

## 국가대표 수구선수들의 스포츠 손상과 신체 조성 및 골밀도의 상관관계 분석

김현철 · 박기준<sup>†</sup>  
대한체육회 의과학부

### Correlation Analysis of Sports injuries and Body Composition and Bone Density in National Water Pool Players

Hyun-Chul Kim, Ph.D · Ki-Jun Park, Ph.D<sup>†</sup>

Department of Medicine and Science, Korean Sports & Olympic Committee

Received: July 7, 2019 / Revised: July 20, 2019 / Accepted: August 12, 2019

© 2019 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study conducted a forward-looking study of elite water polo athletes, who trained at National Training Center, was conducted to determine the correlation between the incidence of sports injuries and the bone density among national water polo players.

**METHODS:** Data on the general characteristics of all study subjects were analyzed using descriptive statistics. The incidence of sports injuries was calculated from the incidence of sports injuries per 1,000 hours and the incidence of sports injuries resulting from exposure to 1,000 training sessions. The incidence of all sports injuries was calculated with a 95% confidence interval. Furthermore, Pearson's correlation was calculated to determine the correlation between sports injuries and bone density, bone mass and body

composition.

**RESULTS:** Water polo athletes suffered a total of 127 sports injuries in the three-year period, while the athletes suffered 3.5 sports injuries each year. The overall injury rate of 3.2(95% CI 2.68-3.81) per 1,000h, 18.0(15% CI 14.89-21.16) of sports injuries per 1,000AE. For all athletes, 50.4% of the injuries were classified as mild, followed by moderate (26.8%) and severe (22.8%). The lower the bone density in all areas of sports injuries, the higher the incidence of sports injuries. In addition, and the lower the bone mass in all areas except for light injuries, the higher the incidence of sports injuries.

**CONCLUSION:** The correlation between sports injuries and bone density and bone composition of water polo athletes, revealed a significant correlation between the bone density and bone mass were statistically significant, and the lower the bone density and bone mass, the higher the incidence of sports injuries.

**Key Words:** Injury, Aquatic athletes, BMD, Epidemiology, Water polo

<sup>†</sup>Corresponding Author : Ki-Jun Park  
koc-pt@sports.or.kr, <https://orcid.org/0000-0003-0382-6978>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## I. 서론

1896년 아테네올림픽게임에서 수중 스포츠가 올림픽의 정식 종목으로 채택되었으며, 1908년 국제 아마추어 수영 연맹(FINA)이 설립되었다[1]. 그중 수구는 1870년경 영국에서 시작된 스포츠이며 “물속의 축구”로 불리고 있으며, 1900년 올림픽 게임에서 처음 도입된 팀 스포츠 종목으로 유럽에서 많은 인기를 얻고 있다[2]. 2019년 세계수영선수권대회가 대한민국에서 개최하는 등[1] 대한민국의 수중 스포츠의 인기가 급부상하면서 수구 또한, 인기가 상승하고 있으며, 국제 스포츠 대회에서 선수들의 경기 성과에 대한 기대감이 증가함에 따라 수구선수들은 높은 강도와 장기간의 훈련 활동에 참여하고 있다. 이러한 활동은 운동수행능력을 극대화하지만[3], 스포츠 손상의 위험을 크게 높인다. 스포츠 손상은 선수가 경기 및 훈련 활동과 관련되어 발생한 손상으로 의료진의 진단에 의해 하루 이상 경기 및 훈련에 참가할 수 없으며, 의학적 관찰이 필요한 상태를 말한다[4]. 이러한 스포츠 손상은 실력이 우수한 선수일수록 더 많은 경기에 참여함으로써 발생률이 증가한다[5]. 스포츠 손상은 모든 엘리트 선수들에게 경기력 저하는 물론 선수 생활에도 영향을 미치며[6], 최악의 경우, 선수 생활의 은퇴로 이어진다[7]. 이렇듯 스포츠 손상은 선수들에게 최대의 적이며, 경기력 향상과 활발한 선수 생활을 위해서는 간과할 수 없는 중요한 요소이다.

