

관성센서를 이용한 여자핸드볼 선수들의 포지션별 움직임 분석

박종철¹, 윤경신^{2*}, 김지응³

¹한국스포츠정책과학원 선임연구위원, ²두산핸드볼팀 감독, ³상명대학교 체육학과 박사수료

Movement Analysis of Women's Handball Players by Position using Inertial Measurement Units

Jong-Chul Park¹, Kyung-Shin Yoon^{2*}, Ji-Eung Kim³

¹Senior Researcher, Dept. of Sport Science, Korea Institute of Sport Science

²Head Coach, Doosan Handball Team

³Ph. D. Candidate, Department of Physical Education, Sangmyung University

요 약 본 연구는 여자 핸드볼 국가대표 선수를 대상으로 관성센서(IMU)를 활용하여 5개월 동안 국내 또는 국외 연습경기 총 16경기를 대상으로 움직임을 정량화하고 훈련의 효율성과 포지션별 움직임 차이를 확인하고자 하였다. 골키퍼를 제외한 15명의 필드플레이어를 대상으로 하였으며 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다. 플레이어로드는 Wing > Back > Pivot 순으로 나타났고 국외경기에서 높은 것으로 나타났다. 좌우 방향전환은 Pivot이 저강도에서 가장 많은 것으로 나타났고 중·고강도는 Back에서 가장 많이 나타났다. 국외경기의 저·중강도 방향전환 움직임이 많은 것으로 나타났다. 저강도 가속과 감속은 Pivot이 가장 많은 것으로 나타났고 중·고강도 가속과 감속은 Back이 가장 많은 것으로 나타났다. 국외경기에서 저·중강도 가속과 저·중·고강도 감속이 많은 것으로 나타났다. 점프는 Back이 중강도, Wing이 고강도 점프가 많이 나타났지만 경기 유형간 차이는 나타나지 않았다.

주제어 : 핸드볼, 관성센서, 플레이어로드, 가속 & 감속, 방향전환, 점프

Abstract This study was intended to use the Inertia Sensor Units(IMU) for the national women's handball team to quantify movements for a total of 16 domestic or international practice games over five months and to identify the efficiency of training and differences in movements by position. A total of 15 players were participated excluding goalkeepers. The results are as follows. Player Load came in order of Wing>Back>Pivot and high in international games. Change of Direction(CoD) were found to have the most Pivot at low intensity, while middle and high intensity were the most in the Back. There have been a lot of low and middle intensity CoD in International games. Low-intensity acceleration(ACC) and deceleration(DEC) were found to have the most Pivot, while middle & high intensity ACC and DEC had the most Back. There have been many low and middle intensity ACC and low, middle and high intensity DEC in international games. There were many middle and high intensity jumps in Back and Wing, but there were no differences in the types of games.

Key Words : Handball, Inertia Sensor Units, Player Load, Change of Dirction & Acceleration, Deceleration, Jump

*This study was based on Jong-chul Park's research by the Korea Institute of Sport Science in 2019.

*Corresponding Author : Kyung-Shin Yoon(yoon7377@hanmail.net)

Received March 4, 2020

Revised April 6, 2020

Accepted April 20, 2020

Published April 28, 2020

1. 서론

팀 스포츠에서 훈련과 경기현장에서의 선수 움직임에 대한 분석은 1970년대 이후 많은 스포츠과학자들이 관심을 갖고 연구가 진행되고 있다[1, 2]. 일반적으로 스포츠 경기력은 시간경과에 따라 선수나 팀의 행동을 기록하는 방법을 시작되었지만, 근래에는 개인이나 팀의 경기력은 첨단기술의 발전과 함께 과학적이고 객관적으로 경기력을 분석 할 수 있게 되었다[3].

경기 중 공격과 수비의 빠른 전환이 빈번히 나타나기 때문에 모든 선수들이 민첩한 움직임과 다양한 움직임이 요구되며, 위치선점을 위하여 신체접촉이 빈번히 일어나는 팀 스포츠로 체력, 심리적인 요인뿐만 아니라 좁은 공간에서 달리기, 사이드 컷, 점프, 방향전환 등의 고강도 움직임과 다양한 기술적인 능력이 필요하기 때문에 높은 수준의 신체적인 능력은 필수적이다[4, 5]. 또한 유무산소의 능력을 잘 발달시켜야 하는 복합적인 스포츠로 스프린트, 점프, 유연성, 던지는 속도 등이 경기에서 중요하고 속도와 힘의 조화가 필요하고 폭발적인 움직임이 많은 스포츠이기 때문에 선수들의 운동패턴과 능력에 대한 연구는 지속되고 있다[6, 7].

