

GPS를 활용한 하키경기에서 국가대표여자선수들의 포지션 간 이동거리, 소요시간 및 심박수 분석

김영귀 · 허 선*(강원대학교)

이 연구는 GPS를 활용하여 국가대표 여자하키선수를 대상으로 포지션별 이동거리, 소요시간 및 심박수를 분석하여 경기력 향상방안의 기초자료를 제공하는데 목적이 있다. 연구대상자는 한국 여자하키 국가대표선수들(포지션별 공격수 4명, 미드필드 4명, 수비수 5명) 총 13명으로 한국과 일본 국가대항전 총 5경기를 치르는 동안 선수들은 GPS를 직접 착용하고 경기를 실시하였다. 분석결과, 경기 중 총 이동거리는 약 5.7km이며 경기 중 이동거리가 후반전에 더 많았다. 포지션에 따른 차이는 없었지만 저강도 약 70%, 중·고강도 약 30%의 분포를 보이고 있어 적정수준에서 신체적 움직임을 보이는 것으로 나타났다. 경기 중 소요시간에서 시속 11km 이상의 속도에서 움직인 시간은 평균 22분으로 비교적 빠른 속도에서 체력을 지속할 수 있는 것으로 나타났으며 미드필드의 경우 중강도의 속도에서 움직임이 많은 것으로 나타났다. 경기 중 평균 심박수는 약 145회/분으로 최대심박수의 60% 수준의 강도를 보였고, 심박수 150회/분 이상의 강도에서 소요되는 경기시간은 40분으로 높은 강도에서 지속할 수 있는 능력을 보이는 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해보면 국가대표 여자하키선수들은 비교적 빠른 속도와 높은 강도에서 지속할 수 있는 체력적 능력을 지닌 것을 알 수 있었다.

주요어: GPS, 하키경기, 이동거리, 소요시간, 심박수

서 론

스포츠에서 과학과 기술이라는 두 개의 원동력은 그 자체만으로도 팀을 움직인다고 할 수 있다. 더 나아가 경기 결과에 미치는 가장 중요한 요소들이며 두 영역은 말 그대로 경기력의 미래를 형성한다. 과거 스포츠 경기력이 경기 결과에 의한 승패에 주로 초점이 맞추어져 있었다면 근래에는 생리, 심리, 생체역학 등 다양한 분야의 과학적이고 객관적인 분석방법에 의해 경기력이 평가되고 있다. 게다가 경기전략 및 전술 등 복잡한 상호관계에 의해 경기결과를 예측하기가 매우 어렵기 때문에 첨단 과학적인 도구를 이용한 경기분석이 엘리트 스포츠 코칭과정에서 매우 중요한 부분으로 평가되고 있다. 특히, 경기분석은 전술과 기술평가, 운동 분석 및 선수의

체력특성 그리고 예측모델개발을 포함한 응용프로그램으로 스포츠 현장에 적용되고 있다. 즉, 경기분석은 선수와 코치에 의해 자신과 상대의 기술적 강점과 약점 및 전술의 움직임을 관찰하기 위한 창의적인 정보 분석의 도구인 것이다(Hughes, 2004). 이러한 경기분석의 기술 중 하나가 위성항법시스템(global positioning systems: GPS) 수신기로 스포츠에 적용되고 있다. 위성추적 GPS 장치는 이제 선수의 운동 패턴 및 신체활동에 대한 자세한 정보를 제공하기 위해 시합과 훈련기간 동안 착용할 수 있게 되었다. 아직은 신뢰성 및 타당성과 실용성을 수립하는데 충분히 제시된 데이터가 많지 않아 GPS 응용프로그램의 유용성이 명확하지 않지만 경기의 본질과 속도 그리고 경기규칙 변경 도입 이후 지난 10-15년간 엘리트 경기력에 대한 데이터를 제공한 몇몇 연구들이 보고되고 있다(Boyle et al., 1994; Ghosh et al., 1991; Johnston et al., 2004; Paun et al., 2008; Spencer et al., 2004).

논문 투고일: 2014. 02. 26.

논문 수정일: 2014. 04. 05.

게재 확정일: 2014. 04. 21.

* 저자 연락처: 허선(letssunny@kangwon.ac.kr).

하키종목에서 하키경기 결과와 경기요인들과의 관련성을 분석하기 위한 국내연구로는 공격유형별 득점, 슈팅기술 분석, 페널티코너에서 프리킥의 정확성, 세트플레이 모형개발, 페널티코너를 유도하기 위한 전술유형들의 빈도조사 연구(민태석, 2004; 송주호, 2006; 신석교, 2000)들이 대부분이며, 이 또한 단일동작에 의한 운동학적인 분석이 주를 이루고 있다.

그러나 최근 선수 각 개인의 능력뿐만 아니라 선수 상호작용에 대한 체력과 움직임 패턴에 대한 정보를 얻기 위해 GPS 등의 분석도구를 활용해 경기력을 실시간으로 평가하는 연구들(임정우와 김혜진, 2007; O'Donghue, 2004) 및 경기력과 관련하여 스피드 및 조직력을 고려한 시계열 동작분석(Time-motion analysis)을 활용해 선수들의 활동유형(구간)과 스프린트 구간을 확인하고 스프린트 능력을 향상시키기 위한 연구들(Hannah et al., 2007; Spencer et al., 2005)이 주로 이루어지고 있다. 이와 같이 팀 스포츠 내의 개인 선수에 대한 체력적 분석의 하나로서 선수 개인별 휴대용 GPS 수신기가 스포츠 응용프로그램에 활용되고 있는 추세이며, 2008년 호주, 중국, 인도 하키의 경우 국제경기에서도 실시간 경기분석의 즉각적인 피드백으로 경기전술 응용에 중요하게 활용되고 있다(Jennings et al., 2012).