올림픽 기간 동안 실시된 역학조사에 따르면 수구는 다른 전투 스포츠 종목보다 스포츠 손상 발생률은 낮은 것으로 조사되었지만, 수중 스포츠 종목에서는 가장 높은 스포츠 손상 발생률을 보였다[8,9]. 최근 국제올림픽위원회(IOC)는 선수들의 성적을 향상 시키고 스포츠 손상을 예방하는 프로그램을 개발하는 것을 목표로 하고 있다[10]. Van Mechelen 등[11]은 스포츠 손상을 예방하기 위한 첫 번째 방법은 스포츠 손상 역학조사를 실시하는 것이며, 두 번째 방법은 스포츠 손상의 발생에 영향을 미치는 요소와 메커니즘을 조사하는 것이라고 하였다. 그러나 수구선수들의 스포츠 손상에 대한 역학조사 연구는 아직까지 부족하다[2]. 물론 수구선수들을 대상으로 역학조사를 실시한 여러 연구가 있었다

[12-14]. 그러나 대부분의 연구가 1년 이내의 단기간에 걸친 연구이거나 특정 대회에서 조사한 연구들이라는 제한 점이 있었다.

또한, 골절은 수구선수들에게 가장 흔한 스포츠 손상이다[15]. 골밀도는 무기질이 함량 되어있는 골질량을 나타내는 지표로써[16], 골절과 같은 스포츠손상의 위험과 밀접한 관계가 있다[17]. 그러나 이전의 선행 연구들에서는 수구선수들의 스포츠 손상이 골밀도와 골질량 그리고 신체 조성의 상관관계를 조사하지 않았기에 추가적이 조사가 필요하다[2]. 따라서 본 연구는 각종 국제대회에 참가하기 위해 훈련하였던, 대한민국 국가대표 수구선수들을 대상으로 스포츠 손상 발생률과 스포츠 손상 심각도 그리고 스포츠 손상 발생과 골밀도와 골질량 그리고 신체 조성의 상관관계를 알아보기 위하여 전향적 연구를 진행하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구참여자

본 연구는 2016년 1월부터 2018년 12월까지 국가대표로 선발되어 국가대표 선수촌에서 훈련한 30명의 국가대표 수구선수들이 연구참여자로 참가하였다. 매년 12명의 수구선수들이 국가대표 선수촌에서 훈련하였다. 매년 규정에 의해 국가대표 선수들이 선발되며, 연구 기간 동안 일부 선수들은 1년만 국가대표 선수촌에서 훈련하였으며, 가장 오랫동안 훈련한 선수는 3년이 었다. 국가대표 수구선수들은 하루 평균 5시간, 주 5일 훈련 하였으며, 매년 평균 10개월(43.5)주 훈련에 참가하였다. 또한, 선수들은 2주에 9회(주당 4.5 회) 훈련에 참가하였으며, 연구참여자들의 일반적 특징은 Table 1과 같다.

### 2. 자료수집

본 연구에서는 2016년 1월부터 2018년 12월까지 3년간 국가대표 선수촌에 훈련하였던 수구선수들에게서 수구 활동과 관련되어 발생되어진 모든 스포츠 손상을 역학조사 자료로 사용하였다. 스포츠 손상의 정의는 훈련 기간 동안의 수구 활동과 관련되어 발생한 모든

Table 1. General Characteristics of the Subjects

	Mean	SD
Age (years)	20.467	1.525
Height (cm)	182.533	5.117
Weight (kg)	79.667	7.425

급성 또는 만성 근골격계 증상으로 정의하였으며, IOC의 일일 손상 보고 양식(daily injury reports form)을 근거로 선수들의 특성(이름 및 성별)과 세부 사항(날짜 및 체급), 스포츠 손상 특성 위주로 기록하였다[9].

