

Original Article

# Effects of Position and Substitution Time on Physical Performance in Elite Female Field Hockey Players

Mi-Sun Kim<sup>1</sup> and Minkyung Choi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Korea Institute of Sports Science

<sup>2</sup>Dongguk University

## Article Info

Received 2024. 07. 16.

Revised 2024. 10. 18.

Accepted 2024. 11. 29.

## Correspondence\*

Minkyung Choi

junochoi89@naver.com

## Key Words

Field hockey, Movement analysis,  
Physical performance, GPS,  
Substitution

**PURPOSE** Using GPS data from actual field hockey matches, this study examined the effects of position and substitution time on the physical performance of elite female players. **METHODS** From 25 matches played in 2023, data involving 26 players were collected. Players' positions were classified as forwards (FW), midfielders (MF), and defenders (DF). Substitution times were segmented into 5, 10, and 15 minutes, respectively. A two-way ANOVA was employed to analyze movement patterns across different exercise intensities as influenced by player position and substitution time, followed by Bonferroni post-hoc tests for further detailed analysis. **RESULTS** Analysis revealed that both position and substitution time significantly affected exercise intensity. Notably, at a substitution time of 5 minutes, substantial differences were observed in high-intensity movements, including the distance covered at high-intensity and the frequency of high-intensity efforts. Furthermore, the substitution time's impact was particularly pronounced among forwards and midfielders. **CONCLUSIONS** Findings suggest that shorter substitution times can enhance players' active movement, thereby supporting maintenance of tactical adjustments and positively influencing overall performance. Implementing shorter substitution times could be particularly beneficial for optimizing team performance, especially for players in forward positions.

## 서론

필드하키는 최근 몇 년간 엄청난 기술적, 구조적 변화를 겪었다 (McGuinness et al., 2021). 이러한 변화 중 하나는 게임구조가 2쿼터에서 4쿼터로 변경된 것이고, 다른 하나는 경기 중 엔트리에 포함된 선수가 언제든지 무제한으로 교체가 가능한 '롤링 교체(rolling substitutions)' 규칙이 도입되었다는 것이다. 경기는 4개의 쿼터 당 15분으로 구성되며, 총 18명(골키퍼 2명, 외야수 16명)의 선수가 출전 명단에 올라가지만 11명만이 경기장에 나가 펼 수 있다. 그리고 경기 중 5명의 교체 선수를 무제한으로 교체하는 것이 가능하다. 말하자면, 경기 내내 스트라이커 선수들을 여러 번 교체하여 경기를 운영할 수 있다는 것이다. 이렇듯 코치는 팀의 신체적, 기술적 성과

를 극대화하여 결과적으로 승리의 가능성을 높이기 위해 선수교체를 할 수 있다(Lythe & Kilding, 2013). 일화에 따르면 전술에 따라서 경기 중 6~8번 가량 선수교체가 이루어진다(McGuinness et al., 2021). 이런 교체에 대한 교칙변화로 Lythe & Kilding(2013)은 필드하키의 신체적 또는 기술적 요인에 영향을 줄 가능성이 높다고 하였다.

팀 스포츠 중 선수교체 관련 연구는 대체로 축구경기를 중심으로 진행되었다. 축구에서 경기 승패에 영향을 주기 충분하며, 다리의 근력 성능을 유지하고, 전술적 조정을 도입하여 경기를 유리하게 전환할 가능성이 높은 시간은 경기 중 61~76분 사이라고 하였다(Gomez et al., 2016). 그렇다면 필드하키의 경기에서는 어떨까? 현재까지 진행된 필드하키의 선수교체 관련 연구로는 토너먼트로 진행된 필드하키 3경기의 데이터를 활용한 사례연구(Linke & Lames, 2016), 9명의 남성 필드하키 하위 엘리트 선수들 대상으로 진행된 연구(Spooner et al., 2023), 12명의 공격수를 대상으로 8일 동안 진행된 5경기 데이터를 활용한 연구(Lythe, 2008; Lythe &

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Kilding, 2013)가 진행되었다. 그러나 여전히 필드하키 경기를 토대로 신체활동을 증가시키는데 도움이 될 수 있는 특정한 교체 전략이 존재하는지 확인하려는 시도는 미비한 실정이다.