이렇듯 경기분석에 대한 외국의 활발한 움직임에 비해 국내의 경우 하키경기에서 요구되는 활동유형들의 연구는 미흡한 실정이다. 경기 동안 간헐적인 최대 스피드로 수행하는 체력요인만으로 선수의 경기력이나 팀의 경기력을 조명하고 향상시킬 수 있다는 기존의 관점을 유지한다면 한계가 나타날 것이다. 그러므로 경기 동안 이동거리, 심박수, 소요시간, 스피드 등이 어떻게 기술수행과 팀 요구에 의해서 이루어지고 있는지 상호연관성을 평가한다면 체력 및 기술평가에도 활용도가 높을 뿐만 아니라 경기내용에 입각한 훈련프로그램 개발과 현장 적용관점에서 선수 및 팀 문제 개선의 이점을 높이고 경기력 향상에 필요한 실질적인 스포츠 현장자료로 활용될 수 있을 것이다.

따라서 GPS를 활용하여 국가대표 여자하키선수를 대상으로 포지션 간 이동거리, 소요시간 및 심박수를 분석하여 경기력 향상방안의 기초적인 자료를 제공하는데 이 연구의 목적이 있다.

연구방법

연구대상자

이 연구의 대상자는 한국 여자하키 국가대표 선수들로서 포지션별로 공격수 4명, 미드필드 4명, 수비수 5명 총 13명의 선수를 대상으로 하였다. 연구에 참여한 선수들은 태릉선수촌에서 국제 및 국내대회 그리고 합숙훈련 등으로 구성된 주간 25~30시간의 강도 높은 훈련프로그램을 수행하면서 런던 하계올림픽을 준비하고 있는 선수들이다. 그러므로 여자 국가대표 코칭스태프와 선수들에게 사전 동의를 얻은 후 대표 팀 훈련일정에 맞춰 본 연구를 수행하였다. 연구대상자의 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 특성

변인	포지션		
	공격수 (n=4)	미드필드 (n=4)	수비수 (n=5)
연령(세)	25.0±2.71	23.8±2.22	23.0±1.87
신장(cm)	165.0±3.55	164.0±1.41	165.6±1.67
체중(kg)	59.3±2.21	56.5±1.29	64.0±3.39
안정심박수(회/분)	60.4±8.56	67.3±10.53	66.3±5.91
선수경력(년)	11.2±3.11	11.3±2.50	14.0±0.82
국가대표경력(년)	3.2±2.68	2.5±1.73	5.3±2.75
A매치경기 수(회)	81.5±76.70	35.0±26.10	36.3±1.02

실험 방법

본 연구에서는 한국과 일본의 국가대표 선수들의 국가대항 친선경기를 대상으로 하였다. 경기 시 휴대용 GPS 장치 착용이 부상의 위험성과 불편 등 경기력에 영향을 주지 않는다는 것을 양국 코칭스태프와 선수들에게 이해를 구하고 사전 동의를 얻었다. 본 연구에서는 총 5 경기를 대상으로 하였다. 교체선수 없이 각 경기마다 GPS를 직접 착용하고 경기를 실시하였으며 이를 비디오로 촬영하였다. 경기 일정은 2011년 8월 16일부터 8월 31일 사이에 인조 잔디 경기장(평균기온 23~29℃, 평균습도 70~75%)에서 경기 → 경기 → 휴식 → 경기 → 휴식 → 경기 → 경기의 국제대회 토너먼트 형식 일정으로 진행하였다.

GPS 분석

본 연구에서는 한국 여자하키선수들의 경기 중 체력유형의 요인들을 산출하기 위해 최첨단 위성추적기술을 초소형 휴대용 GPS 수신 단말기(SPI Elite, GPSports system, Australia)에 구현하여 개발한 기자재를 사용하였다. 경기에 출전하는 선수들 중 골키퍼를 제외한 13명에게 GPS 수신기(가로 2.5cm, 세로 5cm, 두께 2cm, 무게 100g)를 선수들 등 뒤와 가슴에 착용하도록 하였다. 예비실험결과, SPI-elite 프로그램 내에 지정된 팀스포츠의 zone 설정 및 하키선수들을 대상으로 설정한 스피드 zone이 본 연구대상자들의 스피드 존과 맞지 않았으며 Barros et al.(2007)과 Di Salvo et al.(2007)이 사용한 스피드 zone이 본 연구대상자들과 유사하게 나타남에 따라 이를 참고로 하여 스피드 zone과 운동 강도를 설정하였다. 선행연구에서 개발된 지표들이 축구종목을 대상으로 분석된 결과임에도 불구하고 하키 경기에 사용한 이유로 임정우(2009)는 축구종목과 운동장과 패스시스템 등이 매우 유사하기 때문에 축구종목을 대상으로 개발된 지표를 사용하는데 큰 무리가 없다고 하였다. 1zone은 6km/h 속도 이하에서 경기 중 이동한 거리를 나타내며 선수의 움직임이 거의 없는 상태 즉, 걸거나 사이드스텝 또는 뒤로 이동할 때를 말한다. 2zone은 가볍게 뛰거나 공중단계에서의 동작, 3zone은 조깅, 4zone은 러닝, 5zone은 빠르게 뛰기, 6zone은 스프린트(전력질주)로 구분할 수 있다. 또한 1~2zone은 저강도, 3~4zone은 중강도, 5~6zone은 고강도로 구분할 수 있다. 심박수는 Deutsch et al.(1998)과 Johnston et al.(2004)이 사용한 심박수 zone을 참고로 하여 심박수 범위와 운동 강도를 설정하였다. 1zone은 낮은 보통강도, 2zone은 고강도, 3zone은 매우 높은 강도, 4zone은 최대 강도로 구분할 수 있다.