국가대표 수구선수들에게 스포츠 손상이 발생하면, 국가대표 선수촌에 상주하고 있는 3명의 스포츠 의학 전문의(정형외과, 재활의학과, 가정의학과) 중 한 명에 의해 현장에서 손상 보고서 양식을 작성하였다. 이때 한 명의 선수가 다발성으로 여러 위치에 스포츠 손상이 발생하였을 경우 각각 다른 손상으로 분류하였다. 예를 들어, 한 명의 선수가 같은 사고로 발목과 무릎의 스포츠 손상이 발생하였을 경우, 각각 발목 손상과 무릎 손상으로 기록하여 누락 되는 기록이 최소가 되도록 노력하였다.

골밀도(bone mineral density)와 골질량(bone mineral content) 그리고 신체 조성의 측정은 모두 X-선 골밀도 측정기(Hologic, Inc. Horizon W)를 이용하여 측정하였다(Fig. 1). 연구참여자들은 새벽 훈련이 없는 수요일 오전에 일괄적으로 측정하였으며, 측정 전 충분한 휴식을 취하게 하였다. 또한, 엑스레이 감쇄 물질인 시계, 안경, 벨트 액세서리 등을 제거하도록 하였으며, 편안한 복장으로 Scanning table에 바로 누운 자세를 취하도록 하여 골밀도(g/cm)와 골질량(kg)을 측정하였으며, 신체 조성은 지방량(kg), 근육량(kg), 전신지방비율(%)을 측정하였다. 이 같은 방법으로 한 달 간격으로 3회 측정하였으며, 측정된 값의 평균으로 자료를 수집하였다.

### 3. 연구 절차

스포츠 손상 위치는 IOC의 스포츠 손상 분류에 따라 분류하였으며[8], 스포츠 손상 심각도는 모든 치료가 끝난 뒤에, 데이터를 기반으로 치료를 받은 기간을 평가하여, 가벼운 손상(mild injury) 1~3일 치료, 중간 손상



Fig. 1. X-ray bone density scan system (Hologic, Inc. Horizon W).

This equipment transmits X-rays to the bone or adjoining tissue to obtain X-ray images. This is also a device that analyzes and measures the size of an internal fat organization (VAT) using bone density measurements and software.

(moderate injury) 4~7일 치료, 심각한 손상(severe injury) 8일 이상 치료로 손상 심각도를 분류하였다[18,19].

### 4. 자료 분석

모든 연구참여자의 일반적 특성에 대한 자료는 기술 통계 분석하였다. 스포츠 손상 발생률은 1,000시간 훈련당 발생하는 스포츠 손상 발생률과 1,000회 훈련에 노출됨에 따라 발생하는 스포츠 손상 발생률로 계산하였다. 총 훈련 시간은 선수들이 훈련 센터에서 보낸 평균 시간(시간/일/주/연간)을 기준으로 계산하였으며, 훈련 노출은 선수가 훈련에 1번 참가한 것을 1AE로 계산하였다. 또한, 모든 스포츠 손상 발생률은 95% 신뢰 구간(95% CI)으로 계산하였다.

나아가 스포츠 손상과 골밀도, 골질량 그리고 신체 조성 간의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson의 적률상관관계(correlation) 시행하였다. 통계적 유의 수준은  $\alpha = .05$ 로 하였으며, 모든 통계 분석은 SPSS version 24.0 for Windows (IBM Corp, Armonk, NY, USA)를 사용하였다.

## III. 연구 결과

### 1. 스포츠 손상

2016년 1월부터 2018년 12월까지 공식 훈련기간 중

Table 2. IR per 1000 hours (h) and 1000 Athlete Exposures (AE) for Each Severity

	Sports injury	95% CI
Total	127	
mild	64	
moderate	29	-
severe	34	
1,000 h		
Total	3.244	2.680-3.808
Mild	1.635	1.234-2.035
moderate	.741	.471-1.010
Severe	.868	.577-1.160
1,000 AE		
Total	18.022	14.887-21.156
mild	9.082	6.857-11.307
moderate	4.115	2.617-5.613
severe	4.825	3.203-6.447

수구선수들은 급만성을 구분하지 않고 총 127건의 스포츠 손상이 발생하였으며, 선수들은 매년 3.528건의 스포츠 손상이 발생하였다. 또한, 1,000시간 훈련당 3.244건(95% CI 2.680-3.808)의 스포츠 손상이 발생하였으며, 1,000회 노출당 18.022건(95% CI 14.887-21.156)의 스포츠 손상이 발생하였다.