Lythe(2008)은 공격수의 선수교체 빈도가 총 이동거리 또는 속도 zone별 이동거리에 큰 차이가 없다는 것을 발견하였다. 그러나, 교체 빈도는 총 이동거리와 같은 물리적 지표에 큰 차이를 만들지 않지만, 교체를 통해 선수들의 피로를 관리하여 경기 후반부에서 기술성능을 유지하거나 개선할 수 있는 중요한 전략이 될 수 있다. 또한, Lythe & Kilding(2013)은 더 많은 교체빈도가 총 이동거리를 감소하는 것에는 영향이 없었지만, 전반전과 후반전 동안 높은 강도의 달리기를 감소시키는 경향이 있다고 보고하였다. Linke & Lames(2016)는 교체선수들이 팀 평균에 비해 더 큰 총 이동거리를 커버하는 '1분 러시 효과(first minute rush effect)'를 보인다는 것을 발견하였다. 그러나, 대체된 지 4분 이내에 이동 거리가 상당한 감소를 보였다고 보고하였다. 이는 짧은 시간 동안의 교체로 피로 회복이 완전하지 않아 시간이 지나면 성과가 다시 저하될 수 있음을 의미한다(Mohr et al., 2003). 하지만 위 연구들은 모두 공격수를 대상으로 진행되었고, Spooner et al.(2023)은 시뮬레이션 운동 중에 2분과 5분 휴식 시간이 신체적, 기술적, 인지적 성능을 유지하는데 효과적이라고 하였다. 이처럼 이전 연구는 선수교체 전략이 경기에 영향을 줄 수 있다는 초기 근거를 제공했지만, 포지션별 차이를 고려한 구체적인 교체 전략을 다루지 않았고, 경기 중 교체 빈도와 경기력의 관계에 대한 세밀한 분석이 부족하였기 때문에 추가 연구가 진행될 필요가 있다고 판단된다. 따라서, 본 연구는 실제 경기의 GPS 데이터를 활용한 여자 필드하키 선수들의 포지션별(FW, MF, DF) 선수교체 시간(5분, 10분, 15분)에 따른 운동 강도별 특성을 분석하여 선수교체에 대한 전략을 제시하는데 필요한 자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 연구방법

### 연구대상

본 연구는 서울 소재의 H 대학교 엘리트 여자 필드하키 선수 28명 중에서 골키퍼 2명을 제외한 26명을 대상으로 데이터를 수집하였다. 2023년 진행된 25경기의 1603개 GPS 데이터를 분석하였고, 포지션은 Forward(FW), Mid-fielder(MF), Defender(DF)로 분류하였다. 선수교체 시간은 5분 단위(5min, 10min, 15min)로 분류하였고, 포지션별 참여자 신체 특성은 다음과 같다(Table 1).

Variables	FW(n=6)	MF(n=7)	DF(n=7)
Age (years)	21.50±1.19	21.57±1.27	21.22±1.13
Height (cm)	163.87±2.75	165.00±3.95	163.59±2.68
Weight (kg)	55.37±2.89	57.57±3.40	56.20±3.15
Career (years)	8.22±1.59	9.53±2.22	8.18±2.41

FW=forward, MF=midfield, DF=defender

### 측정절차

2023년 대한민국에서 진행된 25개의 토너먼트 경기 및 연습경기에 참여한 선수 움직임을 GPS장비를 통해 수집하였다. GPS장비(OHCOACH Ultimate X4, Seoul, Korea)는 위성 신호 평균 개수 10개, 오차범위 1m 이내로 1~15Hz 중 10Hz가 보편적으로 많이 활용되며 신뢰성이 높은 것이라는 선행연구(Crang et al., 2021)를 토대로 본 연구에서도 10Hz GPS 장비를 사용하였다. 참여자의 움직임 모니터링을 위해 GPS장비의 일련번호를 기록하였고, 장비를 사용하는 선수의 특성(포지션, 나이, 신장, 몸무게 등)에 대한 정보를 수집하였다. 대상자는 유니폼 착용 시 전용 조끼를 체간(chest)에 밀착되게 착용하도록 하였고, GPS장비는 경기 30분 전 실외에서 전원을 켜 후, 2번째와 6번째 흉추(thoracic spine)에 올바르게 놓여졌는지 확인한 다음 측정을 진행하였다. 그리고, 정확한 분석을 위해서 쿼터별 시작과 종료 시간을 기록하고, 경기 종료된 직후 동기화된 분석 프로그램(OHCOACH data analysis program)을 활용해 모든 변인의 측정값을 수집하였다(Kim et al., 2018; Choi et al., 2023).