최근 IT 융복합 기술 발전으로 웨어러블(Wearable) 기기를 활용해 특정한 공간에서의 신체적 움직임에 대한 설명과 이해가 가능하게 되었다[8]. 특히 위성항법장치(Global Positioning System: GPS)는 선수의 지리적 위치를 계산하는 방법으로 실시간으로 움직임과 속도, 거리 등이 분석 가능하고 가속도 센서가 내장된 관성센서(IMU)를 활용해 경기 중 발생하는 물리적인 접촉(Contact) 및 충돌(Collision)의 정보까지 측정하여 보다 다양한 데이터를 경기력향상을 위하여 활용되고 있다[2, 9]. 현재 축구, 필드하키, 럭비와 같은 실외스포츠와 농구, 배구와 같은 실내스포츠에서 실시간으로 GPS, 인터넷, 휴대용 전자기기 등 다양한 IT장비를 활용하여 훈련 및 경기상황에서 선수들의 이동거리, 속력, 심박수, 운동량 등의 움직임을 모니터링하며 선수교체, 전술변화의 타이밍을 조절하는데 지도자들이 활용하고 있으며[10], 경기가 끝난 이후에는 코치, 트레이너, 팀닥터 등 다양한 스태프들이 움직임 정보들을 바탕으로 선수들의 컨디션, 운동부하, 부상까지 예측하는데 기초자료로 활용하고 있다[11].

핸드볼은 다른 팀 스포츠 종목과는 달리 GPS 활용에 제약이 있는 실내스포츠이며, 시합상황에서 선수들은 전자장비 착용이 불가능하다. 하지만 선행연구에서 훈련 및

연습경기에서 IMU센서가 탑재된 소형기기를 착용하여 선수들의 움직임을 정량화하는 연구들이 보고되고 있다[4, 12-15]. 여자핸드볼 선수들은 경기 중 1분당 평균 가속횟수는 0.7 ± 0.4 회, 감속은 2.3 ± 0.9 회, 방향전환은 1.0 ± 0.4 회로 보고되고 있으며[12], 평균 주행 거리는 53 ± 7 m/min ~ 96 ± 8 m/min 사이로 이는 농구(115 ± 9 m/min), 축구($123 \sim 135$ m/min)와 같은 팀 스포츠에 비해 낮게 나타났지만[12,16,17], 최근 경기 규칙 변화에 따라 경기흐름이 매우 빨라지고 있으며 몸싸움이 허용되는 경기 특성으로 선수들의 운동량은 구기 종목 중 최고수준이라 할 수 있다.

국제대회를 준비하는 동안 경기력 향상을 위해 핸드볼 포지션별 특화된 고강도 움직임 기준에 대한 설정과 훈련의 효율성 평가는 매우 중요하다. 국가대표 여자팀은 주로 남자 중·고등학교 선수들 혹은 자체 연습경기를 실시하고 있지만 타 종목에서 남자 선수들과의 훈련은 실제 연습경기과 차이를 나타낸다고 보고되고 있어[18]정량적인 데이터를 기준으로 훈련효과를 검증해 보고 훈련 방향을 설정하는 것은 중요하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 우리나라 여자 핸드볼 국가대표팀의 연습경기 중 경쟁 상대에 따른 포지션별 움직임 분석을 통해 개인별 기준을 설정하고 훈련의 효율성 평가 및 훈련방안 설정 등 경기력 향상을 위한 기초자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 2019년 여자핸드볼 국가대표 선수 중 연구 목적과 실험 절차 등에 대한 설명을 듣고 자발적인 참여에 동의한 15명(Back 7명, Wing 5명, Pivot 3명)의 선수를 대상으로 하였으며 골키퍼 포지션 선수 2명은 분석에서 제외하였다. 이들의 인구통계학적인 특성은 신장 172.5 ± 7.3 cm, 체중 69.9 ± 13.4 kg, 연령 25.2 ± 2.9 yrs, 경력 14.9 ± 3.0 yrs였다.

2.2 자료수집 및 분석

본 연구는 2019년 4월부터 8월까지 실시된 훈련 중 시합을 기반으로 한 경기만을 대상으로 하였으며 국내 9경기(자체 & 남자 중·고등학교 대상)와 국외 전지훈련 중 헝가리 1부리그 클럽팀 대상 7경기 총 16경기를 대상으로 하였으며, 데이터 수집은 실내 GPS 관성센서(IMU)

OptimEye-S5 (Catapult, Australia)를 이용해 100Hz로 수집하였다. 모든 선수는 경기시작 30분 전 2-6번 휴추 사이 위치 주머니가 있는 조끼에 센서를 넣어 고정하였다(Fig. 1 참고). 선수들의 객관적인 비교를 위해 경기의 시작과 종료 시간을 기록하고 선수교체를 기록해 휴식시간에 대한 데이터는 제외하고 출전시간에 따른 1분당 자료로 표준화(Normalization)하여 분석에 활용하였다. 수집한 자료는 분당 Player Load(PL/min), 가속(Acceleration), 감속(Deceleration), 좌·우 방향전환(Change of Direction), 점프(Jump) 변인을 대상으로 하였다.