모든 수구선수들의 스포츠 손상 심각도는 가벼운 손상이 64건(50.394%)이었으며, 그다음으로 심각한 손상 34건(26.835%), 중간 손상 29건(22.772%) 순으로 발생하였다.

가벼운 손상은 매년 1.778건 발생하였으며, 1,000시간 훈련당 1.635건(95% CI 1.234-2.035)의 스포츠 손상이 발생하였고, 1,000회 노출당 9.082건(95% CI 6.857-11.307)의 스포츠 손상이 발생하였다. 중간 손상은 매년 .806건 발생하였으며, 1,000시간 훈련당 .741건(95% CI .471-1.010)의 스포츠 손상이 발생하였고, 1,000회 노출당 4.115건(95% CI 2.617-5.613)의 스포츠 손상이 발생하였다. 심각한 손상은 매년 .944건 발생하였으며, 1,000시간 훈련당 .868건(95% CI .577-1.160)의 스포츠 손상이 발생하였고, 1,000회 노출당 4.825건(95% CI

Table 3. General Characteristics of the Bone Mineral Density

	Mean	SD
Bone density(g/cm <sup>3</sup> )	1.093	.052
Bone mass(kg)	2.388	.180
Body fat mass (kg)	16.375	4.327
Skeletal muscle mass (kg)	56.748	4.506
Percent Body Fat(%)	21.413	3.500

3.203-6.447)의 스포츠 손상이 발생하였다(Table 2).

## 2. 스포츠 손상과 골밀도의 상관관계

모든 국가대표 수구선수들의 평균 골밀도는 1.093±.052 (cm<sup>3</sup>)이었으며, 골질량은 2.388±.180 (kg)이었다. 또한, 신체 조성인 지방량은 평균 16.375±4.327 (kg)이었으며, 근육량은 56.748±4.506 (kg)이었고, 전신지방비율 21.413±3.500 (%)이었다(Table 3).

수구선수들의 스포츠 손상과 골밀도와 골질량 그리고 신체 조성 간의 상관관계를 보면, 골밀도와 전체 스포츠 손상 간의 상관관계는 r=-.697 (p<.001)이었으며, 가벼운 손상은 r=-.563 (p=.001)이었다. 중간 손상은 r=-.602 (p=.001)이었으며, 심각한 손상은 r=-.567 (p=.001)으로 스포츠 손상의 모든 영역에서 골밀도가 감소할수록 스포츠 손상 발생률이 높았다.

골질량과 전체 스포츠 손상 간의 상관관계는 r=-.465 (p=.01)이었으며, 가벼운 손상은 r=-.332 (p=.073)이었다. 중간 손상은 r=-.412 (p=.024)이었으며, 심각한 손상은 r=-.474 (p=.008)으로 가벼운 손상을 제외한 모든 영역에서 골질량이 감소할수록 스포츠 손상 발생률이 높았다(Table 4). 그러나 신체 조성과 스포츠 손상 간의 상관관계에서는 모든 영역에서 통계적으로 유의하지 않았다(Table 5).

## IV. 고 찰

본 연구는 국가대표 수구선수들의 스포츠 손상 발생률과 손상 심각도를 알아보고, 스포츠 손상이 골밀도와 골질량 그리고 신체 조성 간의 어떠한 상관관계 있는지

Table 4. Correlation between Sports Injury and Bone Density Scale

	Bone density	Bone mass	mild	moderate	severe	Total
Bone density	1					
Bone mass	.721**	1				
mild	-.563**	-.332	1			
moderate	-.602**	-.412*	.489**	1		
severe	-.576**	-.474**	.645**	.280	1	
Total	-.697**	-.465**	.933**	.720**	.738**	1

