

여자필드하키선수의 Global Positioning System 변인에 따른 비접촉성 하지부상 발생위험도

최호경¹, 김은국², 박종철³, 김태규^{4*}

¹부경대학교 스포츠과학연구소 전임연구원, ²한국체육대학교 체육학과 교수,
³한국스포츠정책과학원 스포츠과학연구실 연구원, ⁴부경대학교 해양스포츠학과 교수

Non-Contact Injury Risk in Lower Extremity depending on Global Positioning System Variables among Female Field Hockey Players

Hokyung Choi¹, Eunkuk Kim², Jong-Chul Park³, Taegy Kim^{4*}

¹Researcher, Research Institute for Sports Sciences, Pukyong National University

²Professor, Dept. of Physical Education, Korea National Sport University

³Researcher, Dept. of Sport Science, Korea Institute of Sport Science

⁴Professor, Dept. of Marine Sports, Pukyong National University

요 약 본 연구는 여자 필드하키 선수를 대상으로 GPS를 활용하여 훈련 또는 시합 동안 발생하는 움직임을 정량화하고 비접촉성 하지부상과 관련된 변인에 대해 부상 발생위험도를 확인하고자 하였다. 골키퍼를 제외한 52명의 국가대표 선수를 대상으로 훈련 또는 시합 동안 발생하는 움직임을 GPS를 통해 측정된 후 각 변인에 대해 1주간과 4주간 평균을 산출하였고, 비접촉성으로 발생하는 하지부상 경험과 관련된 GPS변인에 대해 움직임 강도의 범위에 따른 하지부상 발생위험도를 산출하였다. 그 결과, 공격수는 1주간 총 뒀 거리와 높은 속도로 뒀 횟수의 약간 낮은 범위 및 높은 속도로 뒀 거리에서는 높은 범위의 부상 발생위험도가 가장 낮게 나타났고, 4주간의 높은 속도로 뒀 거리에서는 움직임의 강도가 증가함에 따라 위험도가 감소하였다. 미드필더는 1주간 총 뒀 거리와 높은 속도로 뒀 거리, 높은 속도로 뒀 횟수 및 감속 횟수의 낮은 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났고, 수비수는 하지부상 유무에 따른 움직임의 차이를 보이지 않았다.

주제어 : 융합, 여자 필드하키, Global Positioning System, 부상, 위험도

Abstract This study aimed to qualify the amount of movement during game-based training and competition by using a GPS and to identify the non-contact injury risk in lower extremities for female field hockey enrolled in Korean national team. A total of 52 players were participated in this study and their GPS data collected during training and competition were averaged for 1 week and 4 weeks. And then, an injury risk in lower extremities was calculated for each category of the amount of movement in GPS variables that were related to non-contact injury. In forwards, the injury risk was the lowest in the moderate-low category of total distance covered and repeated high-intensity effort bout and the high category of high intensity distance for 1 week, but the risk decreased as the amount of high intensity distance increased for 4 weeks. In midfielders, the injury risk was the lowest in the low category of total distance covered, high intensity distance, repeated high-intensity effort bout and deceleration bout for 1 week.

Key Words : Convergence, Female Field Hockey, Global Positioning System, Injury, Risk

*본 논문은 한국체육대학교 일반대학원 최호경의 박사학위 논문 내용의 일부를 발췌하여 수정 및 보완하여 제출하였음

*Corresponding Author : Taegy Kim(ktk7718@gmail.com)

Received July 16, 2019

Revised August 5, 2019

Accepted September 20, 2019

Published September 28, 2019

1. 서론

1.1 연구의 필요성

필드하키(field hockey)는 인조잔디에서 행해지는 움직임이 빠르고 움직임의 범위가 큰 팀 스포츠 종목으로, 지속적인 낮은 강도의 움직임이 요구됨과 동시에 최대 또는 최대하의 강도로 짧은 거리의 반복적인 질주 능력 또한 요구된다[1-3]. 선행연구에서는 여자필드하키 선수가 한 시합에서 약 6.6km를 움직이고, 이 중 약 10%는 18km/h 이상의 속도로 스프린트를 하며, 최고 속도는 약 28km/h로 보고하였다[4-7]. 이러한 높은 강도의 움직임은 비접촉성 하지손상과 매우 밀접한 관련이 있는데 [8,9], 실제 여자필드하키에서는 한 번의 시합을 하는 동안 0.7건의 부상이 발생하고, 그 발생률은 선수 1,000명당 23-44건인 것으로 나타났으며, 이러한 부상 중 28-41%가 하지부상인 것으로 확인되었다[3]. 이러한 하지에서 발생하는 스포츠손상 중 과도한 움직임과 관련된 하지부상의 경우 예방이 가능한 것으로 알려져 있고, 이를 위해서는 훈련 및 시합에서 발생하는 움직임을 모니터링하는 것이 매우 중요하다고 하였다[10-12].

최근에는 다양한 스포츠 활동에 있어서 운동선수들의 총 뛸 거리와 그 속도, 가속 또는 감속과 같은 움직임을 정량화하기 위해 GPS(global positioning systems) 사용이 많아지고 있다[10]. 많은 선행연구에서는 이러한 GPS를 활용하여 선수들의 움직임 패턴, 이동 거리와 속도, 가속 및 감속 횟수 등을 분석할 뿐 아니라, 선수의 물리적 접촉 및 충돌 강도에 대한 정보까지 제공한다 [13,14]. 호주 축구선수는 한 경기에서 약 12km를 움직이는 것에 비해 [15], 럭비선수는 6km를 움직이는 것으로 확인되었고[16], 수비위주의 럭비선수(71.9m/min)는 공격위주의 선수(66.7m/min)보다 분당 움직이는 거리가 더 많은 것으로 확인되었다[17].