Player Load는 호주 스포츠과학연구원 Australian Institute of Sport (AIS)에서 럭비 선수들의 힘을 측정하기 위한 지표로 개발되었으며 팀 스포츠 선수들의 외부 물리적 로딩에 대한 가속도계 기반 측정이다. 순간 가속 변화율을 스케일링 계수로 나눈 값이며, 3개의 벡터(X, Y, Z 축)에서 순간 가속 변화율의 제곱근으로 표현되며 100으로 나눈 값이다(Fig. 2 참고). Player Load를 제외한 모든 변인은 강도에 따라 3단계로 구분하였으며 가속, 감속, 방향전환은 가속도를 기준으로 Low(1.5~2.5%), Mid(2.5~3.5%) High(3.5%~), 점프는 높이를 기준으로 Low(0~20cm), Mid(20~40cm) High(40cm~)를 기준으로 설정하였다.



Fig. 1. IMU Sensor Setting

$$PlayerLoad^{TM} = \sqrt{\frac{(a_{y1} - a_{y-1})^2 + (a_{x1} - a_{x-1})^2 + (a_{z1} - a_{z-1})^2}{100}}$$

a_y = forward acceleration
 a_x = sideways acceleration
 a_z = vertical acceleration

Fig. 2. Mathematical formula of Player Load

2.3 통계분석

국내 연습경기와 국외 전지훈련 중 연습경기의 차이를

분석하기 위하여 SPSS 21.0(IBM Corp., Armonk, NY) 프로그램과 Microsoft Excel 2016(Microsoft Corp., Redmond, WA)을 사용하여 분석하였으며 국내외 경기와 포지션별 움직임 차이를 분석하기 모든 자료의 평균과 표준편차를 산출해 기술통계를 실시하였으며 이원분산분석(Two-Way Anova)을 실시하였다. 모든 분석에서의 통계적 유의수준은 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

3. 연구결과

3.1 플레이어로드(Player Load)

Player Load의 크기는 선수들의 움직임 거리와 높은 상관관계를 나타내고 있으며 충격, 순간 가속과 감속 등을 포함하기 때문에 더욱 유용하게 활용할 수 있다. Table 1은 핸드볼 경기 중 나타난 Player Load를 분석한 결과로 Back은 국외 9.46 ± 1.13 PL/min, 국내 8.65 ± 1.41 PL/min로 나타났고 Wing은 국외 9.56 ± 1.81 PL/min, 국내 8.83 ± 1.92 PL/min로 나타났다. PV는 국외 8.84 ± 1.72 PL/min, 국내 7.49 ± 1.5 PL/min로 나타났으며 Wing > Back > Pivot 순으로 움직임이 많은 것으로 나타났다.

포지션 간 차이에서 $F = 6.457$ ($p = .002^{**}$)로 통계적으로 유의한 차이가 나타났으며, 경기 유형간 차이에서 또한 $F = 17.374$ ($p = .000^{***}$)로 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

3.2 방향전환(Change of Direction)

좌우 방향전환(Change of Direction)은 핸드볼 경기 특성 상 선수들에게 가장 많이 나타나는 움직임으로 포지션별로 강도별 방향전환의 빈도가 다르게 나타난다.

Table 1. Player Load Result of Descriptive Statistics & Two-Way Anova(units : PL/min)

| Categories | Backs | Wings | Pivots |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| International | 9.46±1.13 | 9.56±1.81 | 8.84±1.72 |
| Domestic | 8.65±1.41 | 8.83±1.92 | 7.49±1.50 |
| Total | 9.01±1.34 | 9.17±1.89 | 8.12±1.73 |
| Variance | | <i>F</i> | <i>p</i> |
| Position(P) | | 6.457 | .002** |
| Type of Competition(ToC) | | 17.374 | .000*** |
| P×ToC | | .584 | .559 |

Table 2. CoD Result of Descriptive Statistics & Two-Way Anova(units : number of times/min)

| Categories | | Backs | Wings | Pivots |
|---------------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| International | Low | 5.99±1.10 | 4.46±1.21 | 7.18±2.77 |
| | Mid | 1.22±0.39 | 0.72±0.31 | 1.23±0.29 |
| | High | 0.49±0.21 | 0.25±0.14 | 0.34±0.2 |
| Domestic | Low | 5.02±1.10 | 3.70±1.66 | 5.81±2.52 |
| | Mid | 0.99±0.28 | 0.36±0.43 | 0.94±0.32 |
| | High | 0.38±0.2 | 0.26±0.28 | 0.26±0.11 |
| Total | Low | 5.45±1.20 | 4.28±1.49 | 6.45±2.70 |
| | Mid | 1.10±0.35 | 0.70±0.38 | 1.07±0.34 |
| | High | 0.43±0.21 | 0.25±0.23 | 0.30±0.12 |
| Variance | | | <i>F</i> | <i>p</i> |
| Position(Po) | Low | | 24.439 | .000*** |
| | Mid | | 29.949 | .000*** |
| | High | | 17.820 | .000*** |
| Type of Competition (ToC) | Low | | 16.890 | .000*** |
| | Mid | | 13.287 | .000*** |
| | High | | 3.822 | .052 |
| Po×ToC | Low | | .618 | .540 |
| | Mid | | 2.367 | .096 |
| | High | | 1.650 | .195 |