\*p&lt;.05, \*\*p&lt;.01

Table 5. Correlation between Sports injury and Body Composition Scale

	BFM	SMM	PBF	mild	moderate	severe	Total
BFM	1						
SMM	.723**	1					
PBF	.951**	.483**	1				
mild	.011	.039	-.021	1			
moderate	.339	.132	.355	.489**	1		
severe	-.082	-.189	-.029	.645**	.280	1	
Total	.107	.023	.107	.933**	.720**	.738**	1

BFM=Body fat mass, SMM=Skeletal muscle mass, PBF=Percent Body Fat

\*p&lt;.05, \*\*p&lt;.01

조사하였다. 이는 국가대표 수구선수들 사이에서 발생하는 스포츠 손상의 특성을 이해하고, 더 나아가 수구 선수들의 스포츠 손상 예방 프로그램을 개발과 경기력 향상에 도움을 줄 수 있는 유용한 이론적 근거로 제시하기 위함이었다.

우리의 연구에서 국가대표 수구선수들의 1,000시간 훈련당 손상 발생률은 3.2건(95% CI 2.68-3.81)이었으며, 1,000회 노출당 18건(95% CI 14.89-21.16)의 스포츠 손상이 발생하였다. 김은국 등[20]의 광저우 아시아경기대회 동안 수구 국가대표 선수들을 대상으로 역학조사 연구에서는 급성 손상과 재발성 손상만을 구분하여 조사하였다. 이전의 연구에서는 손상 심각도를 고려하지 않았으며, 수구선수들의 1,000회 노출당 스포츠 손상 발생률은 15건 발생하였다. 연구 설계의 차이로 본 연구와 직접 비교하기에는 무리가 있으나, 본 연구에서 1,000회 노출당 스포츠 손상 발생률이 더 높았다. 이러

한 차이는 연습 시간이 시합보다 길어 피로가 현저하게 증가하여 부상 위험이 높아지기 때문이다[21]. 또한 훈련 중에는 전술 훈련 및 익숙하지 않은 다양한 기술을 연습하기 때문으로 사료된다[22]. 또 다른 이유는 감독 및 코치들의 건강 관리 수준의 차이도 포함될 것으로 사료된다[23].

또한, 우리의 연구에서 스포츠 손상 심각도는 가벼운 손상, 심각한 손상 그리고 중간 손상 순이었다. 기록된 대부분의 스포츠 손상은 과사용으로 발생한 것으로 사료되며, 급성 손상에 초점을 맞춘 것이 아닌, 손상 심각도 분류 시스템을 사용한 것을 주목해야 한다. 이는 1-2일 만에 훈련에 복귀할 수 있는 손상과 장기간의 치료가 필요한 손상을 동일시 보기에는 다소 무리가 있으며, 이러한 스포츠 손상 심각도는 스포츠 손상 발생률과 민감도에 영향을 미친다[20].

국가대표 수구선수들은 모두 남자 선수들이며, 남자

선수들은 I형 섬유(Type I)보다 II형 섬유(Type II)의 비율이 높다[24]. 골격근 섬유의 I형 섬유(Type I)는 모세혈관의 밀도가 높아 조직의 관류가 잘되며, 포도당과 지방산 산화 능력이 높아 피로를 견딜 수 있는 능력을 갖게 되는 경향이 있다. 그러나 II형 섬유(Type II)는 당질량이 높아 산소가 없을 때 더 많은 포도당을 사용하며[22], 이는 뇌로 가는 포도당이 줄어들어 집중력이 감소하게 된다[25]. 김태완 등[26]은 심각한 손상의 원인을 집중력 부족이라고 하였다. 수구종목은 유도, 레슬링과 더불어 신체접촉이 많은 스포츠로써 상대방과 몸싸움 과정에서 집중력이 저하되면 자세가 흐트러져 심각한 손상이 노출될 위험이 커진다[26].