자료 분석

SPSS ver. 20.0을 이용하여 각 측정변인 간 평균과 표준편차의 기술통계량 및 백분율(%)을 구하였다. 스피드 zone별 포지션 간 이동거리, 소요시간 및 스프린트 zone별 포지션 간 소요시간, 그리고 심박수 zone별 포지션 간 소요시간을 알아보기 위해 일원변량분석을 실시

하였다. 포지션 간에 유의한 차이가 나타난 경우에는 Duncan의 사후검정을 실시하였다. 또한 스피드 zone 간 및 시기 간 그리고 포지션 간 및 시기 간의 상호작용 효과를 알아보기 위하여 이원변량분석을 실시하였다. 상호작용효과가 나타난 경우에는 일원변량분석 및 독립 t검정을 실시하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 하였다.

연구결과

이동거리 및 비율

스피드 zone별 이동거리 및 비율을 분석한 결과, 총 이동거리는 $5,697 \pm 205$ m로 나타났다. 저강도 수준인 스피드 1~2zone에서 전체의 69.8%, 중강도 수준인 스피드 3~4zone에서 26.7%, 고강도 수준인 스피드 5~6zone에서 3.5%로 나타났다(표 2).

표 2. 스피드 zone별 이동거리 및 비율

스피드 zone(km/h)	이동거리(m)	비율(%)
1zone(0-6.0)	2,141±558	37.1
2zone(6.1-11.0)	1,830±366	32.7
3zone(11.1-14.0)	807±211	14.0
4zone(14.1-19.0)	748±219	12.7
5zone(19.1-23.0)	153±33	3.1
6zone(>23)	18±19	0.4
총	5,697±205	100

스피드 zone별 시기 간 이동거리의 비율

스피드 zone별 시기 간 이동거리의 비율을 분석한 결과, 스피드 zone×시기의 상호작용효과가 있었다. 사후검정결과, 스피드 3zone을 제외한 모든 스피드 zone에서 전반보다 후반에서 이동거리의 비율이 높았다. 전반에는 스피드 6<4<5, 1<3, 2zone의 순서로 나타났으며, 후반에는 스피드 6, 2<3, 5, 1<4zone의 순서로 나타났다. 한편, 스피드 zone 간 및 시기 간에도 유의한 차이가 있었다. 사후검정결과, 스피드 6zone은 다른 스피드 zone보다 이동거리의 비율이 낮았고 전반보다 후반에서 이동거리의 비율이 높은 것으로 나타났다(표 3).

표 3. 스피드 zone별 시기 간 이동거리의 비율 (%)

스피드 zone (km/h)	1zone (0-6.0)	2zone (6.1-11.0)	3zone (11.1-14.0)	4zone (14.1-19.0)	5zone (19.1-23.0)	6zone (>23)	F
전반	46.3	52.8	49.6	36.0	44.6	23.4	29.501***
후반	57.4	47.2	50.4	64.0	55.4	45.8	7.509***
t	-6.007***	13.499***	-2.69	-5.440***	-4.185***	-4.649***	
	스피드 zone			15.918***	6<2,3,5,4,1		
F	시기			71.023***	전반<후반		
	스피드 zone×시기			15.673***			

***p<.001.

스피드 zone별 포지션 간 이동거리

스피드 zone별 포지션 간 이동거리를 분석한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 없었다(표 4).

표 4. 스피드 zone별 포지션 간 이동거리 (m)

스피드 zone (km/h)	평균 거리	포지션			F
		공격수	미드필드	수비수	
1zone (0-6.0)	2141	2,047.9 ±667.58 (39.2%)	2,047.3 ±416.14 (33.7%)	2,327.5 ±591.46 (40.4%)	.370
2zone (6.1-11.0)	1830	1,867.4 ±399.82 (31.1%)	2,063.2 ±384.52 (33.9%)	1,853.2 ±449.38 (31.2%)	.333
3zone (11.1-14.0)	807	620.2 ±95.11 (12.2%)	995.5 ±317.28 (16.4%)	806.6 ±222.00 (13.6%)	2.676
4zone (14.1-19.0)	748	594.5 ±297.55 (12.3%)	818.8 ±254.00 (13.5%)	802.3 ±331.08 (13.5%)	.717
5zone (19.1-23.0)	153	320.6 ±277.57 (3.5%)	143.6 ±30.80 (2.4%)	140.0 ±30.00 (2.4%)	1.867
6zone (>23)	18	54.9±47.52 (0.6%)	12.1±17.98 (0.2%)	12.2±15.70 (0.2%)	2.894

스피드 zone별 포지션 간 소요시간

스피드 zone별 포지션 간 소요시간을 분석한 결과, 스피드 2, 3, 4zone에서 포지션 간에 유의한 차이가 있었다. 사후검정결과, 스피드 2, 3, 4zone 모두 미드필드가 공격수와 수비수보다 소요시간이 더 많은 것으로

나타났다(표 5).