Table 2는 방향전환 분석결과로 국외경기에서 Back은 Low 5.99±1.10회/분, Mid 1.22±0.39회/분, High 0.49±0.21회/분의 방향전환이 나타났으며 Wing은 Low 4.46±1.21회/분, Mid 0.72±0.31회/분, High 0.25±0.14회/분의 방향전환이 나타났다. PV는 Low 7.18±2.77회/분, Mid 1.23±0.29회/분, High 0.34±0.2회/분으로 나타났다. 국내경기에서 Back은 Low 5.02±1.10회/분, Mid 0.99±0.28회/분, High 0.38±0.2회/분의 방향전환이 나타났으며, Wing은 Low 3.70±1.66회/분, Mid 0.36±0.43회/분, High 0.26±0.28회/분의 방향전환이 나타났다. PV는 Low 5.81±2.52회/분, Mid 0.94±0.32회/분, High 0.26±0.11회/분으로 나타나 국내외 모두 저강도 좌우 방향전환이 가장 많은 것으로 나타났다. 중강도 이상의 좌우 방향전환은 Back 포지션에서 가장 많은 것으로 나타났다.

포지션 간 차이에서 저강도는 $F= 24.439$ ($p= .000***$), 중강도는 $F= 29.949$ ($p= .000***$), 고강도는 $F= 17.820$ ($p= .000***$)로 나타나 모두 통계적으로 유의한차이가 나타났고 경기 유형간 차이는 저강도 $F= 16.890$ ($p= .000***$), 중강도 $F= 13.287$ ($p= .000***$), 고강도 $F= 3.822$ ($p= .052$)로 저강도와 중강도 방향전환에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

Table 3. Acceleration Result of Descriptive Statistics & Two-Way Anova(units : number of times/min)

| Categories | | Backs | Wings | Pivots |
|---------------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| International | Low | 0.99±0.30 | 0.55±0.19 | 0.90±0.27 |
| | Mid | 0.42±0.17 | 0.16±0.12 | 0.36±0.17 |
| | High | 0.38±0.24 | 0.12±0.11 | 0.20±0.08 |
| Domestic | Low | 0.82±0.31 | 0.52±0.24 | 0.69±0.19 |
| | Mid | 0.33±0.12 | 0.15±0.12 | 0.22±0.11 |
| | High | 0.28±0.17 | 0.14±0.12 | 0.16±0.08 |
| Total | Low | 0.89±0.32 | 0.53±0.22 | 0.79±0.25 |
| | Mid | 0.37±0.15 | 0.16±0.12 | 0.29±0.15 |
| | High | 0.32±0.21 | 0.13±0.11 | 0.18±0.08 |
| Variance | | | <i>F</i> | <i>p</i> |
| Position(Po) | Low | | 38.526 | .000*** |
| | Mid | | 49.704 | .000*** |
| | High | | 34.857 | .000*** |
| Type of Competition (ToC) | Low | | 12.591 | .000*** |
| | Mid | | 15.270 | .000*** |
| | High | | 2.829 | .094 |
| Po×ToC | Low | | 1.926 | .148 |
| | Mid | | 3.296 | .039 |
| | High | | 3.226 | .042 |

3.3 가속 & 감속(Acceleration & Deceleration)

가속(Acceleration)은 공격과 수비상황에서 많이 나타나는 움직임으로 포지션과 강도에 따른 가속의 빈도가 다르게 나타난다. Table 3은 경기 중 가속을 분석한 결과로 국외경기에서 Back은 Low 0.99±0.3회/분, Mid 0.42±0.17회/분, High 0.38±0.24회/분의 가속이 나타났고, Wing은 Low 0.55±0.19회/분, Mid 0.16±0.12회/분, High 0.12±0.11회/분의 가속이 나타났다. PV는 Low 0.90±0.27회/분, Mid 0.36±0.17회/분, High 0.20±0.08회/분의 가속이 나타났다. 국내경기에서 Back은 Low 0.82±0.31회/분, Mid 0.33±0.12회/분, High 0.28±0.17회/분의 가속이 나타났고, Wing은 Low 0.52±0.24회/분, Mid 0.15±0.12회/분, High 0.14±0.12회/분의 가속이 나타났다. PV는 Low 0.69±0.19회/분, Mid 0.22±0.11회/분, High 0.16±0.08회/분으로 저강도 가속이 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다. 중강도와 고강도 가속은 Back 포지션에서 가장 많은 것으로 나타났다.