최근 많은 선행연구에서는 GPS변인과 스포츠손상 발생과의 연관성을 확인하였는데, Gabbett & Ullah[18]는 7m/s 이상의 속도로 달린 거리가 9m 이상인 럭비선수의 스포츠손상 유병률(prevalence)이 9m 이하인 선수에 비해 2.7배 높다고 언급하였고, Colby et al.[10]은 총 뛸 거리와 스프린트로 뛸 거리가 높을수록 스포츠손상 발생위험도가 높아진다고 설명하였다. 그러나, Gabbett & Domrow[19]은 시즌 전 훈련 기간이 18주 이하인 럭비선수가 더 높은 스포츠손상 발생률을 가지고 있고, 비시즌 시기의 최대산소섭취량이 낮은 선수가 손상

의 위험이 더 높다고 주장하였다. 이러한 선행연구의 결과는 스포츠손상을 예방하기 위해 운동선수의 움직임의 양, 즉 운동량을 무조건 낮출 것이 아니라, 운동선수의 체력을 향상할 수 있는 최소 운동량과 스포츠손상 발생률이 증가하지 않는 최대 운동량 간의 균형(balance)을 유지해야 할 필요가 있다는 것을 설명한다[18]. 또한 주당 운동량의 변화가 큰 럭비선수가 운동량의 변화가 크지 않은 선수에 비해 스포츠손상 발생률이 높은 것으로 보고된 바와 같이[20], 일정기간 축적된 절대적인 운동량보다는 단위시간에 대한 운동량의 변화율이 스포츠손상 발생의 더 강한 예측인자인 것으로 제안되고 있다[21-23].

1.2 연구의 목적

운동선수들의 움직임을 정량화하고 이에 대한 운동선수의 반응을 모니터링하는 것은 스포츠손상 발생 등 부정적 반응 최소화과 동시에 운동수행능력 최대화를 위해 필수적인 과정이다[24]. 따라서, 본 연구는 국가대표 여자필드하키 선수들을 대상으로 GPS를 활용하여 게임기반의 훈련 및 시합 동안 발생하는 움직임을 정량화하고 이에 따른 비접촉성 하지부상 발생위험도를 확인함으로써, 엘리트 운동선수들의 적정 훈련량을 설정하는 데에 유용한 정보를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 2015년부터 2017년까지 여자필드하키 국가대표로 활동한 선수 중 골키퍼를 제외한 52명의 선수를 대상으로 수집된 자료를 사용하였고, 포지션에 따라 공격수(forwards, n=18)와 미드필더(midfielders, n=21), 수비수(defenders, n=13)로 분류하였으며, 포지션이 중복되는 선수일 경우에는 참여한 포지션의 빈도가 높은 포지션으로 배정하였다. 공격수 중 8명의 선수가 하지부상을 경험하였고, 미드필더와 수비수는 각각 11명과 9명이 부상을 경험하였으며, 포지션에 따른 인구통계학적 특성은 Table 1과 같다. 모든 선수는 연구의 목적 및 절차에 대한 설명을 듣고 자발적인 참여에 동의하였으며, 자료수집 시작 3개월 전부터 체간 및 하지에 대한 통증 또는 기능부전이 없는 선수의 자료만 분석을 시행하였다.

Table 1. Participants' demographic characteristics

| Group | Position | Age (yrs.) | Height (cm) | Weight (kg) | Career (yrs.) |
|---------------------|-----------|------------|-------------|-------------|---------------|
| Injured players | FW (n=8) | 28.50±2.72 | 164.12±3.64 | 60.62 ±4.50 | 15.87 ±3.44 |
| | MF (n=11) | 28.16±2.97 | 164.91±3.82 | 57.50 ±4.23 | 15.16 ±3.24 |
| | DF (n=9) | 27.50±3.38 | 166.62±5.68 | 60.87 ±7.51 | 14.37 ±3.70 |
| Non-injured players | FW (n=10) | 23.10±1.72 | 163.20±3.61 | 58.10 ±4.40 | 9.70 ±2.45 |
| | MF (n=10) | 25.30±3.49 | 164.70±3.56 | 59.10 ±2.64 | 12.30 ±3.97 |
| | DF (n=4) | 25.00±3.91 | 167.50±4.04 | 61.75 ±1.25 | 12.00 ±3.91 |

Values: Mean ± Standard deviation
FW:forwards, MF:midfielders, DF:defenders

2.2 GPS데이터 수집

게임기반의 훈련 또는 시합 동안 발생하는 움직임은 GPS(GPSports, SPI-HPU 15 Hz, Canberra, Australia)를 통해 정량적으로 측정하였다. 모든 선수는 훈련 또는 시합 15분 전에 뒷부분에 주머니가 있는 조끼를 착용하였고, 검사자는 GPS가 선수들의 2-6번 등번호(흉추)사이에 위치하도록 조끼의 주머니에 넣어 고정하였다. 게임을 기반으로 한 훈련 또는 시합에 45분 이상 참여한 선수들의 자료만을 사용하였고, 준비운동 시간과 하프타임의 휴식 시간에 발생한 움직임에 대한 정보는 제외하였다. 수집된 GPS 변인 중 총 뒀 거리(total distance covered)와 높은 속도(≥15.1km/h)로 뒀 거리 (high-intensity running distance), 높은 속도(≥15.1km/h)로 뒀 횟수(repeated high-intensity effort bouts) 및 가속(≥ 2.78 m/s²) 또는 감속(≥2.78 m/s²) 횟수로 제한하였다 [18,25,26].

