

# 유소년 태권도 선수들의 골밀도 및 심폐기능과 스포츠 손상과의 융복합 연구

김준철<sup>1</sup>, 박기준<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>텍사스 A&M 대학교 전임연구원, <sup>2</sup>단국대학교 특수교육과 교수

## Convergence Analysis of the between Bone Mineral Density, Cardiorespiratory Functional Capacity and sports injury of youth Taekwondo Athletes

June-Chul Kim<sup>1</sup>, Ki-Jun Park<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Post-doctoral researcher, Texas A&M University-San Antonio

<sup>2</sup>Professor, Department of Special Education, Dankook University

**요약** 본 연구는 엘리트 유소년 태권도 선수들을 대상으로 골절 발생 위험을 감소시키고, 골다공증의 조기진단을 평가하는 지표로 사용되는 골밀도와 운동 수행능력을 판단하는 지표인 심폐기능, 그리고 선수들에게 최대의 적인 스포츠 손상과의 관계를 알아보고자 하였다. 골밀도와 심폐기능 그리고 스포츠 손상 간의 관계를 알아보기 위해 Pearson 상관관계 분석을 시행하였다. 또한, 골밀도가 심폐기능 및 스포츠 손상에 미치는 영향을 알아보기 위해 단순 선형회귀 분석을 시행하였다. 골밀도는 환기량( $r=.388$ ) 및 최대산소 능력( $r=.478$ ) 그리고 스포츠 손상과 상관관계가 있었다( $r=-.292$ ). 또한, 골밀도가 .002, 및 .006씩 증가하면 환기( $p=.001$ ) 및 최대 산소능력은( $p=.006$ ) 1씩 높아진다. 또한, 골밀도가 .016씩 감소하면, 스포츠 손상의 발생이 1씩 증가한다( $p=.044$ ). 선수들의 골밀도 향상으로 스포츠 손상을 예방할 수 있으며, 향후 스포츠 손상 예방 프로그램으로 활용할 수 있을 것이다.

**주제어** : 유소년 태권도, 골밀도, 심폐기능, 스포츠 손상, 스포츠융복합

**Abstract** This study sought to reduce the risk of fractures in elite youth taekwondo athletes to find out the relationship between bone mineral density which are used as indicators of early diagnosis of osteoporosis and cardiorespiratory functional capacity which is an indicator of performance and sports injury the harmful to athletes. The Pearson product-moment correlation was performed to investigate the correlation between bone mineral density, cardiorespiratory functional capacity, and sports injury. The bone mineral density and cardiorespiratory functional capacity, sports injury were examined the relationship using the Simple Linear Regression. The bone mineral density were correlated with the ventilation ( $r=.388$ ), and VO<sub>2</sub>max ( $r=.478$ ). Bone mineral density was correlated with sports injury ( $r=-.292$ ). When the bone mineral density increased by .002 and .006, the ventilation ( $p=.001$ ) and VO<sub>2</sub>max ( $p=.006$ ) increased by about 1. In addition, when the bone mineral density decline by .016, the sports injury increased by about 1. Improving athletes' bone mineral density can prevent sports injury, and it can be used as a sports injury prevention program in the future.

**Key Words** : Youth Taekwondo, Bone mineral density, Cardiorespiratory functional capacity, Sports injury, Sports convergence

\*Corresponding Author : Ki-Jun Park(koc-pt@sports.or.kr)

Received August 25, 2020

Accepted October 20, 2020

Revised October 6, 2020

Published October 28, 2020

## 1. 서론

태권도는 현대 올림픽의 정식 종목이며, 우리나라의 국기 스포츠로써 많은 사람이 태권도 활동에 참여하고 있다[1]. 스포츠 활동은 골밀도를 증가시키는 것으로 알려져 있으며[2,3], 골밀도의 증가는 골절 발생 위험을 감소시킨다[2]. 골밀도는 골량에 침착된 무기질의 지표로써, 이는 골다공증의 조기진단을 평가하는 지표로도 사용된다[4]. 이러한 골밀도는 운동선수들이 일반인보다 골밀도가 높은 것으로 알려져 있다[5].

또한, 스포츠 활동은 환기량과 최대산소섭취량 그리고 환기 역치를 증가시켜, 심폐기능 향상은 물론 심폐의 산소교환 능력이 향상하는 것으로 알려져 있다[6]. 이러한 스포츠 활동으로 발달 된 혈관 및 근육은 심장으로 혈액이 되돌아가도록 수축 운동을 하기에 제2의 심장으로도 불리기도 한다[7]. 이렇듯 심폐기능은 선수들에게 운동 수행능력을 평가하는 중요한 요소이기에[8], 심폐기능은 선수들에게 간과할 수 없는 필수 요소이다.