선수교체 시간은 5분, 10분, 15분으로 분류하였고, 각 경기 동안 선수들이 속도 zone별 총 이동거리(m/min), 저·중·고강도 이동거리(m/min), 스프린트 이동거리(m/min)와 스프린트 횟수(회/min), 가속 및 감속 횟수(회/min)를 수집하였고, 수집된 변인의 설정은 선행연구와 같은 형태로 설정하였다(McGuinness, Malone, Hughes et al., 2019).

### 통계 처리

데이터 통계처리는 SPSS 25.0(IBM Corp., Amonk, NY) 프로그램을 이용하였고, 포지션과 선수교체 시간에 대한 변인의 정규성 검정을 실시하였다. 운동 강도별 활동에 대한 비교를 진행하기 위해서 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였고, Bonferroni 검정을 통해 사후검정을 실시하였다. 유의수준은  $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

## 연구결과

이 연구는 2023년 시즌에 진행된 총 25경기를 포지션 및 선수교체가 운동 강도별 활동(총 이동거리, 저·중·고강도 이동거리, 스프린트 이동거리)과 이동 횟수(고강도, 스프린트, 가속, 감속 횟수)에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해 비교분석하고자 하였다.

### 포지션과 선수교체 시간에 따른 운동 강도 분석

포지션과 선수교체 시간에 따라 운동 강도별 활동 차이를 분석한 결과, 총 이동거리에서 포지션과 선수교체 시간에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=8.249$ ,  $p=.000$ ;  $F=24.396$ ,  $p=.000$ ). 하지만, 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 저강도 이동거리에서 포지션과 선수교체 시간에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=16.272$ ,  $p=.000$ ;  $F=11.472$ ,  $p=.000$ ). 또한, 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다

**Table 2.** Analysis results of exercise intensity according to position and individual substitution time (Mean ± SD)

	Position				Variable	Tow-way ANOVA		
	FW	MF	DF	mean		F(p)	post-hoc	
Total distance (meter)	5분	91.38±17.35	96.24±19.43	95.75±47.96	93.91±28.44	position	8.249(.000)	
	10분	89.66±14.27	94.12±14.86	87.59±13.56	90.57±14.50			
	15분	83.80±11.54	88.56±12.23	85.11±11.83	85.81±12.00	substitution time	24.396(.000)	5>10>15 MF>FW,DF
	mean	89.02±15.28	92.95±15.86	88.01±24.55	89.89±19.28	position*substitution time	1.399(.232)	
Low intensity distance (meter)	5분	38.77±5.57	38.68±6.05	40.44±22.65	39.15±12.21	position	16.272(.000)	
	10분	40.09±5.13	40.95±5.89	42.02±5.16	40.95±5.46			
	15분	38.73±4.51	42.81±4.89	43.57±4.60	42.29±5.04	substitution time	11.472(.000)	15,10>5 DF,MF>FW
	mean	39.27±5.21	40.90±5.85	42.47±11.09	40.89±8.03	position*substitution time	3.308(.010)	
Moderate intensity distance (meter)	5분	55.96±9.00	57.01±9.52	60.30±32.91	57.33±18.09	position	18.467(.000)	
	10분	56.38±7.78	59.32±8.63	59.16±7.73	58.20±8.17			
	15분	54.29±6.82	59.70±7.48	60.16±6.98	58.74±7.46	substitution time	.258(.773)	DF,MF>FW
	mean	55.75±8.11	58.78±8.61	59.88±16.11	58.13±11.79	position*substitution time	1.911(.106)	
High intensity distance (meter)	5분	12.05±6.92	13.39±8.06	10.65±11.55	12.12±8.63	position	25.496(.000)	
	10분	12.25±5.45	11.29±5.51	8.77±4.43	10.90±5.38			
	15분	10.43±4.55	8.89±4.38	7.63±3.63	8.61±4.21	substitution time	29.808(.000)	5>10>15 FW,MF>DF
	mean	11.77±5.93	11.12±6.29	8.59±6.37	10.46±6.35	position*substitution time	3.161(.013)	
Sprint distance (meter)	5분	2.91±3.62	2.47±2.94	1.86±3.40	2.52±3.39	position	25.343(.000)	
	10분	3.22±2.93	2.15±2.12	1.89±1.89	2.46±2.46			
	15분	2.74±2.43	1.95±1.82	1.74±1.60	2.02±1.91	substitution time	1.912(.148)	FW>MF,DF
	mean	2.99±3.12	2.18±2.31	1.81±2.16	2.33±2.62	position*substitution time	.798(.526)	