2.3 비접촉성 하지부상

본 연구의 비접촉성 하지부상은 게임을 기반으로 한 훈련 또는 시합 중에 엉덩관절, 넓적다리(thigh), 무릎관절, 종아리(lower leg), 발목관절 및 발 부위에서 비접촉성으로 발생하는 근육, 인대 등 연부조직의 통증, 파열(rupture), 좌상(strain), 염좌(sprain) 등으로 정의하였다[5,18]. 모든 부상에 대한 정보는 국가대표 여자필드하키 팀에 소속된 의무트레이너가 게임기반의 훈련 또는 시합 종료 직후 기록한 일지(daily report)와 전문의에 의한 진단을 근거로 하였다.

2.4 자료분석

본 연구에서는 SPSS 21.0(IBM Corp., Armonk,

NY) 프로그램과 Microsoft Excel 2016(Microsoft Corp., Redmond, WA)을 사용하여 분석하였고, 각 포지션에 따라 자료수집기간 동안 비접촉성 하지부상을 경험한 선수집단과 그렇지 않은 선수집단으로 분류하였다.

게임기반의 훈련 또는 시합 동안 GPS를 사용하여 수집된 자료는 주(week)단위로 구분하여 그 평균을 사용하였다. 부상을 경험한 선수의 경우 부상시점을 기준으로 부상이 발생한 시점인 부상구역(injury block)과 부상이 발생하기 전의 시점인 부상이전구역(pre-injury block), 자료수집을 시작한 시점부터 부상이 발생하기 전의 시점인 부상선수의 평균(injured average)에 대해 1주장과 4주장의 평균을 산출하였다. 부상을 경험하지 않은 선수의 경우에는 자료수집을 시작한 시점부터 종료되는 시점인 부상없는 선수의 평균(non-injured average)에 대해 1주장과 4주장의 평균을 산출하였다. 비접촉성 하지부상 경험유무에 따른 GPS 변인에 대한 차이를 확인하기 위해 부상발생구역(injury block)과 부상발생 이전구역(pre-injury block), 부상선수의 평균(injured average) 및 부상없는 선수의 평균(non-injured average)의 1주장과 4주간 평균에 대해 일원변량분석(ANOVA)을 실시하였고, 사후검정(post hoc)은 least significant difference (LSD) test를 사용하였다. 이 결과를 바탕으로 유의한 차이를 보인 GPS 변인에 대해 Z-점수를 사용하여 매우 낮은(very low) 범위(≤-2.00), 낮은(low) 범위(-1.99~-1.00), 약간 낮은(moderate-low) 범위(-0.99~-0.01), 약간 높은(moderate-high) 범위(0.00~0.99), 높은(high) 범위(1.00~1.99) 및 매우 높은(very-high) 범위(≥2.00) 등의 범주로 움직임 강도를 구분하였고[27,28], 각 범주에 노출된 횟수에 대해 하지부상 발생빈도를 백분율로 환산하여 하지부상 발생위험도와 95% 신뢰구간(95% confidence intervals, 95% CI)을 산출하였다 [22,29]. 모든 분석에서의 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 공격수의 비접촉성 하지부상 관련 GPS 변인과 부상위험도

Table 2는 부상을 경험한 공격수의 부상구역(injury block)과 부상이전구역(pre-injury block) 및 부상평균(injured average)과 부상없는 공격수의 평균(non-injured

Table 2. The difference of GPS variables between injured and non-injured forwards

| | GPS variables | Injury block ^a | Pre-injury block ^b | Injured average ^c | Non-injured average ^d | F (p) | Post hoc |
|--------|---|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| 1-week | Total distance covered (m) | 6556.10±882.21 | 5676.16±958.36 | 5575.13±1276.07 | 4803.21±1153.36 | 5.551 (.003) | a>c,d b>d |
| | High intensity distance (m) | 1064.20±186.74 | 895.94±215.31 | 874.85±214.35 | 720.27±235.24 | 5.430 (.003) | a,b>d a>c |
| | Repeated high-intensity effort bout (times) | 60.36±10.76 | 50.63±12.37 | 48.98±11.61 | 41.66±12.01 | 5.409 (.003) | a>c,d |
| | Acceleration bout (times) | 22.18±6.72 | 18.18±4.87 | 15.99±3.45 | 13.71±5.29 | 5.881 (.002) | a>c,d b>d |
| | Deceleration bout (times) | 32.45±7.99 | 33.00±10.38 | 30.87±9.73 | 24.51±7.53 | 2.631 (.062) | - |
| 4-week | Total distance covered (m) | 5768.53±1026.97 | 5451.50±1255.73 | 5537.68±1525.98 | 4699.38±1248.88 | 1.825 (.157) | - |
| | High intensity distance (m) | 929.02±188.33 | 880.37±212.53 | 869.18±241.50 | 697.75±227.22 | 2.880 (.047) | a,b>d |
| | Repeated high-intensity effort bout (times) | 51.72±9.95 | 48.87±11.66 | 49.55±13.56 | 40.02±11.58 | 2.623 (.062) | - |
| | Acceleration bout (times) | 17.47±3.72 | 16.00±3.76 | 15.50±3.52 | 13.24±5.19 | 2.267 (.094) | - |
| | Deceleration bout (times) | 30.75±8.53 | 30.21±9.69 | 31.57±10.78 | 23.67±7.85 | 2.147 (.108) | - |