한편, 태권도는 비무장 투기 스포츠로 상대 선수와의 완전한 접촉이 허용된다[1]. 따라서, 태권도 선수들의 스포츠 손상은 자연스러운 연속물이다. 스포츠 손상이란, 선수들이 스포츠 활동 과정에서 발생 된 손상으로 최소 하루 이상을 스포츠 활동에 참여할 수 없는 의학적 진단을 의미한다[9]. 스포츠 손상은 선수들의 경기력에 악영향을 미치며 최악의 경우, 은퇴까지 이어지기 때문에 [10], 선수들에게 최대의 적이라 할 수 있다. 한편, 이러한 스포츠 손상은 스포츠 활동에 많이 참여할수록 발생률이 증가하는 것으로 알려져 있다[11]. 이처럼 선행 연구들을 종합해보면, 스포츠 활동은 골밀도의 증가 및 심폐기능이 향상해 선수들의 운동 수행에 유익하게 하지만, 스포츠 손상 발생률 역시도 증가시키게 된다. 그러나 지금까지 대부분의 스포츠의학 연구들은 골밀도 및 심폐기능을 평가 및 증가시키기 위한 운동 방법이나[8,12,13], 스포츠 손상의 발생과 재활 운동에 관한 연구로 진행되고 있으며[14-16], 골밀도와 심폐기능 및 스포츠 손상 발생 빈도의 관계를 분석한 연구는 거의 없었다.

한편, Yang[2]과 Park[3]는 골밀도와 심폐기능은 스포츠 활동을 통하여 증가할 수 있기에 상관관계가 있다고 하였으나, 이들의 연구는 일반 대학생 및 노인들을 대상으로 연구를 진행하였기에, 주기적으로 스포츠 활동에 참여하고 있는 엘리트 선수들과 골밀도 및 심폐기능 그리고 신체 조성의 차이가 있기에[17], 엘리트 선수들까지 일반화하기에는 다소 무리가 따른다. 따라서 본 연구는

유소년 엘리트 태권도 선수를 대상으로 골절 발생 위험을 감소시키고, 골다공증의 조기진단을 평가하는 지표로도 사용되는 골밀도와 운동 수행능력을 판단하는 지표인 심폐기능, 그리고 선수들에게 최대의 적인 스포츠 손상과의 상관관계 분석을 시행하고, 골밀도가 심폐기능 및 스포츠 손상의 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이는 유소년 태권도 선수들의 운동 수행능력 향상 및 스포츠 손상 예방 프로그램 개발을 위한 유용한 기초자료로 제공하기 위함이다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구 참여자

본 연구의 참여자는 2019년 대한태권도협회에 겨루기선수로 등록되어있는 S시에 위치한 A 중학교의 32명과 S시에 위치한 B 중학교 23명의 유소년 엘리트 태권도 선수들을 연구 참여자로 최초 선정하였다. 연구 참여자들은 연구 목적과 연구를 통해 얻을 수 있는 긍정적인 효과에 대한 설명을 들었다. 또한, 연구 참여에 대한 동의를 구하였으며, 자발적으로 연구에 참여하기로 동의 한 48명의 남자 태권도 선수들이 동의서에서 서명 후 연구에 참여하였다. 2019년 1년 동안 연구 참여자들은 하루 1시간 이상씩 주 4회 이상 스포츠 활동에 참여하였으며 A 중학교 선수들은 평균 254회 훈련에 참여하였고, B 중학교 선수들은 261회 훈련에 참여하였다 (Table 1참고).

Table 1. General characteristics of subjects (n=48)

	Mean	SD
Age (years)	14.04	.77
player career (years)	3.39	0.69
Height (cm)	165.73	5.97
Weight (kg)	61.54	11.39

### 2.2 자료수집

연구 참여자들은 방과 후 오후 훈련이 없는 날 각 학교별로 일괄적으로 골밀도(Bone Mineral Density; BMD)와 심폐기능을 측정하였다. 모든 연구 참여자들은 측정 전 200mL 이상의 수분을 섭취하도록 교육하였으며, 최대한의 안정을 취할 수 있도록 30분 이상 편안한

자세로 앉아 휴식을 취한 후 측정하였다.