포지션 간 차이에서 저강도 $F= 38.526$ ($p= .000***$), 중강도 $F= 49.704$ ($p= .000***$), 고강도 $F= 34.857$ ($p= .000***$)로 나타나 모두 통계적으로 유의한차이가 나타났고 경기 유형간 차이는 저강도($F= 12.591$, $p= .000***$)와 중강도($F= 15.270$, $p= .000***$)에서 유의한 차이가 나타났다.

Table 4. Deceleration Result of Descriptive Statistics & Two-Way Anova(units : number of times/min)

| Categories | | Backs | Wings | Pivots |
|---------------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| International | Low | 0.85±0.23 | 0.65±0.23 | 0.95±0.28 |
| | Mid | 0.35±0.18 | 0.23±0.17 | 0.30±0.12 |
| | High | 0.19±0.11 | 0.09±0.07 | 0.17±0.11 |
| Domestic | Low | 0.79±0.24 | 0.58±0.22 | 0.82±0.15 |
| | Mid | 0.29±0.12 | 0.18±0.12 | 0.29±0.08 |
| | High | 0.14±0.07 | 0.08±0.08 | 0.12±0.06 |
| Total | Low | 0.82±0.24 | 0.62±0.22 | 0.88±0.23 |
| | Mid | 0.32±0.15 | 0.21±0.15 | 0.31±0.10 |
| | High | 0.16±0.09 | 0.09±0.07 | 0.14±0.09 |
| Variance | | | <i>F</i> | <i>p</i> |
| Position(Po) | Low | | 22.769 | .000*** |
| | Mid | | 13.861 | .000*** |
| | High | | 18.046 | .000*** |
| Type of Competition (ToC) | Low | | 6.561 | .011* |
| | Mid | | 6.875 | .009** |
| | High | | 9.690 | .002** |
| Po×ToC | Low | | .371 | .691 |
| | Mid | | .039 | .962 |
| | High | | 2.155 | .119 |

감속(Deceleration)은 구기종목 선수들의 순간적인 속도변화 상황에서 가속과 함께 많이 나타나는 움직임이다. Table 4는 경기 중 감속을 분석한 결과로 국제경기에서 Back은 Low 0.85±0.23회/분, Mid 0.35±0.18회/분, High 0.19±0.11회/분의 감속이 나타났고, Wing은 Low 0.65±0.23회/분, Mid 0.23±0.17회/분, High 0.09±0.07회/분의 감속이 나타났다. PV는 Low 0.95±0.28회/분, Mid 0.3±0.12회/분, High 0.17±0.11회/분의 감속이 나타났다. 국내경기에서 Back은 Low 0.79±0.24회/분, Mid 0.29±0.12회/분, High 0.14±0.07회/분의 감속이 나타났고, Wing은 Low 0.58±0.22회/분, Mid 0.18±0.12회/분, High 0.08±0.08회/분의 감속이 나타났다. PV는 Low 0.82±0.15회/분, Mid 0.29±0.08회/분, High 0.12±0.06회/분으로 가속과 마찬가지로 저장도 감속이 가장 많이 발생하는 것으로 나타났다. 중강도와 고강도 감속 또한 Back 포지션에서 가장 많은 것으로 나타났다.

포지션 간 차이에서 저장도 $F=22.769(p=.000***)$, 중강도 $F=13.861(p=.000***)$, 고강도 $F=18.046(p=.000***)$ 로 나타나 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났고 경기 유형간 차이에서 또한 저장도 $F=6.561(p=.011*)$, 중강도 $F=6.875(p=.009**)$, 고강도 $F=9.690(p=.002**)$ 로 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

Table 5. Jump Result of Descriptive Statistics & Two-Way Anova(units : number of times/min)

| Categories | | Backs | Wings | Pivots |
|---------------------------|------|-----------|-----------|-----------|
| International | Low | 0.09±0.07 | 0.13±0.08 | 0.08±0.09 |
| | Mid | 0.14±0.09 | 0.06±0.05 | 0.14±0.08 |
| | High | 0.04±0.05 | 0.03±0.04 | 0.00±0.00 |
| Domestic | Low | 0.10±0.09 | 0.09±0.08 | 0.09±0.07 |
| | Mid | 0.16±0.07 | 0.09±0.06 | 0.14±0.07 |
| | High | 0.02±0.03 | 0.04±0.08 | 0.00±0.01 |
| Total | Low | 0.10±0.08 | 0.11±0.08 | 0.09±0.08 |
| | Mid | 0.15±0.08 | 0.08±0.06 | 0.14±0.08 |
| | High | 0.03±0.04 | 0.03±0.06 | 0.00±0.01 |
| Variance | | | <i>F</i> | <i>p</i> |
| Position(Po) | Low | | 1.605 | .204 |
| | Mid | | 20.578 | .000*** |
| | High | | 8.525 | .000*** |
| Type of Competition (ToC) | Low | | .527 | .469 |
| | Mid | | 2.901 | .090 |
| | High | | .759 | .385 |
| Po×ToC | Low | | 1.394 | .250 |
| | Mid | | .681 | .507 |
| | High | | 1.481 | .230 |