average) 간의 1주간과 4주간 총 뛸 거리와 높은 속도로 뛸 거리, 높은 속도로 뛸 횟수, 가속 및 감속 횟수의 차이를 확인한 결과이다. 1주간의 GPS 변인 중 감속 횟수를 제외한 모든 변인이 부상구역에서 부상평균 또는 부상없는 공격수의 평균보다 유의하게 높은 것으로 확인되었고, 4주간의 GPS 변인에서는 높은 속도로 뛸 거리만이 부상구역과 부상이전구역에서 부상없는 공격수의 평균보다 높은 것으로 나타났다($F=2.880, p=.047$).

1주간 총 뛸 거리의 움직임 강도에 따른 공격수의 하지부상 발생위험도를 확인한 결과, Fig. 1과 같이 약간 낮은(moderate-low) 범위(-0.99~-0.01)인 4198.74-5544.81m 범위에서 위험도가 3.97%(95%CI: -0.50-8.09)로 가장 낮은 것으로 확인되었고, 높은 속도로 뛸 거리의 경우에는 높은(high) 범위(1.00~1.99)인 1295.35-1508.39m 범위에서 위험도가 3.22%(95%CI: -1.24-7.69)로 가장 낮게 나타났다. 높은 속도로 뛸 횟수는 약간 낮은 범위인 34.88-49.57times 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났으나(3.57%, 95%CI: -1.37-8.52), 가속횟수는 약간 높은(moderate-high) 범위(0.00~0.99)인 17.29-24.50 times 범위에서 위험도가 가장 높게 나타났다(9.23%, 95%CI: 1.84-16.61).

4주간 높은 속도로 뛸 거리의 움직임 강도에 따른 공격수의 하지부상 발생위험도를 확인한 결과, Fig. 2와 같이 낮은(low) 범위(-1.99~-1.00)인 319.47-557.53m 범위에서 위험도가 20.00%(95%CI: 2.46-37.53)로 가장 높게 나타났다.

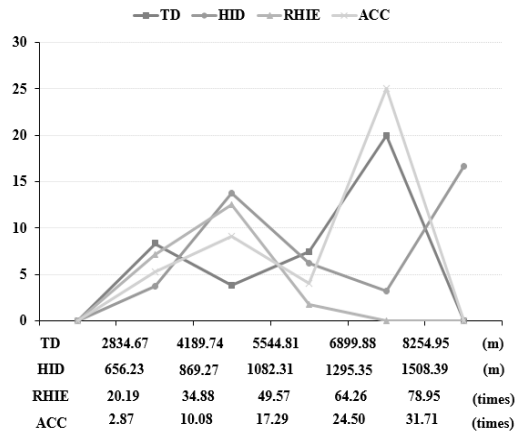


Fig. 1. The injury risk for each category of GPS variables during 1-week period in forwards

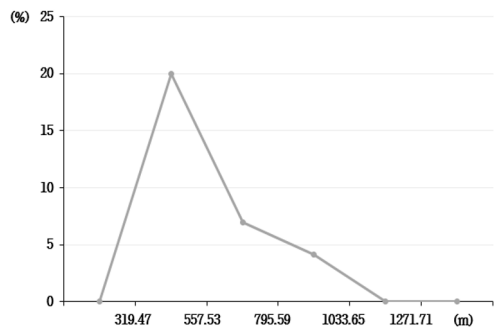


Fig. 2. The injury risk for each category of high intensity distance during 4-week period in forwards

3.2 미드필더의 비접촉성 하지부상 관련 GPS변인과 부상위험도

Table 3은 부상을 경험한 미드필더의 부상구역(injury block)과 부상이전구역(pre-injury block) 및 부상평균(injured average)과 부상없는 미드필더의 평균(non-injured average) 간의 1주간과 4주간 총 뛸 거리와 높은 속도로 뛸 거리, 높은 속도로 뛸 횟수, 가속 및 감속 횟수의 차이를 확인한 결과이다. 1주간의 모든 GPS 변인이 부상구역에서 부상이전구역과 부상평균 또는 부상없는 미드필더의 평균보다 유의하게 높은 것으로 확인되었으나, 4주간의 GPS 변인은 부상구역과 부상이전구역, 부상평균 및 부상없는 미드필더의 차이가 나타나지 않았다.