## 2.3 측정 도구 및 방법

### 2.3.1 골밀도 측정

연구 참여자들의 골밀도 측정은 이중에너지 방사선 흡수 방식인 DEXINO(STEMLAB, KOR)를 이용하여 측정하였다. 연구 참여자들은 편안한 복장을 착용하게 하였으며, 엑스레이에 감쇄되는 물품들(휴대폰, 안경, 손목시계 등) 제거하고 Scanning table에 눕도록 하였다. 측정 자세는 바로 누운 자세에서 양 발끝은 서로 모으고 양손은 손바닥이 하늘을 향하게 하여 몸의 양옆 쪽에 편안하게 내려놓고 전신 골밀도 (g/cm<sup>2</sup>)를 측정하였다. 측정 소요 시간은 4~6분이었으며, 이와 같은 방법으로 2회 측정하여, 측정값의 평균으로 자료를 수집하였다. 2회 측정된 값의 신뢰도를 검사-재검사 방법으로 측정하였으며, 골밀도의 신뢰도는 .939 이었다.

### 2.3.2 심폐 능력 측정

연구 참여자들의 심폐 능력은 POWER breathe Plus(Hab international Ltd, UK)를 이용하여 측정하였다. 연구 참여자들은 공기가 새지 않게 측정 도구에 입술을 최대한 밀착하였으며, 코를 막고 실시하여 구강 내의 압력만을 측정할 수 있도록 노력하였다. 또한, 의자에 바로 앉게 한 후 몸통과 목이 굽힘 및 펴 되거나, 양어깨의 과도한 움직임이 없도록 교육하여, 대상작용이 일어나지 않도록 주의하였다. 연구 참여자들은 '시작' 신호와 함께 최대한 숨을 내쉬 다음 최대한 깊은숨을 들며 마시도록 하여, 분당 환기량(Ventilation: VE)과 최대산소섭취량(VO<sub>2</sub>max) 그리고 환기 역치(Ventilation Threshold: VT)를 측정하였다. 이와 같은 방법으로 2회 측정하였으며, 측정값의 평균으로 자료를 수집하였다. 2회 측정된 값의 신뢰도를 검사-재검사 방법으로 측정하였으며, 분당 환기량은 .899, 최대산소섭취량은 .878 그리고 환기 역치는 .887 이었다.

### 2.3.3 스포츠 손상

스포츠 현장에서 스포츠 손상이 발생하였을 경우 IOC의 일일 손상 보고 양식(daily injury reports form)에 [18], 따라 소속팀 코치진에 의해 일차적으로 기록되었으며, 각 지정병원 전문의 진료 후 의학적 진단을 받은 스포츠 손상을 최종 스포츠 손상으로 기록하였다. 또한, 누락 및 중복되는 기록이 없도록 하기 위하여, 한 명의 선

수가 동일한 상황에서 동시다발적으로 스포츠 손상이 여러 부위에 발생하였을 경우 서로 다른 손상으로 기록하였다.

## 2.4 자료 분석

모든 연구 참여자의 일반적 특성 및 골밀도와 심폐기능은 기술통계를 시행하였으며, 스포츠 손상 발생률은 푸아송 비를 이용하여 1,000회 훈련 참여당 손상 발생률을 95% 신뢰도 (95% confidence intervals; 95% CI)로 계산하였다. 또한, 골밀도와 심폐기능 그리고 스포츠 손상 발생의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson의 적률상관관계(correlation)를 시행하였다. 마지막으로 골밀도가 심폐기능 및 스포츠 손상 발생의 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 단순 선형회귀 분석 (Simple Linear Regression)을 시행하였다. 통계적 유의 수준은  $\alpha \leq .05$ 로 하였으며, 모든 통계 분석은 SPSS ver. 26.0(IBM Corp, Armonk, NY, USA)로 시행하였다.

## 3. 연구결과

연구 참여자들의 평균 골밀도는 1.19±0.08(g/cm<sup>2</sup>)이 었으며(Fig. 1 참고), 분당 환기량은 107.19±12.37(l/min) 이었다(Fig. 2 참고).

또한, 최대산소섭취량은 57.27±5.89(ml/min/kg) 이었으며(Fig. 3 참고), 환기 역치는 2.02±0.55(l) 이었다 (Fig 4. 참고).

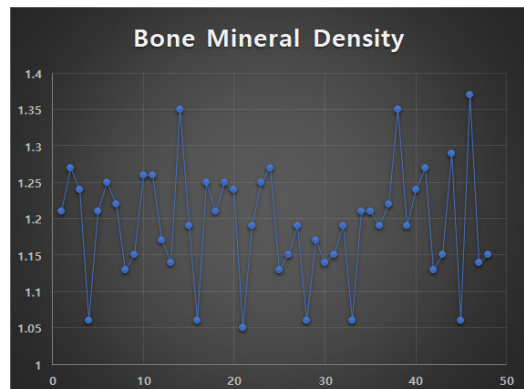


Fig. 1. General characteristics of bone mineral density.