표 5. 스피드 zone별 포지션 간 소요시간 (초)

스피드 zone (km/h)	포지션			F	
	공격수	미드필드	수비수		
1zone (0-6.0)	1,842.8 ±620.54 (39.0%)	1,730.6 ±667.29 (27.0%)	1,735.3 ±641.16 (35.2%)	.181	
2zone (6.1-11.0)	1,345.0 ±335.07 (30.2%)	2,308.5 ±1092.80 (36.0%)	1,704.2 ±670.86 (32.6%)	6.176**	공,수<미드필드
3zone (11.1-14.0)	547.1 ±136.19 (12.3%)	987.8 ±401.58 (15.4%)	747.9 ±373.21 (14.3%)	6.846**	공,수<미드필드
4zone (14.1-19.0)	570.0 ±86.77 (12.8%)	1187.0 ±904.50 (18.5%)	796.8 ±594.14 (15.2%)	4.095*	공,수<미드필드
5zone (19.1-23.0)	217.5 ±140.81 (4.9%)	184.7 ±109.66 (2.9%)	132.5 ±58.55 (2.5%)	3.002	
6zone (>23)	32.8±37.81 (0.7%)	18.0±34.29 (0.3%)	10.8±20.38 (0.2%)	2.271	

**p<.01, *p<.05.

스피드 zone에서 스프린트 zone별 포지션 간 소요시간

스피드 4zone에서 스프린트 zone별 포지션 간 소요시간을 분석한 결과, 스프린트 5~6zone(long)에서만 포지션 간에 유의한 차이가 있었다. 사후검정결과, 미드필드가 공격수와 수비수보다 소요시간이 더 많은 것으로

표 6. 스피드 4zone에서 스프린트 zone별 포지션 간 소요시간 (초)

스피드 zone (km/h)	스프린트 존(초)	포지션			F	
		공격수	미드필드	수비수		
4zone (14.1-19.0)	1-2 (short)	255.5 ±98.69 (64.9%)	350.0 ±85.56 (66.3%)	349.2 ±54.23 (72.9%)	1.946	
	3-4 (medium)	83.0 ±18.99 (21.1%)	112.0 ±26.27 (21.2%)	85.6 ±41.76 (17.9%)	1.045	
	5-6 (long)	27.0 ±4.97 (6.9%)	41.5 ±1.70 (7.9%)	29.0 ±10.46 (6.1%)	9.566**	공,수<미드필드
	7-8 (very long)	28.0 ±34.00 (7.1%)	24.3 ±11.35 (4.6%)	15.2 ±8.41 (3.2%)	.478	

**p<.01.

나타났다(표 6).

스피드 5zone에서 스프린트 zone별 포지션 간 소요 시간을 분석한 결과, 스피드 5~6zone(long)에서만 포지션 간에 유의한 차이가 있었다. 사후검정결과, 미드필드가 공격수와 수비수보다 소요시간이 더 많은 것으로 나타났다(표 7).

표 7. 스피드 5zone에서 스프린트 zone별 포지션 간 소요시간 (초)

스피드 zone (km/h)	스프린트 존(초)	포지션			F
		공격수	미드필드	수비수	
5zone (19.1-23.0)	1-2 (short)	74.0 ±51.08 (61.6%)	117.5 ±57.06 (68.6%)	153.4 ±24.06 (67.5%)	3.518
	3-4 (medium)	30.0 ±24.28 (25.0%)	36.5 ±18.41 (21.3%)	48.0 ±14.00 (21.1%)	
	5-6 (long)	8.3 ±2.99 (6.9%)	14.3 ±14.18 (8.4%)	13.0 ±5.05 (5.7%)	18.073***
	7-8 (very long)	7.8 ±14.84 (6.5%)	3.0 ±1.41 (1.8%)	12.8 ±20.90 (5.6%)	0.445

***p<.001.

포지션별 시기 간 평균 심박수

포지션별 시기 간 평균 심박수를 분석한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 없었다(표 8).

표 8. 포지션별 시기 간 평균 심박수 (회/분)

시기	포지션		
	공격수	미드필드	수비수
전반	142.3±17.26	147.6±13.43	144.5±14.59
후반	140.8±16.95	149.1±8.13	142.5±12.85
F	포지션	1.990	
	시기	.051	
	포지션×시기	.148	

심박수 zone별 포지션 간 소요시간

심박수 zone별 포지션 간 소요시간을 분석한 결과, 심박수 150~170zone(moderate)에서만 포지션 간에 유의한 차이가 있었다. 사후검정결과, 공격수가 미드필

드와 수비수보다 소요시간이 더 많은 것으로 나타났다(표 9).