1주간 총 뛸 거리의 움직임 강도에 따른 미드필더의 하지부상 발생위험도를 확인한 결과, 약간 낮은(moderate-low) 범위(-0.99~-0.01)인 5132.86-6277.43m의 범위에서 위험도가 6.06%(95%CI: 1.21-10.91)로 가장 낮은 것으로 확인되었고, 높은 속도로 뛸 거리의 경우, 약간 낮은(moderate-low) 범위인 549.60-797.78m의 범위에서 위험도가 4.25%(95%CI: 0.08-8.42)로 가장 낮게 나타났다. 높은 속도로 뛸 횟수는 약간 낮은 범위인 50.13- 55.40times 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났다(5.74%, 95%CI: 0.70-10.78), 가속횟수는 약간 높은(moderate-high) 범위(0.00~0.99)인 18.77-27.58times Fig. 3과 같이 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났으며(7.69%, 95%CI: 0.94-14.43), 감속 횟수

(deceleration bout)는 약간 낮은(moderate-low) 범위인 25.57-37.97times 범위에서 부상이 발생하지 않은 것으로 나타났다.

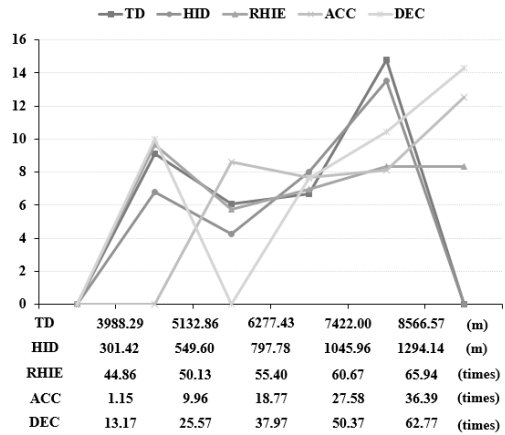


Fig. 3. The injury risk for each category of GPS variables during 1-week period in midfielders

3.3 수비수의 비접촉성 하지부상 관련 GPS변인과 부상위험도

Table 4는 부상을 경험한 수비수의 부상구역(injury block)과 부상이전구역(pre-injury block) 및 부상평균(injured average)과 부상없는 수비수의 평균(non-injured average) 간의 1주간과 4주간 총 뛸 거리와 높은 속도로 뛸 거리, 높은 속도로 뛸 횟수, 가속 및

Table 3. The difference of GPS variables between injured and non-injured midfielders

| | GPS variables | Injury block ^a | Pre-injury block ^b | Injured average ^c | Non-injured average ^d | F (p) | Post hoc |
|--------|---|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------|----------|
| 1-week | Total distance covered (m) | 6747.37±883.43 | 6073.61±846.89 | 5857.06±849.60 | 5706.78±1192.96 | 3.874 (.013) | a>b,c,d |
| | High intensity distance (m) | 1093.14±224.61 | 961.70±242.95 | 925.33±219.66 | 807.88±255.87 | 3.874 (.013) | a>c,d |
| | Repeated high-intensity effort bout (times) | 63.17±12.01 | 54.17±13.31 | 51.03±10.25 | 45.96±13.61 | 5.471 (.002) | a>b,c,d |
| | Acceleration bout (times) | 22.41±9.95 | 16.29±4.71 | 16.02±5.04 | 14.35±4.37 | 4.777 (.005) | a>b,c,d |
| | Deceleration bout (times) | 42.88±12.83 | 38.05±9.83 | 33.98±7.05 | 32.02±9.09 | 3.723 (.016) | a>c,d |
| 4-week | Total distance covered (m) | 6080.23±785.59 | 5850.35±850.62 | 5905.04±951.17 | 5535.71±1308.53 | 0.815 (.491) | - |
| | High intensity distance (m) | 973.82±202.89 | 936.58±211.13 | 921.44±232.78 | 790.16±256.47 | 1.870 (.144) | - |
| | Repeated high-intensity effort bout (times) | 54.48±9.60 | 51.33±9.69 | 50.93±11.16 | 44.77±13.53 | 2.051 (.116) | - |
| | Acceleration bout (times) | 17.60±5.43 | 16.34±5.12 | 15.70±5.29 | 13.62±4.03 | 1.649 (.187) | - |
| | Deceleration bout (times) | 36.19±6.71 | 33.76±7.45 | 33.93±7.47 | 31.53±8.61 | 0.982 (.407) | - |

Table 4. The difference of GPS variables between injured and non-injured defenders

| | GPS variables | Injury block ^a | Pre-injury block ^b | Injured average ^c | Non-injured average ^d | F (p) | Post hoc |
|--------|---|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------|----------|
| 1-week | Total distance covered (m) | 6135.43±849.70 | 5833.40±1298.24 | 5926.34±943.36 | 5527.31±514.88 | 0.607 (.615) | - |
| | High intensity distance (m) | 868.47±215.51 | 689.43±283.25 | 705.93±242.58 | 785.23±170.29 | 1.221 (.317) | - |
| | Repeated high-intensity effort bout (times) | 53.30±11.94 | 41.90±15.35 | 42.12±11.99 | 46.58±9.25 | 1.826 (.161) | - |
| | Acceleration bout (times) | 17.30±5.27 | 17.10±14.69 | 14.35±4.34 | 16.48±3.31 | 0.254 (.858) | - |
| | Deceleration bout (times) | 37.20±8.31 | 35.30±23.85 | 31.41±7.50 | 33.94±6.51 | 0.306 (.821) | - |
| 4-week | Total distance covered (m) | 5893.13±854.56 | 5776.14±930.02 | 5964.79±999.41 | 5498.83±571.10 | 0.482 (.697) | - |
| | High intensity distance (m) | 717.54±232.95 | 666.28±242.72 | 721.29±252.04 | 754.45±173.97 | 0.229 (.875) | - |
| | Repeated high-intensity effort bout (times) | 43.72±12.59 | 39.85±12.90 | 43.72±12.59 | 44.61±9.85 | 0.276 (.842) | - |
| | Acceleration bout (times) | 14.97±3.51 | 13.60±4.59 | 14.30±4.49 | 15.58±4.66 | 0.356 (.785) | - |
| | Deceleration bout (times) | 32.42±8.12 | 29.52±8.21 | 31.56±7.81 | 32.48±7.24 | 0.296 (.828) | - |