수구선수들의 스포츠 손상과 골밀도와 골질량 그리고 신체 조성 간의 상관관계에서는 골밀도와 골질량은 스포츠 손상과 상관관계가 통계적으로 유의하였으며, 골밀도와 골질량이 감소할수록 스포츠 손상 발생률이 높았다. 그러나 신체 조성상 스포츠 손상 간의 상관관계 관에서는 통계적으로 유의하지 않았다. Ballor & Keesey [27]와 Snow-harter [28] 연구에 의하면, 골밀도의 밀도가 감소하면 근육량의 손실과 요통 및 디스크 손상으로 인하여 선수들의 손상 발생률이 높아진다는 연구를 발표하였다. 또한, 골밀도가 감소하면 골절의 위험이 증가하게 되며 골밀도가 1 SD씩 감소할 때마다 대퇴골절은 2.6배, 척추 골절은 2.3배 증가한다고 한다[29]. 따라서 스포츠 손상과 골밀도 간의 상관관계가 있을 것으로 사료된다. 골밀도는 인대와 힘줄 사이의 관계는 아직 명확하게 밝혀지지 않았다[30]. 그러나 Wren 등 [30]과 van Meer 등[31]은 인대와 힘줄의 손상이 발생한 부위의 골밀도가 정상 부위보다 낮다는 연구 결과를 발표하였으며, 이는 손상 발생 후 12년이 경과된 후에도 정상 부위보다 골밀도가 낮았다[31]. 따라서 골밀도는 스포츠 손상뿐만 아닌 스포츠 손상 심각도에도 영향을 미치는 것으로 사료된다.

신타수 등[32]은 골질량의 감소는 골 형성과 골 흡수 간의 불균형을 일으켜, 골밀도 감소로 이어지며, 골 조직의 미세구조 변화와 골의 취약성을 증가 시켜 골다공증을 유발한다[33]. 한편 Cheng 등[34]은 골 강도의 70% 정도는 골밀도로 설명될 수 있으며, 그 외의 부분은

골질량이 관여한다고 하였다. 따라서 골질량 역시도 스포츠 손상과 상관관계가 있을 것으로 사료된다.

골밀도에 영향을 미치는 성분이 근육량에 의한 영향이 큰 것인지 아니면 체지방에 의한 영향이 큰 것인지 아직 명확하지 않다[33]. 한편 Smith & Gilligan [35]은 선수들의 지상훈련 및 웨이트 트레이닝 참여는 골밀도뿐만 아닌, 근력 강화와 운동능력이 향상한다고 하였다. 또한, Suominen [36]는 운동은 골에 직접적인 영향을 주는 것뿐만 아니라 근육의 작용에 의하여 골에 영향을 주기 때문에, 근육이 강화되면 골밀도도 증가한다고 하였다.

Chassé 등[37]의 연구에 의하면 지방량과 근육량 그리고 전신지방비율이 손상과 관계가 있다는 연구결과를 발표하였다. 그러나 이는 여자들에게만 해당되며 남자들에게는 손상 발생률과 관계가 없었다[37]. 이러한 차이는 신체적 구조와 관련이 있을 것으로 사료된다. 이는 선수들이 자신의 경기의 전략 및 상대의 체력과 힘에 따라 다른 기술을 사용하는 경향이 있기 때문이다[38].

수구는 물속에서 부력을 이용하는 스포츠로써 골격에 직접적인 하중을 전달하지 않기 때문에, 지상 스포츠선수들보다 골밀도가 상대적으로 낮다[39]. 따라서 수구선수들은 골밀도를 증가시킴으로써 스포츠손상을 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 국가대표 선수층에 입촌하여 훈련하였던 국가대표 수구 선수들로만 국한되었다. 대한민국을 대표하는 국가대표 수구선수들을 대상으로 스포츠 손상에 관한 역학조사가 이루어졌지만, 모든 선수들이 남자 선수들이었다. 또한 심각한 손상이나 수술을 필요로 하여 국가대표 선수층을 퇴출한 선수들을 고려하지 못하였다.

## V. 결론

본 연구는 각종 국제대회에 참가하기 위해 훈련하였던, 대한민국 국가대표 수구선수들을 대상으로 스포츠 손상 발생률과 스포츠 손상 심각도 그리고 스포츠 손상과 골밀도의 상관관계를 알아보기 위하여 전향적 연구를 진행하였다.