표 9. 심박수 zone별 포지션 간 소요시간 (분)

심박수 zone (회/분)	포지션			F
	공격수	미드필드	수비수	
150-170 (<75%)	19.2 ±9.06 (37.2%)	30.6 ±11.39 (38.6%)	29.5 ±7.83 (24.2%)	6.896**
171-180 (75~84%)	10.8±5.64 (33.0%)	9.6±7.37 (31.3%)	10.1±7.87 (35.7%)	.146
181-190 (85~95%)	3.4±4.03 (15.5%)	4.2±10.26 (46.6%)	1.4±1.80 (37.8%)	.801
>190 (>95%)	.7±1.57 (3.4%)	2.3±7.75 (75.0%)	.1±.23 (21.7%)	.972

**p<.01.

논 의

이동거리 분석

이 연구결과, 경기 동안 평균 5,697±205m의 이동거리를 나타냈다. Wein(1981)은 1972년 월드컵 경기 동안 하키팀 선수들을 대상으로 평균 5,610m의 이동거리를 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 그러나 경기장 표면 및 경기규칙에 대한 변경사항이 적용되기 전 데이터이기 때문에 이동거리는 주로 변수의 조합을 반영한 가능성과 70분 동안 경기장에 있는 선수의 데이터를 포함하는지 여부가 불투명하고 상세한 방법론을 제시하지 못하였기 때문에 나타난 결과로 보고되었다. 최근 적용거리를 보고한 Paun et al.(2008)은 GPS를 사용하여 호주 국내대회 여자하키팀 선수들을 대상으로 움직임 패턴을 측정하였는데 경기 평균 이동거리가 6,419m로 보고하였다. 결과에 따르면, 걷기와 가볍게 뛰기에 해당하는 1~2zone이 전체 이동거리 패턴의 약 70%를 차지하고 있는 것을 알 수 있었으며, 러닝 및 빠르게 뛰기에 해당하는 3~5zone이 약 30%를 차지하고 있다. 전력질주에 해당하는 6zone은 전체 이동거리의 1% 미만을 차지하고 있어 경기 동안 평균 5,697m은 매우 적은 이동거리를 보여주는 것으로 볼 수 있다. Spencer et al.(2004)은 스피드 zone 설정과 기술의 차이를 비교할 필요성이 있다고 보고하였으며 경기 동안 하키팀 선수의

반복 스프린트에 대한 효과에서 이동한 거리는 저·중강도의 활동 분포와 유사하게 나타났다고 하였다. 또한 Edward, Mcfadyen & Clark(2003)은 하키는 본질적으로 많은 팀 스포츠처럼 높은 강도의 폭발적인 스피드, 파워와 함께 지속적으로 에너지를 공급하는 능력을 경기시간 내내 유지하는 고강도 활동이라고 하였다. Di Salvo et al.(2007)도 프로축구선수들의 평균거리와 스피드 zone 거리를 비교한 연구에서 전체 90분 동안 이동한 거리 중 하키경기 70분으로 축소된 이동거리를 하키선수들과 비교하였을 때 스피드 zone에서 총 이동거리의 비율은 하키선수들과 비슷하다고 보고하였다. 그러나 주목해야 할 것은 축구선수들은 고강도 스피드 zone에서 하키선수들보다 많은 이동거리를 수행한다고 보고한 것으로 본 연구와 차이가 있었다.

그동안 하키종목의 움직임 분석한 연구들은 대부분 경기 중에 찍은 비디오를 이용하여 움직임을 분석하였다. 결과에 의하면, 경기 중 90% 이상을 낮은 강도의 활동(걷기 및 천천히 뛰기)이 차지하고 있는 것으로 보고되고 있으며(Macleod & Sunderland, 2007), 경기 중 스프린트(전력질주)는 0.5%에도 미치지 않는 것으로 보고되고 있다(Spencer et al., 2005). 본 연구에서도 스피드 영역별 거리는 1zone(0~6.0km/h)의 스피드로 약 40% 이상을 이동하는 것으로 나타났으며, 수비수가 40.4%로 많은 이동거리를 나타내고 있다. 모든 포지션에서 전체 이동거리 중 1~2zone의 스피드가 70% 이상을 차지하고 있는 것을 알 수 있다. 전체 이동거리는 공격수 5505.5m, 미드필드 6080.5m, 수비수 5941.8m 순으로 미드필드가 다소 많은 거리를 이동하는 것으로 나타났다. 또한 70분의 경기 중 전반보다 후반에 이동하는 거리가 많은 것으로 나타났으며 특히, 4zone(러닝)의 스피드가 전반보다 후반에 많은 것으로 나타났다. 스피드 zone에서의 포지션별 소요시간을 보면 공격수와 수비수는 60% 이상의 시간을 1~2zone(걷기와 가볍게 뛰기)에 소비하고 있는 것을 알 수 있다. 미드필드도 전체 70분의 70%에 가까운 시간을 1~2zone에 소비하는 것으로 나타났으며 4zone(러닝)에 소요하는 시간은 공격수와 수비수보다 많았다. 반면에 빠르게 뛰기와 전력질주(5~6zone)는 전체 거리의 7~8%이내를 차지하고 있으며 평균시간은 2~3분이 되지 않는 것으로 나타났다. 이는 하키선수들을 대상으로 한 선행연구(Spencer et al., 2004; Spencer et al.,

2006)와도 일치하는 결과이다. 선행연구에 의하면 하키경기에서 스프린트의 거리와 시간은 전체 경기에서 매우 적은 부분을 차지하지만 선수들의 스프린트 능력이 경기결과에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다고 하였다.

하키는 경기장의 차이는 있지만 축구와 같이 전술 시스템이 유사하다는 점에서 고강도 zone에서 폭발적인 스피드로 볼을 다루고 높은 강도에서 빠른 스피드를 생산할 수 있는 능력과 신속하게 회복할 수 있는 능력이 경기 내내 간헐적으로 요구된다고 할 수 있다. 따라서 기술과 전술을 분리한 방법의 훈련프로그램을 적용하기보다 포지션별 컨디셔닝 전략을 위한 전술훈련을 개발하여 체력 및 기술 스피드를 중강도와 고강도로 높일 필요가 있다고 생각된다.