감속 횟수의 차이를 확인한 결과이다. 1주간과 4주간의 모든 GPS 변인이 부상구역과 부상이전구역, 부상평균 및 부상없는 수비수의 차이가 나타나지 않았다.

4. 논의

본 연구에서는 국가대표 여자월드하키 선수들을 대상으로 훈련 또는 시합 동안 발생하는 GPS 데이터를 1주간과 4주간의 평균으로 정량화하여 비접촉성 하지부상과 관련 있는 변인에 대해 움직임 강도에 따른 부상 발생위험도를 확인하였다. 그 결과, 공격수는 1주간 총 뛸 거리와 높은 속도로 뛸 횟수의 약간 낮은 범위에서 하지부상 발생위험도가 가장 낮게 나타났고, 높은 속도로 뛸 거리에서는 높은 범위의 위험도가 가장 낮았으나, 가속횟수에서는 약간 높은 범위에서 위험도가 가장 높게 확인되었으며, 4주간의 높은 속도로 뛸 거리에서는 움직임 강도가 증가함에 따라 위험도가 감소하였다. 미드필더는 1주간 총 뛸 거리와 높은 속도로 뛸 거리, 높은 속도로 뛸 횟수 및 감속 횟수의 낮은 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났고, 가속횟수에서는 약간 높은 범위에서 위험도가 가장 낮게 확인되었으며, 수비수는 하지부상 유무에 따른 움직임의 차이를 보이지 않았다.

GPS를 통해 움직임을 모니터링함에 있어 일반적으로 총 뛸 거리를 측정하거나, 다양한 속도로 구분하여 각각

의 속도로 뛸 거리 및 그 횟수를 측정한다[13,26]. 특히 높은 강도, 즉 스프린트로 뛰는 것은 경기의 승패에 영향을 미치는 매우 중요한 요소이면서 동시에 비접촉성 하지부상 위험도와 관련 높은 요소이다[2,10]. 한 경기에서 7m/s 이상의 속도로 9m 이상 뛸 럭비선수는 그렇지 않은 선수에 비해 부상의 위험도가 2.7배가량 높고[18], 3주간 높은 강도로 뛸 거리가 1,450m 이상인 선수가 860m이하인 선수에 비해 부상 발생률이 4배가량 높은 것으로 보고되었다[10]. 본 연구에서도 부상이 있는 공격수와 미드필더의 1주간 총 뛸 거리와 높은 강도로 뛸 거리 및 횟수가 부상이 없는 선수보다 높은 것으로 확인되었다. 이렇듯 높은 강도로 뛸 거리와 횟수는 비접촉성 하지부상과 관련이 높은 것으로 생각되므로, 비접촉성 하지부상을 예방하기 위해서는 높은 강도로 뛸 거리와 횟수에 대해 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 생각된다. 그러나 높은 강도의 기준은 종목, 성별, 개인의 기량에 따라 차이가 있을 뿐만 아니라, 1-2초 정도의 매우 짧은 기간에 미리 설정해 놓은 높은 강도의 절대적인 기준에 도달하지 못하는 선수의 자료는 배제될 수 있으므로[30], 높은 강도의 기준이 선수 개인의 능력과 포지션에 따라 상대적으로 설정된다면 하지 부상 예방에 있어 유용한 정보가 될 수 있을 것으로 생각된다.

훈련 및 시합에서 발생하는 움직임의 양은 선수 개인이 받는 신체적 스트레스(physical stress)의 양으로 해석할 수 있는데, 적절한 신체적 스트레스는 적절한 회복

(recovery)과 함께 체력을 단련하고 운동수행능력을 향상하게 한다[31,32]. 많은 선행연구에서는 세부적으로 구분하여 한 선수가 1주 동안 움직임의 양을 신체적 스트레스, 즉 피로(fatigue)로 설명하였고, 3-6주 동안 움직임의 평균을 신체적 적응, 즉 선수의 체력(fitness)으로 설명하였다[20,23,33-35]. 이러한 선행연구의 해석을 활용하면, 1주간 움직임의 양이 많을수록 부상의 위험이 높아지는 반면, 3-6주간 움직임의 양이 많을수록 부상의 위험이 낮아질 것으로 판단할 수 있을 것이다. 본 연구에서도 공격수의 4주간의 높은 속도로 뛴 거리에서 움직임 강도가 증가함에 따라 부상 발생위험도가 감소하는 것을 확인하였으나, 다른 GPS변인에 대해서는 하지부상 유무에 따른 차이를 확인하지 못하였다. 이러한 결과는 스포츠와 관련하여 부상 발생을 예측하는 데에는 일정기간 동안 발생한 움직임의 절대적인 양이 아닌 단위시간에 대한 운동량의 변화율, 즉 상대적인 양이 더 정확한 것으로 보고된 선행연구[23]의 결과와 관련이 있을 것으로 생각되고, GPS 변인과 비접촉성 하지부상 발생의 연관성을 확인하기 위해서는 상대적인 양, 즉 3-6주 동안 발생한 움직임 평균에 대한 1주 동안 발생한 움직임 양의 비율(ratio)을 확인할 필요가 있을 것으로 판단된다.