3.4 점프(Jump)

점프(Jump)는 슈팅 및 블로킹 상황 등에서 주로 발생하는 동작으로 공격과 수비에서 중요한 움직임이다. Table 5는 경기 중 점프를 분석한 결과로 국제경기에서 Back은 Low 0.09±0.07회/분, Mid 0.14±0.09회/분, High 0.04±0.05회/분의 점프가 나타났고 Wing은 Low 0.13±0.08회/분, Mid 0.06±0.05회/분, High 0.03±0.04회/분의 점프가 발생한 것으로 나타났다. PV는 Low 0.08±0.09회/분, Mid 0.14±0.08회/분, High 0.00±0.00회/분으로 나타났다. 국내경기에서 Back은 Low 0.10±0.09회/분, Mid 0.16±0.07회/분, High 0.02±0.03회/분의 점프가 발생하였으며, Wing은 Low 0.09±0.08회/분, Mid 0.09±0.06회/분, High 0.04±0.08회/분으로 나타났다. PV는 Low 0.09±0.07회/분, Mid 0.14±0.07회/분, High 0.00±0.01회/분의 점프결과를 나타냈다. 점프의 경우 Wing 포지션에서 저장도와 고강도 점프가 가장 많이 발생한 것으로 나타났으며 중강도의 경우 Back 포지션에서 가장 많은 것으로 나타났다. PV의 경우 고강도 점프가 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다.

포지션 간 차이에서는 중강도($F=20.578, p=.000***$)와 고강도($F=8.525, p=.000***$) 점프에서 통계적으로 유

의한 차이가 나타났고 경기 유형간 차이에서는 모두 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

4. 논의

본 연구에서는 국가대표 여자 핸드볼 선수들을 대상으로 관성센서를 활용해 포지션별 국내와 국외 경기에서의 움직임 차이를 확인하기 위해 정량화하여 분석하였다.

핸드볼은 특히 경기 내내 반복되는 고강도 동작인 점프, 스프린트, 방향전환, 몸싸움 등이 많기 때문에 모든 선수에게 요구되는 신체적 능력이 매우 높다고 할 수 있다[18]. Player Load는 경기 중 뛸 거리와 상관관계가 매우 높아 실내종목 선수들의 움직임 평가에 유용하게 활용될 수 있다[19]. 노르웨이 여자 국가대표와 체코 U19 여자 엘리트선수를 대상으로 한 선행연구에서는 Back 포지션이 경기 당 약 7.2 km의 거리를 뛰고 고강도로 2.7 km 이상 뛰면서 가장 높은 PL/min이 나타나고 Back>Pivot>Wing의 패턴을 보이고 있어 본 연구의 결과와 차이를 나타냈다[12, 20]. 특히, 선행연구에서 가장 낮은 Wing의 PL/min의 경우 9.18 ± 0.6 PL/min으로 국외경기 시 Pivot과 국내경기 시 모든 포지션에서 8 점대의 수치를 나타낸 것과 국내경기에서 국외경기 보다 크게 낮게 나타난 수치는 Pivot 포지션의 활용과 훈련의 효율성 측면에 문제가 있었던 것으로 판단된다.

구기종목 선수들에게 좌·우 방향전환은 매우 빈번하게 발생되며 좌·우로 볼의 이동이 빈번하게 발생하기 때문에 Back 포지션의 경우 1분 동안 약 3회 정도의 방향전환이 발생하게 된다[12]. 우리나라 여자핸드볼 국가대표 선수들의 경우 저강도의 좌·우 방향전환은 Pivot>Back>Wing의 순서로 나타났지만 중강도와 고강도의 좌·우 방향전환은 Back>Pivot>Wing의 순서로 나타났다. 선행연구에서 2.5% 이상의 고강도 방향전환 움직임의 경우 Back 2.90 ± 0.65 회/분, Wing 1.97 ± 0.73 회/분, Pivot 2.22 ± 0.45 회/분의 결과와 비교하면 고강도 방향전환의 포지션별 나타난 패턴은 같은 순서로 나타났지만 발생빈도 측면에서 Back(0.90 ± 0.35 회/분), Pivot(0.68 ± 0.16 회/분), Wing(0.51 ± 0.28 회/분)으로 나타나 큰 차이를 보였다[12]. 특히, 저강도와 중강도 좌·우 방향전환이 국내, 국외 경기 시 차이를 나타내고 있다.