경기시간 분석

GPS를 이용한 분석지표 중에서는 스프린트에 해당하는 6zone으로 이동한 시간과 스프린트 횟수가 경기수준과 포지션을 구분하는데 가장 영향을 많이 미치는 지표이다. 임정우(2009)는 GPS 결과에 따른 경기력 지표를 살펴본 결과, 경기력이 높을수록 스피드가 빠르고 공격수일수록 전체 이동거리와 평균 이동속도, 스프린트 등이 많은 것으로 나타났다고 하였다. 따라서 남자 하키 선수들의 경기력을 설명하는데 있어 스프린트 능력은 전체 이동거리와 시간에서 적은 양을 차지함에도 불구하고 가장 중요한 요인으로 설명될 수 있다. 그러나 여자 하키 선수들은 4zone(14.1~19.0km/h)과 5zone(19.1~23.0km/h)이 경기수준과 포지션을 구분하는데 가장 영향을 많이 미치는 것으로 보고되고 있다(Lythe & Kilding, 2011).

본 연구결과, 포지션별 스피드 zone에서의 소요시간은 공격수, 미드필드, 수비수 모두 스피드 zone 2, 3, 4(6.1~19.0km/h)에서 대부분의 시간을 보내는 것으로 나타났다. 저·중강도 활동에서 포지션별 평균 62.4%로 나타났으며 저강도 동작으로 걷기 및 조깅, 중강도의 동작으로 뒤로 옆으로 대각선 달리기, 히트, 드리블, 태클, 슈팅뿐만 아니라 템포 변화에 의한 가속과 감속의 방향전환 등을 수행하였으며 고강도 활동에서는 최대 스프린트로 포지션별 평균 3.8%의 경기시간을 보내는 것으로 나타났다. 특히, 고강도 스피드 4~5zone(14.1~23.0km/h)의 스프린트 zone 5~6초에서 보낸 시간은

포지션별 평균 6.9~7.0%로 미드필드가 공격수와 수비수보다 스프린트 zone 5-6초에서 많은 횟수를 보낸 것으로 나타났다. 이는 하키선수의 포지션별 활동유형을 분석한 이명천(2010)의 연구와 유사한 결과이다. 이명천(2010)의 연구에 의하면 하키경기에서는 미드필드가 경기 중에 가장 많은 거리를 이동할 뿐만 아니라 포지션 특성 상 팀 공격의 흐름에 따라 지속적으로 빠른 스프린트 능력이 요구된다고 하였다. 이는 컨트롤 빌더업 공격보다 속공에 의한 경기에서 보다 많은 시간을 보내는 것으로 본 연구결과와도 일치하였다. 또한 Spencer et al.(2004)은 14명의 남자 호주대표선수들을 대상으로 한 연구에서 평균 경기시간은 48분으로 보고하였고, Paun et al.(2008)은 6명의 남자 호주선수들을 대상으로 한 연구에서 경기 평균시간은 64분으로 보고하여 본 연구에서 나타난 경기 평균 40분보다 높은 시간을 보낸 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 남녀 선수의 체력 특성 및 경기진행 속도가 다르기 때문에 비교 적용하는 것은 다소 무리가 있을 수 있을 것이다. 그러나 하키경기 특성 상 유사한 경향으로 상대팀의 전력과 팀 전술변화에 따라 경기시간은 달라질 수 있다고 보고한 임정우(2009)의 연구결과를 볼 때 스프린트 zone에서 차이는 전력에 상관없이 팀 전술로 창출될 수 있는 비교우위전략을 고려한 경기내용으로 이루어져야 함을 시사하고 있다. 따라서 높은 강도의 활동에서 신속하게 회복할 수 있는 능력이 여자하키선수들을 위한 핵심적인 체력임을 확인할 수 있었다.

심박수 분석

이 연구결과, 경기 동안 평균 심박수는 145회/분으로 최대심박수의 60% 수준의 강도를 보였다. Esposito et al.(2004)은 팀 스포츠의 간헐적인 성격에도 불구하고 경기 동안 심박수 반응은 생리학적 피로를 측정하기에 유용한 타당성이 있다고 보고하였다. 즉, 하키경기는 70분간을 계속 뛰어야 하는 만큼 우수한 유산소 능력을 바탕으로 경기 흐름에 따라 간헐적인 빠른 질주, 민첩한 방향전환 등 강하고 신속한 동작의 무산소성 파워도 함께 요구된다. Wein(1981)과 Lythe & Kilding (2011)의 연구에서도 하키선수는 약 30초 간격으로 15~20m 거리를 최대 스피드로 달리는 간헐적 운동을 반복하는데 경기 수준이 높아질수록 최대 스피드를 발휘하는 거리는

길어지고 빈도도 자주 발생하여 인체 내에서 무산소 과정의 에너지 동원체계가 이루어지는 것으로 보고하였다. Boyle et al.(1994)은 156회/분, Johnston et al.(2004)은 155회/분, Paun et al.(2008)은 176회/분으로 비록 엘리트 남자 하키선수들을 대상으로 보고한 결과이지만 대표선수들이 최대 유산소 능력을 발휘하는 운동 강도가 약 75% 수준이라고 볼 때 본 연구결과에서 나타난 최대심박수의 60% 수준은 유산소성 에너지 대사를 진행시키기에 조금 부족한 강도라고 생각된다.