엘리트 선수들에게는 부상을 최소화하는 것과 동시에 운동수행능력을 극대화할 수 있는 적정 훈련량을 정량적으로 설정하는 것이 매우 중요하다[4]. 따라서, 본 연구에서는 팀 스포츠 현장에서 흔히 사용되는 GPS를 활용하여 하지부상과 관련된 변인을 탐색하여 하지부상 발생위험도가 낮은 움직임 강도의 범위를 제시함으로써 적정 훈련량 설정에 유용한 정보를 제공하고자 하였다. 그러나, 본 연구에서는 부상의 위험도에 매우 유의한 영향을 미치는 손상이력(injury history)을 고려하지 않았고, 선수들의 컨디션이나 심리적인 상태, 그리고 질병 이환 등을 확인하지 못하였으며, 움직임 양에 차이가 있는 훈련과 시합을 구분하지 않았다[4]. 추후에는 훈련과 시합을 구분하여 운동선수 개개인의 상대적인 움직임 양을 정량적으로 측정하여 비접촉성 하지부상과의 연관성을 확인한다면 더 유의미한 결과가 도출될 것으로 생각된다.

5. 결론

본 연구는 국가대표 여자필드하키 선수들을 대상으로 훈련 또는 시합 동안 수집한 GPS 변인에 대해 비접촉성 하지부상 경험에 따른 차이를 확인하고, 움직임의 강도에

따른 하지 부상위험도를 산출하였다. 그 결과, 공격수는 1주간 총 뛴 거리와 높은 속도로 뛴 횟수의 약간 낮은 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났고, 높은 속도로 뛴 거리에서는 높은 범위의 위험도가 가장 낮았으나, 가속횟수에서는 약간 높은 범위에서 위험도가 가장 높게 확인되었으며, 4주간의 높은 속도로 뛴 거리에서는 강도가 증가함에 따라 위험도가 감소하였다. 미드필더는 1주간 총 뛴 거리와 높은 속도로 뛴 거리, 높은 속도로 뛴 횟수 및 감속 횟수의 낮은 범위에서 위험도가 가장 낮게 나타났고, 가속횟수에서는 약간 높은 범위에서 위험도가 가장 낮게 확인되었으며, 수비수는 하지부상 유무에 따른 움직임의 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 여자필드하키 선수들의 적정 훈련량을 설정하는 데에 유용한 정보로 활용될 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] M. Mohr, P. Krstrup & J. Bangsbo. (2005). Fatigue in soccer: a brief review. *J Sports Sci.* 23(6), 593-599.
- [2] M. Spencer, D. Bishop, B. Dawson & C. Goodman. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. *Sports Med.* 35(12), 1025-1044.
- [3] T. M. Theilen, W. Mueller-Eising, P. Wefers Bettink & U. Rolle. (2016). Injury data of major international field hockey tournaments. *Br J Sports Med.* 50(11), 657-660.
- [4] T. J. Gabbett. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *J Strength Cond Res.* 24(5), 1321-1324.
- [5] T. Kim, J. Cha & J. Park. (2016). 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(1), 1069-1078.
- [6] D. Macutkiewicz & C. Sunderland. (2011). The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *J Sports Sci.* 29(9), 967-973.
- [7] A. D. White & N. MacFarlane. (2013). Time-on-pitch or full-game GPS analysis procedures for elite field hockey? *Int J Sports Physiol Perform.* 8(5), 549-555.
- [8] T. J. Gabbett. (2004). Influence of training and match intensity on injuries in rugby league. *J Sports Sci.* 22(5), 409-417.
- [9] T. J. Gabbett & N. Domrow. (2007). Relationships between training load, injury, and fitness in sub-elite collision sport athletes. *J Sports Sci.* 25(13), 1507-1519.