**Table 3.** Analysis results of Movement Frequency according to position and individual substitution time (Mean ± SD)

	Position				Variable	Tow-way ANOVA		
	FW	MF	DF	mean		F(p)	post-hoc	
High intensity effort (bouts)	5분	0.84±0.40	0.92±0.44	0.69±0.44	0.83±0.43	position	39.413(.000)	
	10분	0.83±0.30	0.77±0.30	0.65±0.29	0.76±0.30			
	15분	0.72±0.26	0.64±0.25	0.56±0.23	0.62±0.25	substitution time	35.963(.000)	5>10>15 FW,MF>DF
	mean	0.81±0.34	0.77±0.35	0.61±0.30	0.73±0.34	position*substitution time	3.625(.006)	
Sprint (bouts)	5분	0.18±0.19	0.19±0.21	0.14±0.19	0.17±0.20	position	21.994(.000)	
	10분	0.22±0.16	0.16±0.13	0.14±0.12	0.17±0.14			
	15분	0.19±0.14	0.13±0.11	0.13±0.10	0.14±0.11	substitution time	3.055(.047)	FW>MF>DF
	mean	0.20±0.17	0.16±0.15	0.13±0.13	0.16±0.15	position*substitution time	2.621(.033)	
Acceleration (bouts)	5분	1.13±0.57	1.15±0.58	1.13±1.02	1.13±0.70	position	1.574(.208)	
	10분	1.14±0.45	1.04±0.45	1.00±0.48	1.06±0.46			
	15분	0.96±0.41	0.97±0.42	0.92±0.42	0.94±0.42	substitution time	14.589(.000)	5,10>15
	mean	1.09±0.50	1.05±0.48	0.99±0.61	1.04±0.54	position*substitution time	1.006(.403)	
Deceleration (bouts)	5분	1.18±0.60	1.27±0.60	1.24±1.01	1.22±0.72	position	11.727(.000)	
	10분	1.12±0.44	1.25±0.50	1.14±0.50	1.17±0.48			
	15분	0.93±0.39	1.21±0.45	1.10±0.45	1.10±0.45	substitution time	9.014(.000)	5,10>15 MF,DF>FW
	mean	1.10±0.51	1.24±0.52	1.14±0.62	1.16±0.55	position*substitution time	1.416(.226)	

( $F=3.308$ ,  $p=.010$ ). 중강도 이동거리에서는 포지션에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만( $F=18.467$ ,  $p=.000$ ), 선수교체 시간에 따른 주 효과와 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 고강도 이동거리에서는 포지션과 선수교체 시간에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=25.496$ ,  $p=.000$ ;  $F=29.808$ ,  $p=.000$ ). 또한, 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=3.161$ ,  $p=.013$ ). 스프린트 이동거리에서는 포지션에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만( $F=25.343$ ,  $p=.000$ ), 선수교체 시간에 따른 주 효과와 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