Spencer et al.(2005)은 호주 대표선수들을 대상으로 Time-motion analysis에 의한 심박수와 경기 시간을 분석한 연구에서 경기 동안 평균시간은 48분으로 보고하였다. 그러나 본 연구결과 심박수 zone에서 보낸 평균시간을 살펴보면 150~170회/분에서 26.43±9.42분, 171~180회/분에서는 10.16±6.96분, 181~190회/분에서는 3.00±5.36분, 191회/분 이상에서는 1.00±3.18분으로, 150~170회/분 이상의 강도에서 소요된 경기시간은 평균 40분으로 선행연구들보다 낮게 나타났다. 특히 포지션별 150회/분 이상 심박수 zone에서의 소요시간을 살펴보면 미드필드는 공격수와 수비수보다 경기 동안 각 심박수 zone에서 많은 시간을 보냈으며, 매우 높은 강도인 181~190회/분(4.2분)과 최대 강도인 191회/분 이상(2.3분)에서 비교적 많은 시간을 소요한 것으로 나타났다. 이는 최근 하키경기가 빠른 공수전환으로 미드필드에게 좀 더 많은 활동량을 요구한 결과로 판단되며 심폐기능과 스피드가 중요한 위치라는 것을 알 수 있었다. 공격수는 전반적으로 낮은 보통 강도인 150~170회/분(19.2분)에서 경기에 임하는 것으로 나타났으며, 매우 높은 강도인 181~190회/분(3.4분)과 최대 강도인 191회/분 이상(0.7분)에서 다른 포지션보다 소요시간이 적다는 것은 포지션 특성 상 득점을 생산하기 위해 폭발적인 스피드가 요구되는 위치임에도 불구하고 심폐지구력이 떨어져 기동력을 제대로 펼치지 못하는 것이라 생각된다. 수비수는 비교적 낮은 보통 강도인 150~170회/분(29.5분)에서 경기에 임했음을 알 수 있었으며, 실제 경기에서 수비수의 움직임이 둔하고 상대편에게 공격의 허점을 많이 제공한 사실을 볼 때 수비수의 지구력 부족이 경기력 약화로 이어진다는 사실을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과는 경기수준과 전술변화에 따라 운동 강도는 달라질 수 있지만 근본적인 원인은 지금의 속공일변도에서 나타난 결과로 판단된다. 미드필드 지역이나 상대공격 지역

에서 볼을 다루면서 볼 점유율을 높여 조직력을 극대화하여 체력소모를 최소화하고 포지션 간 거리 차이를 좁히면서 더 많은 선수 간에 패스의 수를 늘려 개인기술과 팀 기술을 진행시킬 때 더 긴 거리와 빠른 속도로 이동할 수 있을 것으로 생각한다. 따라서 팀 전략을 수립하는 데 컨트롤 경기를 택한다면 운동 강도에서의 소요시간은 달라질 수 있으며 경기수준이 높을수록 높은 강도의 운동 시간은 길어지고 회복시간은 짧아지므로 하키경기 중 나타난 운동 강도를 고려하여 심폐지구력과 젖산내성훈련을 향상시키기 위한 인터벌 훈련의 중요성이 요구된다고 하겠다.

결론

이 연구는 GPS를 활용하여 하키경기에서 나타난 국가대표 여자하키선수의 포지션 간 이동거리, 소요시간 및 심박수를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 경기 중 총 이동거리는 약 5.7km이며 경기 중 이동거리가 후반전에 더 많았다. 포지션에 따른 차이는 없었지만 저강도에서 약 70%, 중·고강도에서 약 30%의 분포를 보이고 있어 적정수준에서 신체적 움직임을 보이는 것으로 나타났다. 둘째, 경기 중 소요시간에서 시속 11km 이상의 속도에서 움직인 시간은 평균 22분으로 비교적 빠른 속도에서 체력을 지속할 수 있는 것으로 나타났으며, 미드필드의 경우 중강도의 속도에서 움직임이 많은 것으로 나타났다. 셋째, 경기 중 평균 심박수는 약 145회/분으로 최대심박수의 60% 수준의 강도를 보였으며, 심박수 150회/분 이상의 강도에서 소요되는 경기시간은 40분으로 높은 강도에서 지속할 수 있는 능력을 보이는 것으로 나타났다.

이상의 결론을 종합해보면 국가대표 여자하키선수들은 비교적 빠른 속도와 높은 강도에서 지속할 수 있는 체력적 능력을 지닌 것을 확인할 수 있었다. 따라서 경기 동안 선수들은 파워 및 스피드에 의한 반복적인 고강도 활동 시 신속한 회복능력이 요구되기 때문에 인터벌 전술 훈련프로그램을 개발하고 적용하는 노력이 중요할 것으로 생각된다. 또한 이 연구가 비록 짧은 기간에 수행된 관계로 보다 다면적인 한국 여자하키선수들의 총체적 분석에는 미치지 못하였다고 판단되지만 국가대표 선수들과의 평가전에서 GPS를 사용한 실제적인 분석이었다

는 점에 의의를 두고자 한다. 이 연구를 통한 전략방안을 작게나마 현장에 적용시켜 여자하키선수들의 경기력 향상과 경기분석에 많은 도움을 주는 후속연구의 계기가 될 수 있을 것으로 본다.