순간적인 가속과 감속의 발생은 선수들의 부상에 직접적인 영향을 미치고 있지만 최근 핸드볼 경기의 트렌드인 빠른 경기운영을 위해서는 필수적인 요소라 할 수 있

다. 1분 동안 발생하는 가속과 감속 중 고강도 감속이 가속에 비해 약 0.3회/분 많이 발생한다고 보고되고 있으며 2.5% 이상의 고강도 가속은 Back(0.90 ± 0.35 회/분) > Pivot(0.68 ± 0.16 회/분) > Wing(0.51 ± 0.28 회/분), 감속은 Pivot(1.24 ± 0.41 회/분) > Back(1.22 ± 0.34 회/분) > Wing(0.76 ± 0.20 회/분)의 순서로 발생한다고 보고되었다[12]. 우리나라 선수들의 경우도 가속의 경우 모든 강도에서 동일한 발생 패턴을 나타냈지만 감속의 경우 저강도를 제외한 중·고강도의 감속은 Back>Pivot>Wing의 순서로 나타났다. 발생빈도 또한 큰 차이를 나타냈으며, 국외경기 시 국내경기에 비해 많은 1분당 발생빈도를 나타냈다. Player Load를 제외한 좌·우 방향전환과 가속과 감속 변인에서 Wing이 가장 낮은 수치를 나타낸 것은 상대적으로 체중이 적게 나가는 특징의 포지션으로 20*40 m의 경기장에서 가장 많은 거리를 이동하고 속공을 하는데 가장 중요한 역할을 수행하고 있기 때문에 거리와 상관성이 높은 Player Load는 높게 나타났지만 상대적으로 폭발적인 움직임은 나타나지 않는 특징을 보였다.

점프는 슈팅, 블로킹 시 빈번하게 발생하는 동작으로 Back>Pivot>Wing의 순서로 발생된다고 보고되고 있지만[18], 우리나라의 경우 저강도 점프는 모든 포지션에서 유사한 것으로 나타났지만 Wing>Back>Pivot의 순서로 나타났고 중강도 점프는 Back>Pivot>Wing, 고강도 점프는 Wing=Back>Pivot의 순서로 나타났다. 특히 고강도 점프의 경우 Pivot은 0회로 나타났다. 본 연구의 결과는 공격과 수비 상황을 종합해 분석한 결과로 상황에 따른 분석이 이루어진다면 활용 가능성을 조금 더 높을 수 있을 것으로 판단된다. 점프에 대한 국내의 국외 경기 간 차이는 나타나지 않았다.

우리나라 여자핸드볼 국가대표팀의 특징을 종합해 보면 Pivot과 Wing의 활용도가 떨어지고 Back 포지션에 대한 상대적 의존도가 매우 높은 것으로 나타났다. 또한, 선행연구결과와 비교해 볼 때 전체적으로 경기 중 다이내믹 한 움직임이 적어 소극적인 경기 운영이 이루어지는 것이 문제점으로 나타났다. 국내에서 이루어지는 연습경기 특성 상 성별, 연령이 다른 남자 선수들과의 연습경기나 자체 연습경기의 효율성이 매우 떨어지고 있는데 이러한 결과는 동기부여 측면과 성별·연령 차이에 따른 전술, 전략 등 경기스타일이 다르기 때문으로 보고되고 있으며[21], 남자 중·고등학교의 경우 1~2명에게 집중되는 경기를 주로 하기 때문에 국가대표팀 수준의 선수들이 준비한 공격 및 수비 전술을 시험하는데 적절하지 않다고 볼 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 국가대표 여자 핸드볼 선수들을 대상으로 관성센서를 활용해 포지션별 국내와 국외 경기에서의 움직임 차이를 확인하기 위해 정량화하여 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다. 첫째, Player Load는 Wing > Back > Pivot 포지션 순으로 나타났고 국외경기에서 운동량이 높은 것으로 나타났다. 둘째, 좌우 방향전환은 Pivot 포지션이 저강도에서 가장 많은 것으로 나타났고 중·고강도는 Back 포지션에서 가장 많이 나타났다. 국외 경기의 저·중강도 방향전환 움직임이 많은 것으로 나타났다. 셋째, 저강도 가속과 감속은 Pivot이 가장 많은 것으로 나타났고 중·고강도 가속과 감속은 Back이 가장 많은 것으로 나타났다. 국외경기에서 저·중강도 가속과 저·중·고강도 감속이 많은 것으로 나타났다. 넷째 점프는 Back이 중강도, Wing이 고강도 점프가 많이 나타났지만 국내·외 경기 유형에서 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 여자 핸드볼 선수들의 포지션별 훈련 프로그램 설정 및 계획 수립에 유용한 정보로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