### 포지션과 선수교체에 따른 이동 횟수 분석

포지션과 선수교체에 따라 이동 횟수에 대한 차이를 분석한 결과, 고강도 횟수는 포지션과 선수교체에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=39.413$ ,  $p=.000$ ,  $F=35.963$ ,  $p=.000$ ). 또한, 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=3.625$ ,  $p=.006$ ). 스프린트 횟수는 포지션에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만( $F=21.994$ ,  $p=.000$ ), 선수교체 시간에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 그러나, 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=2.621$ ,  $p=.033$ ). 가속 횟수에서는 포지션에 따른 주 효과와 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았고, 선수교체 시간에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $F=14.589$ ,  $p=.000$ ). 감속 횟수에서는 포지션과 선수교체 시간에 따른 주 효과는 통계적으로 유의한 차이가 나타났지만( $F=11.727$ ,  $p=.000$ ;  $F=9.014$ ,  $p=.000$ ), 포지션×선수교체 시간에 따른 상호작용에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

## 논의

본 연구에서 다룬 질문은 실제 경기에서 포지션별 선수들의 교체 시간에 따라서 운동 강도가 변화되는지 아니면 변화가 없는지를 알아보기 위해 각 포지션별 다양한 선수교체 시간 동안 경기 강도에 미치는 영향을 분석하였다. 본 연구의 주요 결과는 1) 포지션과 선수교체 시간은 운동 강도별 이동거리 및 감속/가속 횟수에 영향을 미친다는 것이다. 2) 특히 선수교체 시간이 5분일 경우에 고강도 움직임에서 상당한 차이가 있었고, 3) 공격수와 미드필더 포지션에 영향을 미쳤다. 그리고, 4) 선수교체 시간이 스프린트 움직임에 큰 영향을 미치지 않는 않지만, 공격수의 스프린트 횟수 증가에는 영향을 미쳤다는 것이다.

경기 중 총 이동거리는 선수의 움직임을 분석하는 기본요소이며, 선수가 많은 활동량을 갖는다는 것은 산소섭취에 대한 능력과 피로 회복 능력이 뛰어난 것을 의미한다(Jang, 2010). McGuinness et al.(2021)의 연구에 따르면 엘리트 여자 필드하키 선수들은 쿼터 당 7분간 경기에 참여했을 때 평균적으로 124.9m/min을 이동했고, 포지션에 따라 차이가 있다고 보고하였다. 이와 같이 본 연구에서도

미드필드(92.9m/min)가 공격수(89.0m/min)와 수비수(88.0m/min)에 비해 총 이동거리가 높게 나타났고, 선수교체 시간이 5분일 때 총 이동거리가 93.9m/min로 가장 많은 활동량을 보였다. 이러한 결과는 경기에서 선수교체 시간을 짧게 적용했을 때 선수들의 움직임이 많아지며, 특히 공격수와 미드필드 포지션의 움직임이 활발해진다는 것을 시사하는 것으로 보인다. 이러한 결과는 축구 선수를 대상으로 한 선행연구에서 교체된 선수들이 경기 강도가 높게 나타난다는 것에 대한 결과와 일치한다는 것을 알 수 있다(Pan et al., 2023; Mohr et al., 2003).

또한, 고강도 이동거리 및 스프린트 이동거리와 같은 고강도 움직임은 선수가 경기의 승패에 기여하는 정도 및 승리 확률과 밀접한 관계가 있다(Kim et al., 2019; Aquino et al., 2021; Linke & Lames, 2016). 그럼에도 선행연구를 살펴보면, Lythe(2008)은 선수교체 빈도가 선수들의 이동거리에 큰 차이가 나타나지 않았다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서는 고강도 이동거리에서 수비수(8.6m/min)에 비해 공격수(11.8m/min)와 미드필드(11.1m/min)가 많이 움직인 것으로 확인하였고, 고강도 횟수도 수비수(0.61회/min)에 비해 공격수(0.81회/min)와 미드필드(0.77회/min)가 더 많이 시도하였다. 그리고 선수교체 시간이 5분일 때 움직임과 시도가 가장 많이 이루어진 것을 확인하였다. 스프린트 이동거리에서는 공격수(2.99m/min)가 미드필드(2.18m/min)와 수비수(1.81m/min)보다 많이 움직였고, 스프린트 횟수도 공격수>미드필드>수비수 순으로 공격수가 가장 시도를 많이 했던 것을 확인하였다. 여기서 더 흥미로운 것은 저강도와 고강도 이동거리, 고강도 횟수, 스프린트 횟수에서 포지션과 선수교체 시간에 대한 상호작용이 나타났다는 것이다. 이러한 결과는 경기에서 선수교체 시간을 짧게 적용하는 것이 저강도 움직임보다는 고강도 움직임을 적극적으로 사용해 다리의 근력을 유지하고, 전술적 조정 도입이 가능한 상태로 팀 전체의 성과 수준을 최적화하는데 있어 매우 긍정적으로 작용할 수 있다는 것을 시사한다. 또한, Linke와 Lames(2016)의 연구에서 발견한 '1분 러시 효과(first minute rush effect)'인 교체 후 경기에 다시 들어간 선수가 1분 동안 많은 거리를 커버하는 현상에 대한 영향을 함께 포함했을 것으로 보이며, 시뮬레이션 운동 중 나타난 2분과 5분 교체 시간이 필드하키 경기에서 신체적 요구를 고려했을 때 4Q(네번째 쿼터)에서 신체적, 기술적, 인지적 성능 유지에 효과적이라는 결과를 뒷받침한다(Spooner et al., 2023).