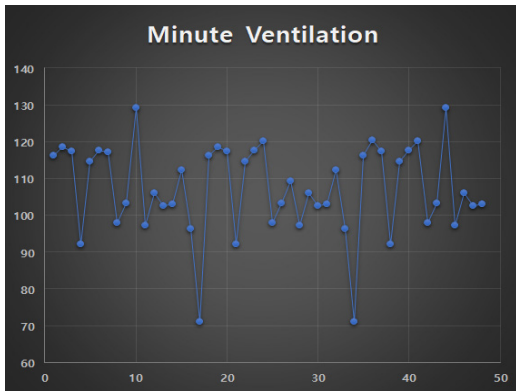


Fig. 2. General characteristics of Ventilation.

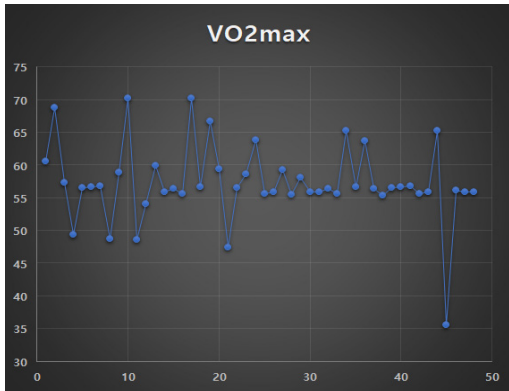


Fig. 3. General characteristics of VO2max.

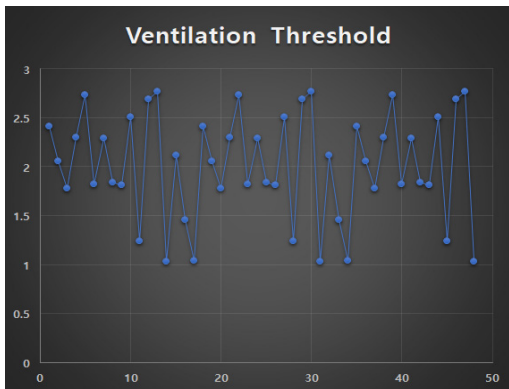


Fig. 4. General characteristics of Ventilation Threshold.

마지막으로 연구 참여자들의 스포츠 손상 발생은 총 145건이었으며, 선수 한 명당 약 3.02건의 스포츠 손상이 발생하였다. 또한, 태권도 선수들이 1,000회 훈련 참여당 스포츠 손상 발생률은 11.74건(95% CI 9.91-13.81)이었다.

골밀도와 심폐기능 그리고 스포츠 손상의 상관관계 분석에서는 골밀도는 분당 환기량( $r=.388$ ) 및 최대산소섭취량( $r=.478$ )과 양의 상관관계가 있었으며, 골밀도는 스포츠 손상( $r=-.292$ )과 음의 상관관계가 있었다(Table 2 참고). 그러나 심폐기능은 스포츠 손상과 상관관계가 없었다.

Table 2. The correlation between BMD and Cardiorespiratory Functional Capacity, Sports injury.

	BMD	VE	VO <sub>2</sub>	VT	SI
BMD	1				
VE	.388**	2			
VO <sub>2</sub>	.478**	.263	3		
VT	.130	.465**	.114	4	
SI	-.292*	-.104	-.213	.892	5

BMD: VE:Ventilation, VO<sub>2</sub>: VO<sub>2</sub>max, VT: Ventilation Threshold, SI: Sports Injury. \* $p<.05$ , \*\* $p<.01$

골밀도가 심폐기능과 스포츠 손상에 미치는 영향을 살펴보면, 골밀도가 .002씩 증가할 때마다 분당 환기량은 1씩 증가하였으며 ( $p=.006$ ), 골밀도가 .006씩 증가할 때마다 최대산소섭취량은 1씩 증가하였다 ( $p=.001$ ). 또한, 골밀도가 .016씩 감소할 때마다, 스포츠 손상 발생은 1씩 증가하였다 ( $p=.044$ )(Table 3 참고).

Table 3. The Simple Linear Regression between Bone Mineral Density and cardiorespiratory functional capacity, sports injury.