참고문헌

- 민태석(2004). 하키경기의 페널티 코너 유도도를 위한 전술유형 분석. 체육과학연구원 1급 경기지도자 수료논문.
- 신석교(2000). 하키 페널티 코너 시 세트플레이 모형 개발에 관한 연구. 체육과학연구원 1급 경기지도자 수료논문.
- 송주호(2006). 하키 페널티 코너 푸시 시 슈팅 동작의 기술향상 방안에 관한 연구. 국민체육진흥공단 체육과학연구원.
- 이명천(2010). 하키훈련지도서. 서울 : 국민대학교 체육대학.
- 임정우(2009). 하키종목의 경기력 평가를 위한 경기분석 지표. 미간행 박사학위논문, 한국체육대학교 대학원.
- 임정우, 김혜진(2007). 하키종목의 경기력 분석을 위한 스포린트 구간 설정; 실시간 GPS 장비의 활용. 한국체육측정평가학회지, 10(1), 69-79.
- Boyle, P. M., Mahoney, C. A., & Wallace, W. F. (1994). The competitive demands of elite male field hockey players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 34(3), 235-241.
- Barros, R. M., Misuta, M. S., Menezes, R. P., Figueroa, P. J., Moura, F. A., Cunha, S. A., Anido, R., & Leite, N. J. (2007). Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(2), 233-242.
- Deutsch, M. U., Maw, G. J., Jenkins, D., & Reaburn, P. (1998). Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of Sports Science*, 16(6), 561-570.
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227.
- Edward, A. M., Mcfadyen, A. M., & Clark, N. (2003). Test performance indicators from a single soccer specific fitness test differentiate between highly trained and recreationally active soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(1), 14-20.
- Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G., & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart

- rates as an indicators of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93(1-2), 167-172.
- Ghosh, A. K., Goswami, A., Mazumdar, P., & Mathur, D. N. (1991). Heart rate & blood lactate response in field hockey players. *Indian Journal of Medicine Research*, 94, 351-356.
- Hannah, M., Chris, H., & Caroline, S. (2007). Time-motion analysis of elite women's field hockey, with particular reference to maximum intensity movement patterns. *International Journal of Performance Analysis in Sports*, 7(2), 1-12.
- Hughes, M. D. (2004). Performance analysis a 2004 perspective. *International Journal of Performance Analysis in Sports*, 4, 103-109.
- Jennings, D., Cormack, S. J., Coutts, A. J., & Aughey, R. J. (2012). GPS analysis of an international field hockey tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 224-231.
- Johnston, T., Sproule, J., McMorris, T., & Maile, A. (2004). Time-motion analysis and heart rate response during elite male field hockey; competition versus training. *Journal of Human Movement Studies*, 46, 189-203.
- Lythe, J., & Kilding, A. E. (2011). Physical demands and physiological responses during elite field hockey. *International Journal of Sports Medicine*, 32(7), 523-528.
- Macleod, H., & Sunderland, C. (2007). Reliability and validity of a global positioning system for measuring player movement patterns during field hockey. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(5), 209-210.
- O'Donoghue, P. (2004). Sources of variability in time-motion data; measurement error and within player variability in work-rate. *International Journal of Performance Analysis in Sports*, 4(2), 42-49.
- Paun, V., van der Ploeg, G., & Stern, S. (2008). *Movement patterns and the physiological demands of field hockey using GPS tracking*. Australia: ACT Academy of Sports.
- Spencer, M., Bishop, D., & Lawrence, S. (2004). Longitudinal assessment of the effects of field-hockey training on repeated sprint ability. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 7(3), 323-334.
- Spencer, M., Fitzsimons, M., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). Reliability of a reported-sprint test for field-hockey. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 9(1-2), 181-184.
- Spencer, M., Rechichi, C., Lawrence, S., Dawson, B., Bishop, D., & Goodman, C. (2005). Time-motion analysis of elite field hockey during several games in succession a tournament scenario. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 8(4), 382-391.
- Wein, H. (1981). *The advanced science of hockey*. London: Pelham Books.

Analysis of Moving Distance During Games, Time and Heart Rate for Hockey Games Using GPS by Positions in Korea National Female Athletes

Young-Kyu Kim, & Sun Hur

Kangwon National University

The purpose of this study was to analysis of moving distance during games, time and heart rate for hockey games using GPS (global positioning systems) by positions in Korea national female athletes. The subjects were Korea national female hockey players ($n=13$) including 4 forwards, 4 midfields, and 5 fullbacks that participated in five Korea vs. Japan international games. All subjects were wearing GPS throughout the games. The results were as follows: Firstly, the average total travel distance per game was approximately 5.7km and higher in the second half. Physical movement in the games was not different from positions where 70% of physical movement was performed at low intensity and 30% at moderate and/or vigorous intensity, suggesting that the subjects; physical movement was performed at the appropriate level of exercise intensity. Secondly, during the game, the subjects performed physical movement faster than 11km/h for 22 minutes, indicating that the subjects could maintain their physical movement at a relatively faster speed throughout the games. In particular, midfields showed a greater amount of physical movement at moderate speed. Thirdly, the average exercise heart rate was 145bpm, which was equivalent to 60% of HRmax. The subjects maintained their average exercise heart rate greater than 150bpm (above 60% of HRmax) for 40 minutes during the games, indicating that the players had an ability to maintain physical movement at high intensity throughout the games. In conclusion, in spite of the fact that Korea national female hockey players have an ability to maintain physical movement at a relatively faster speed and higher intensity, their physical movement and performance are often affected. Therefore, it is necessary to develop and apply the specific interval training program for national female hockey players that can facilitate the faster recovery from the repetitive physical movement requiring power and speed at high intensity.

Key Words: GPS, Hockey Games, Moving Distance During Games, Time, Heart Rate 