그리고 경기 중 가속 및 감속은 팀 스포츠 경기에서 스프린트 활동과 연관성이 있으며(Cunniffe et al., 2022), 방향 전환과 함께 빠른 가속을 수행하여 상대를 따돌릴 수 있는 능력이다(Vigh-Larsen et al., 2018). 본 연구 결과를 살펴보면, 가속 횟수와 감속 횟수가 선수교체 시간이 5~10분일 때 15분 동안 한 쿼터를 풀로 뛰는 선수보다 시도를 많이 했던 것을 확인하였다. 이는 선수교체 시간을 짧게 적용했을 때 가변적 움직임을 적극적으로 활용하여 상대를 따돌려 경기의 흐름을 긍정적으로 변화시킬 수 있다는 것을 시사한다. 또한, 본 연구에서 가속 횟수에서는 차이가 없었지만, 미드필드(1.24회/min)와 수비수(1.14회/min)가 공격수(1.10회/min)보다 감속을 더 많이 시도를 했던 것으로 나타났다. 이러한 결과는 Cunniffe et al.(2022)의 연구와 같은 결과로, 포지션별 무제한 교체가 가능해지면서 경기 중 휴식 시간이 늘어나 선수들이 더 높은 강도의 움직임과 예기치 못한 빠른 움직임을 다체롭게 구사하면서 나타난 결과라 추측된다. 이러한 변화무쌍한 움직임을 보다 강화시키기 위해서는 고

강도 인터벌 트레이닝(High Intensity Interval Training; HIIT) 및 기존 달리기 기반의 인터벌 트레이닝의 단점을 보완한 SSG(Small Side Game)과 같은 트레이닝을 적극 적용하여 선수들의 집중력, 감속 및 가속, 유·무산소성 체력과 함께 기술 향상을 도모할 필요가 있다(Alonso-Fernández et al., 2017; Gökkurt & Kıvrak, 2021; Clemente et al., 2019; Selmi et al., 2020). 하지만 이러한 움직임은 상대 팀의 전략과 전술 그리고 경기 레벨에 따라 다른 결과가 나타날 가능성이 있기 때문에 추후 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 경기 중 효과적으로 공간을 창출하고, 공격과 수비 전환 시 적절한 위치로 이동하기 위해서는 중강도(7.9~16.9km/h)에서의 움직임이 필수적이다(Bradley et al., 2010). 이러한 중강도 이동거리는 포지션 간에 다른 수행력을 나타내기도 하며, 미드필드와 수비수보다 공격수가 가장 높은 수행력을 보인다고 보고되고 있다(McGuinness et al., 2021). 그러나 본 연구에서는 선행연구와는 다르게 미드필드와 수비수가 공격수보다 더 많은 움직임을 보인 것으로 나타났고, 선수교체 시간에 따른 차이는 없는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 미드필드의 경우 공격수와 수비수 사이에 넓은 공간을 확보하여 경기 중 공수 전환에 따라 중강도 및 고강도 거리를 포괄적으로 수행해야 하며, 수비수는 상대 공격수의 움직임 패턴을 커버하기 위해 저강도 및 중강도 움직임을 많이 수행하는 경우가 많다(Hodun et al., 2016; Vescovi & Frayne, 2015). 말하자면, 교체시간과 관계없이 경기 중 전술과 전략에 따라 수행해야 하는 포지션 간의 역할에 의해 운동 강도에 따른 활동량이 다를 수 있어 이와 같은 결과가 나온 것이라 판단된다.