- [10] M. J. Colby, B. Dawson, J. Heasman, B. Rogalski & T. J. Gabbett. (2014). Accelerometer and GPS-derived running loads and injury risk in elite Australian footballers. *J Strength Cond Res.* 28(8), 2244–2252.
- [11] P. B. Gastin, D. Meyer & D. Robinson. (2013). Perceptions of wellness to monitor adaptive responses to training and competition in elite Australian football. *J Strength Cond Res.* 27(9), 2518–2526.
- [12] B. Rogalski, B. Dawson, J. Heasman & T. J. Gabbett. (2013). Training and game loads and injury risk in elite Australian footballers. *J Sci Med Sport.* 16(6), 499–503.
- [13] C. Cummins, R. Orr, H. O'Connor & C. West. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Med.* 43(10), 1025–42.
- [14] M. Waldron, C. Twist, J. Highton, P. Worsfold & M. Daniels. (2011). Movement and physiological match demands of elite rugby league using portable global positioning systems. *J Sports Sci.* 29(11), 1223–1230.
- [15] C. Brewer, B. Dawson, J. Heasman, G. Stewart & S. Cormack. (2010). Movement pattern comparisons in elite (AFL) and sub-elite (WAFL) Australian football games using GPS. *J Sci Med Sport.* 13(6), 618–623.
- [16] L. J. Suárez-Arrones, L. J. Portillo, J. M. González-Ravé, V. E. Muñoz & F. Sanchez. (2012). Match running performance in Spanish elite male rugby union using global positioning system. *Isokinetics and Exercise Science.* 20(2), 77–83.
- [17] B. Cunniffe, W. Proctor, J. S. Baker & B. Davies. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using Global Positioning System tracking software. *J Strength Cond Res.* 23(4), 1195–1203.
- [18] T. J. Gabbett & S. Ullah. (2012). Relationship between running loads and soft-tissue injury in elite team sport athletes. *J Strength Cond Res.* 26(4), 953–960.
- [19] T. J. Gabbett & N. Domrow. (2005). Risk factors for injury in subelite rugby league players. *Am J Sports Med.* 33(3), 428–434.
- [20] M. J. Cross, S. Williams, G. Trewartha, S. P. Kemp & K. A. Stokes. (2016). The influence of in-season training loads on injury risk in professional rugby union. *International journal of sports physiology and performance.* 11(3), 350–355.
- [21] T. J. Gabbett. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med.* 50(5), 273–280.
- [22] B. T. Hulin, T. J. Gabbett, P. Blanch, P. Chapman, D. Bailey & J. W. Orchard. (2014). Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med.* 48(8), 708–712.
- [23] B. T. Hulin, T. J. Gabbett, D. W. Lawson, P. Caputi & J. A. Sampson. (2016). The acute: chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. *Br J Sports Med.* 50(4), 231–236.
- [24] M. K. Drew & C. F. Finch. (2016). The relationship between training load and injury, illness and soreness: a systematic and literature review. *Sports Med.* 46(6), 861–883.
- [25] M. C. Varley & R. J. Aughey. (2013). Acceleration profiles in elite Australian soccer. *Int J Sports Med.* 34(1), 34–39.
- [26] J. Hausler, M. Halaki & R. Orr. (2016). Application of global positioning system and microsensor technology in competitive rugby league match-play: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.* 46(4), 559–588.
- [27] C. D. Economos et al. (2007). A community intervention reduces BMI z-score in children: Shape Up Somerville first year results. *Obesity.* 15(5), 1325–1336.
- [28] J. Ma et al. (2015). The choice of normative pediatric reference database changes spine bone mineral density Z-scores but not the relationship between bone mineral density and prevalent vertebral fractures. *J Clin Endocrinol Metab.* 100(3), 1018–1027.
- [29] R. Bahr & I. Holme. (2003). Risk factors for sports injuries—a methodological approach. *Br J Sports Med.* 37(5), 384–392.
- [30] D. B. Dwyer & T. J. Gabbett. (2012). Global positioning system data analysis: velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *J Strength Cond Res.* 26(3), 818–24.
- [31] T. Soligard et al. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *Br J Sports Med.* 50(17), 1030–1041.
- [32] J. Windt & T. J. Gabbett. (2017). How do training and competition workloads relate to injury? The workload-injury aetiology model. *Br J Sports Med.* 51(5), 428–435.
- [33] E. W. Banister & T. W. Calvert. (1980). Planning for future performance: implications for long term training. *Can J Appl Sport Sci.* 5(3), 170–176.
- [34] E. W. Banister, T. W. Calvert, M. Savage & T. A. Bach. A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med.* 7(3), 57–61.
- [35] F. E. Ehrmann, C. S. Duncan, D. Sindhusake, W. N. Franzsen & D. A. Greene. GPS and Injury Prevention in Professional Soccer. *J Strength Cond Res.* 30(2), 360–367.

최 호 경(Hokyung Choi) [장학원]



- 2005년 2월 : 부산가톨릭대학교 물리치료학과(보건학사)
- 2015년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(체육석사)
- 2018년 8월 : 한국체육대학교 체육학과(이학박사)
- 관심분야 : 스포츠의학

· E-Mail : ghruddl82@daum.net

김 은 국(Eunkuk Kim) [장학원]



- 1996년 2월 : 경희대학교 의과대학(의학학사)
- 2000년 2월 : 경희대학교 의과대학(의학석사)
- 2006년 2월 : 경희대학교 의과대학(의학박사)
- 現, 한국체육대학교 체육학과 교수

· 관심분야 : 재활의학, 스포츠의학

· E-Mail : lking9@gmail.com

박 중 철(Jong-Chul Park) [장학원]



- 2002년 2월 : 상명대학교 체육학과(학사)
- 2004년 8월 : 상명대학교 체육학과(교육학석사)
- 2012년 2월 : 상명대학교 체육학과(체육학박사)
- 現, 한국스포츠정책과학원 선임연구위원

· 관심분야 : 운동역학, 경기분석

· E-Mail : mori@sports.re.kr

김 태 규(Taegy Kim) [장학원]



- 2003년 2월 : 부경대학교 해양스포츠학과(체육학사)
- 2008년 8월 : 한국체육대학교 건강관리학과(체육석사)
- 2012년 2월 : 한국체육대학교 체육학과(이학박사)
- 現, 부경대학교 해양스포츠학과 교수

· 관심분야 : 스포츠의학, 체육측정평가

· E-Mail : ktk7718@gmail.com