol Sindhusake, William N. Franzsen, & David A. Greene(2016). GPS and injury prevention in professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30(2), 360-367.
- [15] Christopher P. Mcllellan, Dale I. Lovell, & Gregory C. Gass. Performance analysis of elite rugby league match play using global positioning systems. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(6), 1703-1710.
- [16] Takashi Toda & Jun Murakami (2015). Physical Activity of Rugby Players Measured by Global Positioning System. *Football Science* 12, 43-50.
- [17] Benjamin M. Jackson, Ted Polglaze, Brian Dawson & Trish King (2018). Comparing Global Positioning System and Global Navigation Satellite System Measures of Team-Sport Movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(8), 1005-1010.
- [18] Macutkiewicz D & Sunderland C(2011). The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *Journal of Sports Sciences*, 29(9), 967-973.
- [19] Hannah Macleod & John Morris (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of sports sciences*, 27(2), 121-8.
- [20] Denise Jennings, Stuart J Cormack, Aaron J Coutts & Robert J Aughey (2012). GPS analysis of an international field hockey tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance SCI(E)*, 7(3), 224-231.
- [21] Spencer, Dawson, Bishop, Goodman & Fitzsimons (2006). Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9(1-2), 181-184.

- [22] S. K. Min, S. T. Lim, J. H. Song, H. S. Song & Y. S. Kim. (2015). The Analysis of Movement in Korean National Women's Field Hockey Players Regarding Positions Using Real-Time GPS Monitoring (2014 Incheon Asian Games preparation). *Korean Journal of Sports Science*, 26(3), 634-642.
- [23] J. W. Lim & H. J. Kim (2008). Setting Sprint Zone for Performance Analysis in Field-Hockey: Using Global Positioning System (GPS). *The Korean Journal of Measurement and Evaluation in Physical Education and Sport Science*, 10(1), 69-79.
- [24] H. K. Choi. (2018). *The association between game-related running loads recorded using global positioning system and non-contact injuries of lower extremities and the development of an injury prediction model*. Doctoral dissertation, Korea National Sport University, Seoul.
- [25] H. J. Chun & G. Kim. (2011). Moving Distance and Activity in Sprint Section Based Upon Hockey Game Results. *Journal of Korean Physical Education Association for Girls and Woman*, 25(1), 143-156.
- [26] S. G. Nahm. (2015). Understanding Effect Sizes. *Hanyang Medical Reviews*. 35(1). 40-43.
- [27] Antonio Buglione, Bruno Ruscello, Raffaele Milia, Gian Mario Migliaccio, Giampietro Granatelli & Stefano D'Ottavio. (2013). Physical and Physiological demands of elite and sub-elite Field Hockey players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 13(3), 872-884.

김 지 응(Ji-Eung Kim)

[상위]



- 2014년 8월 : 상명대학교 스포츠산업학과 (학사)
- 2017년 8월 : 상명대학교 스포츠정보기술융합 (석사)
- 2018년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 체육학과(박사과정)
- 관심분야 : 빅데이터, 경기분석

· E-Mail : amdykje@naver.com

송 주 호(Joo-Ho Song)

[상위]



- 2002년 2월 : 국민대학교 체육학과(이학박사)
- 2005년 7월 ~ 현재 : 한국스포츠정책과학원 스포츠과학연구실 책임연구원
- 관심분야 : 운동기술, 경기분석
- E-Mail : jhsong707@sports.re.kr

박 중 철(Jong-Chul Park)

[상위]



- 2004년 8월 : 상명대학교 체육학과(교육학석사)
- 2009년 2월 : 상명대학교 체육학과(체육학박사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 한국스포츠정책과학원 선임연구원
- 관심분야 : 운동역학, 경기분석

· E-Mail : mori@sports.re.kr

최 은 영(Eun-Young Choi)

[상위]



- 2008년 2월 : 한국체육대학교 체육학과 (학사)
- 2015년 2월 : 한국체육대학교 체육학과 (석사)
- 2017년 9월 ~ 현재 : 단국대학교 체육학과 박사수료
- 관심분야 : 체육측정평가, 경기분석

· E-Mail : meju05@naver.com