## 결론 및 제언

본 연구는 실제 경기에서 포지션별 선수교체 시간에 따라서 운동 강도별 이동거리가 변화한다는 것을 확인하였다. 필드하키 경기는 결과적으로 변경된 경기 규칙에 의해 경기 강도가 높아짐에 따라 분명히 영향을 받는다는 것을 시사한다. 말하자면, 교체 타이밍은 목표에 따라서 달라질 수 있지만, 효과적인 교체 전략이란 존재한다는 것이다. 예를 들어, 경기가 동점 또는 우세한 상황에서 교체 주기를 빠르게 진행할 경우 선수의 부담은 상대적으로 적을 것이다. 그러나 상대 팀의 레벨이 높고, 경기 흐름이 열세한 상황에서는 공격적인 교체 전략보다는 방어적인 전략으로 교체 주기를 길게 잡는 전략을 사용하기도 한다. 따라서, 상대 팀의 레벨과 전략적 변수를 고려해 교체 전략을 효과적으로 진행하기 위한 방법을 알아내기 위해서는 더 많은 연구가 필요하다.

### CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

### AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization : Minkyung Choi, Data curation : Minkyung

Choi, Formal analysis : Mi-Sun Kim, Methodology : Mi-Sun Kim, Minkyung Choi, Project administration : Mi-Sun Kim, Minkyung Choi, Visualization: Mi-Sun Kim, Writing-original draft : Mi-Sun Kim, Minkyung Choi, Writing-review & editing : Mi-Sun Kim, Minkyung Choi