2016년 1월부터 2018년 12월까지 3년간 수구선수들

은 총 127건의 스포츠 손상이 발생하였다. 스포츠 손상 발생률은 매년 3.5건이었으며, 1,000시간당 3.2건(95% CI 2.680-3.808), 1,000회 노출당 18.0건(95% CI 14.887-21.156) 발생하였다. 스포츠 손상 심각도는 가벼운 손상 64건(50.394%), 심각한 손상 34건(26.772%), 중간 손상 29건(22.835%) 순으로 이었다. 또한, 스포츠 손상의 모든 영역에서 골밀도가 감소할수록 스포츠 손상 발생률이 높았으며 가벼운 손상을 제외한 모든 영역에서 골질량이 감소할수록 스포츠 손상 발생률도 높았다.

본 연구는 비록 수구 남자 선수들에게 국한되어 연구가 이루어졌지만 수중 운동을 하는 타 종목에게도 유용한 자료를 제공할 것으로 사료되며 앞으로는 수중에서만 아니라 지상에서 훈련하는 유사 종목과의 비교 연구도 활발히 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 이전에 연구와 보고된 손상 발생률의 차이를 고려해 볼 때, 시합과 훈련 중 발생하는 특정 스포츠 손상을 평가하기 위한 추가 연구가 필요하며, 이러한 역학 자료들은 향후 선수들의 경기력 향상과 부상 예방 프로그램을 만드는 데 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

## References

- [1] FINA. <http://www.fina.org/> Accessed May 1, 2019.
- [2] Caine DJ, Hamer PA, Schiff MA. *Epidemiology of injury in Olympic Sports*: Wiley-Blackwell. 2009.
- [3] McGuine TA. Sports injuries in high school athletes: a review of injury risk and injury prevention research. *Clin J Sports Med*. 2006;16:488-99.
- [4] Dick R, Agel J, Marshal SW. National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Commentaries: Introduction and Methods. *J Athl Train*. 2007;42(2):173-82.
- [5] Lee KT, Kim HS, Choi BO. Analysis of seasonal injuries in professional football player. *Korean Orthop Sports Med*. 2006;5:135-40.
- [6] Palmer GD, Fuller C, Jaques R, et al. The Injury/Illness Performance Project (IIPP): A Novel Epidemiological Approach for Recording the Consequences of Sports Injuries and Illnesses. *Journal of Sports Medicine*. 2013;27:1-9.
- [7] Steffen K, Engebretsen L. More data needed on injury risk among young elite athletes. *Br J Sports Med*. 2010; 44(7):485-59.
- [8] Junge A, Engebretsen L, Mountjoy ML, et al. Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *Am J Sports Med*. 2009;37(11):2165-72.
- [9] Engebretsen L, Soligard T, Steffen K, et al. Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med*. 2013;47(7):407-14.
- [10] IOC. International Olympic Committee. [http://www.olympic.org/Documents/olympic\\_charter\\_en.pdf](http://www.olympic.org/Documents/olympic_charter_en.pdf) Accessed May 1, 2019.
- [11] Van Mechelen W, Hlobil H, Kemper HC. Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts. *Sports Med*. 1992;14(2):82-99.
- [12] Annett P, Fricker P, McDonald W. Injuries to elite male water polo players over a 13 year period. *New Zealand Journal of Sports Medicine*. 2000;28:78-83.
- [13] Junge A., Langevoort G, Pipe A, et al. Injuries in team sport tournaments during the 2004 Olympic Games. *American Journal of Sports Medicine*. 2006;34(4):565-76.
- [14] Webster MJ, Morris ME, Galna B. Shoulder pain in water polo: a systematic review of the literature. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2009;12:3-11.
- [15] Brooks JM. Injuries in water polo. *Clinics in Sports Medicine*. 1999;18(2):313-9.
- [16] Kanis JA. Diagnosis of osteoporosis and assessment of fracture risk. *The Lancet*. 2002;359(9321):1929-1937.
- [17] Jacobson PC, Bever W, Grubb SA, et al. Bone density in women: college athletes and older athletic women. *J. Orthop. Reg*. 1984;2(4):328-332.
- [18] Leppänen M, Pasanen K, Kujala U, et al. Overuse injuries in youth basketball and floorball. *Open Access J Sports Med*. 2015;6:173-9.
- [19] Park KJ, Song BB, Byung SB. Injuries in female and male elite taekwondo athletes: a 10-year prospective,