REFERENCES

- [1] R. J. Aughey. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International journal of sports physiology and performance*, 6(3), 295–310.
- [2] C. L. Dellaserra, Y. Gao & L. Ransdell. (2014). Use of integrated technology in team sports: a review of opportunities, challenges, and future directions for athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 556–573.
- [3] B. Travassos, K. Davids, D. Araújo & T. P. Esteves. (2013). Performance analysis in team sports: Advances from an Ecological Dynamics approach. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(1), 83–95.
- [4] L. Luteberget. (2018). Physical demands in elite female team handball: Analyses of high intensity events in match and training data via inertial measurement units.
- [5] J. H. Hong. (2018). Analysis of Applicability of Handball Player's Positioning Performance Assessment Instrument. *The Korean Journal of Physical Education*, 57(1), 511–521.
- [6] I. Zapartidis, T. Toganidis, I. Varelziz, T. Christodoulidis, P. Kororos & D. Skoufas. (2009). Profile of young female handball players by playing position. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 3(2), 53–60.
- [7] G. Sporiš, D. Vuleta, D. Vuleta Jr & D. Milanović. (2010). Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players. *Collegium antropologicum*, 34(3), 1009–1014.
- [8] C. Cummins, R. Orr, H. O'Connor & C. West. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports medicine*, 43(10), 1025–1042.
- [9] R. Chambers, T. J. Gabbett, M. H. Cole & A. Beard. (2015). The use of wearable microsensors to quantify sport-specific movements. *Sports medicine*, 45(7), 1065–1081.
- [10] J. E. Kim, J. H. Song, J. C. Park & E. Y. Choi. (2019). Performance Analysis of Women's Field Hockey Using GPS. *Journal of Digital Convergence*, 17(10), 461–468.
- [11] H. K. Choi, E. K. Kim, J. C. Park & T. K. Kim. (2019). Non-Contact Injury Risk in Lower Extremity depending on Global Positioning System Variables among Female Field Hockey Players. *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(9), 273–281.
- [12] L. S. Luteberget & Spencer, M. (2017). High-intensity events in international women's team handball matches. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 56–61.
- [13] E. H. Wik, L. S. Luteberget & M. Spencer. (2016). Activity profiles in international women's team handball using Player Load. *International journal of sports physiology and performance*, 12(7), 934–942.
- [14] L. S. Luteberget, B. R. Holme & M. Spencer. (2017). Reliability of wearable inertial measurement units to measure physical activity in team handball. *International journal of sports physiology and performance*, 13(4), 467–473.
- [15] B. R. Holme. (2015). *Wearable microsensor technology to measure physical activity demands in handball: a reliability study of inertial movement analysis and player load* (Master's thesis).
- [16] N. B. Abdelkrim, A. Chaouachi, K. Chamari, K. M. Chtara & C. Castagna. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1346–1355.
- [17] L. S. Arrones, N. Torreno, B. Requena, E. S. De Villarreal, D. Casamichana, J. Carlos & D. M. I. BARBERO-ALVAREZ. (2014). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 55, 1417–1422.
- [18] Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports medicine*, 44(6), 797–814.
- [19] Sports Science Americas. (2020). *Player Load*. Catapult.

<https://support.catapultsports.com/hc/en-us/articles/360000574716-PlayerLoad>

- [20] J. Bělka, K. Hůlka, M. Šafář & R. Weisser. (2016). External and internal load of playing positions of elite female handball players (U19) during competitive matches. *Acta Gymnica*, 46(1), 12-20.
- [21] J. C. Park, J. H. Moon & K. W. Kang. (2018). Assessment of the effectiveness of practice games between the Korean women's national hockey team and men's junior hockey team using movement pattern analysis. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 118(24), Special Issue.

박 중 철(Jong-Chul Park)

[정회원]



- 2002년 2월 : 상명대학교 체육학과 (체육학사)
- 2004년 8월 : 상명대학교 체육학과 (교육학석사)
- 2012년 2월 : 상명대학교 체육학과 (체육학박사)
- 현재 : 한국스포츠정책과학원 선임연구위원

- 관심분야 : 운동역학, 경기분석
- E-Mail : mori@sports.re.kr

윤 경 신(Kyung-Shin Yoon)

[정회원]



- 1996년 2월 : 경희대학교 체육학과 (체육학사)
- 2011년 2월 : 경희대학교 스포츠태권도학과 (체육학석사)
- 2013년 2월 : 경희대학교 스포츠태권도학과 (체육학박사)
- 현재 : 두산핸드볼팀 감독

- 관심분야 : 경기분석, 스포츠사회학
- E-Mail : yoon7377@hanmail.net

김 지 응(Ji-Eung Kim)

[정회원]



- 2014년 8월 : 상명대학교 스포츠산업학과(학사)
- 2017년 8월 : 상명대학교 스포츠정보기술융합학과 (체육학석사)
- 현재 : 상명대학교 체육학과(박사수료)
- 관심분야 : 경기분석
- E-Mail : amdykje@naver.com