## 참고문헌

- Alonso-Fernández, D., Lima-Correa, F., Gutierrez-Sánchez, Á., & Abadía-García de Vicuña, O. (2017). Effects of a high-intensity interval training protocol based on functional exercises on performance and body composition in handball female players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1186-1198.
- Aquino, R., Gonçalves, L. G., Galgaro, M., Maria, T. S., Rostaiser, E., Pastor, A., ... & Nakamura, F. Y. (2021). Match running performance in Brazilian professional soccer players: Comparisons between successful and unsuccessful teams. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13, 1-9.
- Bradley, P. S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon, B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2343-2351.
- Choi, M.-K., Lee, K.-J., & Kim, M.-S. (2023). Analysis of Differences in Movement and Exercise Intensity of Junior Female Field Hockey Players Using GPS. *Korean Journal of Sports Science*, 32(5), 973-983.
- Clemente, F. M., Nikolaidis, P. T., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2019). Variations of internal and external load variables between intermittent small-sided soccer game training regimens. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(16), 2923.
- Crang, Z. L., Duthie, G., Cole, M. H., Weakley, J., Hewitt, A., & Johnston, R. D. (2021). The validity and reliability of wearable microtechnology for intermittent team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 51, 549-565.
- Cunniffe, E., Beato, M., Grainger, A., McConnell, W., & Blake, C. (2022). The characteristics of within match play acceleration and deceleration activity in international hockey. *The Journal of Sport and Exercise Science*, 6(2), 111-120.
- Gökkurt, K., & Kıvrak, A. O. (2021). The effect of high intensity interval training during eight weeks on speed, agility, and acceleration in U19 soccer players. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, 15(8), 2390-2395.
- Gomez, M. A., Lago-Peñas, C., & Owen, L. A. (2016). The influence of substitutions on elite soccer teams' performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(2), 553-568.
- Hodun, M., Clarke, R., Croix, M. B. D. S., & Hughes, J. D. (2016). Global positioning system analysis of running performance in female field sports: a review of the literature. *Strength & Conditioning Journal*, 38(2), 49-56.
- Jang, J. H. (2010). Effects on cardiopulmonary function, exercise intensity and moving distance during games by different player positions in soccer. *Korean Journal of Sport Science*, 21(3), 1289-1297.
- Kim, J. E., Song, J. H., Park, J. C., & Choi, E. Y. (2019). Performance analysis of women's field hockey using GPS. *Journal of Digital Convergence*, 17(10), 461-468.
- Kim, T., Cha, J. H., & Park, J. C. (2018). Association between in-game performance parameters recorded via global positioning system and sports injuries to the lower extremities in elite female field hockey players. *Cluster Computing*, 21, 1069-1078.
- Linke, D., & Lames, M. (2016). Substitutions in elite male field hockey: A case study. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(3), 924-934.
- Lythe, J. (2008). *The physical demands of elite men's field hockey and the effects of differing substitution methods on the physical and technical outputs of strikers during match play*. Doctoral dissertation, Auckland University of Technology.
- Lythe, J., & Kilding, A. E. (2013). The effect of substitution frequency on the physical and technical outputs of strikers during field hockey match play. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 848-859.
- McGuinness, A., Kenna, D., Grainger, A., & Collins, K. (2021). Investigating the effect of individual rotations on the physical and physiological performance in elite female field hockey players. *Applied Sciences*, 11(3), 1022.
- McGuinness, A., Malone, S., Hughes, B., Collins, K., & Passmore, D. (2019). Physical activity and physiological profiles of elite international female field hockey players across the quarters of competitive match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(9), 2513-2522.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519-528.
- Pan, P., Li, F., Han, B., Yuan, B., & Liu, T. (2023). Exploring the impact of professional soccer substitute players on physical and technical performance. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 143.
- Selmi, O., Ouergui, I., Levitt, D. E., Nikolaidis, P. T., Knechtle, B., & Bouassida, A. (2020). Small-sided games are more enjoyable than high-intensity interval training of similar exercise intensity in soccer. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 77-84.
- Spooner, T. W., West, A. T., & Willems, M. E. (2023). Effect of substitution time on physical, technical and cognitive performance in sub-elite male field hockey players. *International Journal of Exercise Science*, 16(6), 497.
- Vescovi, J. D., & Frayne, D. H. (2015). Motion characteristics of division I college field hockey: Female Athletes in Motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 476-481.
- Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(4), 1114-1122.

## 엘리트 여자필드하키선수의 포지션과 선수교체 시간이 운동 수행에 미치는 영향

김미선<sup>1</sup>, 최민경<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국스포츠과학원 분석연구원

<sup>2</sup>동국대학교 전문연구원

[목적] 본 연구는 실제 경기의 GPS 데이터를 활용하여 포지션과 선수교체 시간이 운동 강도별 움직임에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보는데 목적이 있다.

[방법] 총 26명의 엘리트 여자 필드하키 선수를 대상으로 2023년에 진행된 25경기의 데이터를 분석하였다. 포지션은 공격수(FW), 미드필드(MF), 수비수(DF)로 분류하였고, 선수교체 시간은 5분, 10, 15분으로 분류하였다. 포지션과 선수교체 시간에 따른 운동 강도별 움직임을 비교하기 위해 이원분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였고, Bonferroni 검증 실시하여 사후검증을 진행하였다.

[결과] 첫째, 포지션과 선수교체 시간은 운동 강도에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 둘째, 특히, 선수교체 시간이 5분일 때 고강도 움직임(고강도 이동거리, 고강도 횡수 등)에서 상당한 차이를 보였고, 셋째, 공격수와 미드필더의 선수교체 시간에 영향을 준다는 것을 확인하였다.

[결론] 본 연구의 결과는 필드하키 경기 중 선수교체 시간이 짧게 적용할 때 선수들의 적극적인 움직임이 많아져 전술적 조정 도입이 가능한 상태를 유지해 성과에 긍정적으로 적용될 수 있다는 것을 시사하며, 특히 공격수 포지션에 적용했을 때 팀 전체의 성과 수준을 최적화하는데 도움이 될 수 있을 것으로 사료된다.

### 주요어

필드하키, 움직임 분석, GPS, 선수교체, 운동 수행 능력