- epidemiological study of 1466 injuries sustained during 250 000 training hours. *Br J Sports Med.* 2018;52:735-40.
- [20] Kim EK, Kang HY, Kim TG, Lee JH et al. Sports Injury Surveillance during Summer Asian Games 2010 in Guangzhou. *The Korean Journal of Sports Medicine.* 2011;29:49-57.
- [21] Kim EK, Kim TG. Analysis of sports injuries among Korean national players during official training. *J Korean Data Inf Sci Soc.* 2014;25:555-65.
- [22] Park KJ, Brian Byung S. Injuries in elite Korean fencers: an epidemiological study. *Br J Sports Med.* 2017;51(4): 220-5.
- [23] Kordi R, Akbarnejad A, Wallace WA. Catastrophic injuries in the Olympic styles of wrestling in Iran. *Br J Sports Med.* 2010;44:168-74.
- [24] Lindle RS, Metter EJ, Lynch, NA, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J Appl Physiol.* 1997;83(5):1581-7.
- [25] Kim HC, Park KJ, Bae MI, et al. Change of Physical, Psychological Status through Rapid Weight Loss in National Judo Athletes. *International Academy of Physical Therapy.* 2018;9(4):1669- 75.
- [26] Kim TW, Yang JK, Chae JS. Template development and performance analysis with Dartfish system for performance enhancement in sport fencing. *Korean J Sports Sci.* 2015;24:1671-82.
- [27] Ballor DL, Keeseey RE. A meta-analysis of the factors affecting exercise -induced changes in body mass, fat mass and fat-free mass in males and females. *Int. J. Obes.* 1991;15(11):717-26.
- [28] Snow-Harter C, Bouxsen ML, Lewis BT, et al. Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: a randomized exercise intervention trial. *J Bone Miner Res.* 1992;7(7):761-769.
- [29] Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* 1996;312:1254-9.
- [30] Wren TA, Yerby SA, Beaupré GS, et al. Influence of bone mineral density, age, and strain rate on the failure mode of human Achilles tendons. *Clin Biomech.* 2001; 16(6):529-34.
- [31] van Meer BL, Waarsing JH, van Eijnsden WA, et al. Bone mineral density changes in the knee following anterior cruciate ligament rupture. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014; 22(1):154-61.
- [32] Shin TS, Sung EJ, Hur BY, et al. Association between Type and Amount of Exercise with Bone Mineral Density in Adult Women. *Korean Journal of Family Medicine.* 2003;24:819-26.
- [33] Jeon YI, Kim BH, Kim JI. The diagnosis of osteoporosis. *J Korean Med Assoc.* 2016;59(11):842-6.
- [34] Cheng S, Suominen H, Sakari-Rantala R, et al. Calcaneal bone mineral density predicts fracture occurrence: a five-year follow-up study in elderly people. *J Bone Miner Res.* 1997;12:1075-82.
- [35] Smith EL, Gilligan C. Physical activity effects on bone metabolism. *Calcif Tissue Int.* 1991;49: 50-4.
- [36] Suominen. Muscle training for bone strength. *Again Clin ExpRes.* 2006;18:85-9.
- [37] Chassé M, Fergusson DA, Chen Y. Body mass index and the risk of injury in adults: a cross-sectional study. *International Journal of Obesity.* 2014;38:1403-09
- [38] Sterkowicz S, Sacripanti A, Sterkowicz-Przybycień K. Techniques frequently used during London Olympic judo tournaments: a biomechanical approach. *Arch Budo.* 2013;9:51-8.
- [39] Bellew JW, Gehrig L. A comparison of bone mineral density in adolescent female swimmers, soccer players, and weight lifters. *Pediatr Phys Ther.* 2006;18(1):19-22.