	B	Beta	T	P
Ventilation	.006	.478	3.688	.001
VO <sub>2</sub> max	.002	.388	2.854	.006
Sports injury	-.016	-2.92	-2.072	.044

Dependent Variable: Bone Mineral Density

#### 4. 고찰

본 연구는 청소년 엘리트 태권도 선수들을 대상으로 골밀도와 심폐기능, 그리고 스포츠 손상 발생과의 상관관계를 알아보고자 하였으며, 더 나아가 골밀도가 심폐기능과 스포츠 손상에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

골밀도는 골절 손상과 밀접한 관련이 있으며[19], 골다공증의 조기진단을 평가하는 지표로도 사용되기 때문에[4], 선수들의 경기력 향상을 위해서는 필수 요소 중 하

나이다. 또한, 심폐기능은 근력 및 근지구력과 연관이 있으며[2,3], 심폐의 산소교환 능력의 향상은 대사 능력과 산화 능력을 증가시키기 때문에 피로를 줄여주어[20], 선수들의 운동 수행능력을 평가하는 중요한 요소이다[8]. 마지막으로, 스포츠 손상은 선수들의 경기력은 물론 선수 생활에도 악영향을 미치는 최대의 적이다[15]. 본 연구는 선수 생활에 필요한 요소들의 관계를 알아보았으며, 이는 유소년 태권도 선수들의 운동 수행능력 향상 및 스포츠 손상 예방 프로그램 개발을 위한 유용한 기초자료로 제공하기 위함이다.

본 연구에서 유소년 엘리트 태권도 선수들의 골밀도는 심폐기능의 분당 환기량과 최대산소섭취량과 상관관계가 있었으며, 골밀도가 각각 .002, .006씩 증가할 때마다 분당 환기량과 최대산소섭취량은 1씩 증가하였다. 이는 골밀도가 근육과 밀접한 관련이 있기 때문일 것이다. 스포츠 활동은 골밀도에 직접적인 영향을 미치기도 하지만, 근육들의 작용을 통해 골밀도에 영향을 미치기 때문에, 근육의 강화는 골밀도의 증가로 이어진다[21]. 이러한, 근육의 강화와 골밀도의 증가는 모세혈관의 개수와 밀도를 증가시키며, 이는 미토콘드리아로 산소전달을 용이하게 하여[20], 산화효소와 산소이용의 효율을 증가시켜 산소추출 능력을 증가시킨다[22]. 따라서 골밀도의 증가와 근육의 강화는 환기량과 최대산소섭취량을 증가시킨다[23].

한편, 김현철과 박기준[6]의 국가대표 여자 소프트볼 선수들을 대상으로 진행한 연구에서는 골밀도의 축적에 대한 자극과 흡기능력을 향상시키기 위해 필요한 자극이 서로 다르기 때문에 골밀도와 흡기능력은 상관관계가 없다는 연구를 발표하였다. 이러한 연구결과의 불일치는 생활 환경 및 신체적 조건 그리고 측정 방법의 차이 등의 이유 때문일 것이다[24]. 김현철과 박기준[6]의 연구 대상자들은 모두 여자들이었으며, 대부분이 성인 선수들로 연구가 진행되었다. 그러나 본 연구의 대상자들은 모두 남자 태권도 선수들이었으며, 태권도는 각각의 체급으로 나누어 경기가 진행된다. 골밀도는 체중과도 밀접한 관계가 있으며[25,26], 성장기인 유소년 선수들은 신체 구성이 명확하게 자리 잡은 시기가 아니기에 이러한 차이가 있었을 것이다[27].

또한, 본 연구에서 유소년 엘리트 태권도 선수들의 골밀도는 스포츠 손상과 상관관계가 있었으며, 골밀도가 .016씩 감소할 때마다 스포츠 손상 발생이 1씩 증가하였다. 뼈의 강도는 골밀도가 약 70%를 차지하며[28], 골밀도의 감소는 골질량의 감소와 높은 상관관계가 있는 것

으로 알려져 있다[20]. 골밀도와 골질량의 감소는 뼈의 흡수와 형성의 불균형으로 이어지고, 이는 뼈의 악영향을 물론, 뼈 조직에 미세구조의 변화로 손상 발생률이 증가한다[29]. 또한, Snow-harter 등[30]은 골밀도의 감소는 근력 및 근육량의 감소로 이어지며, 이는 선수들에게 디스크 손상과 같은 요통이 발생할 가능성이 높아진다는 연구를 발표하였다.

한편, 골밀도의 감소가 힘줄 및 인대에도 영향을 미치는지는 아직까지 명확하지 않으나, Wren 등[31]의 연구에 따르면, 힘줄 및 인대 손상이 발생한 위치의 골밀도가 손상되지 않은 다른 위치의 골밀도보다 낮다고 하였다. 또한, van Meer 등[32]은 손상 후 감소된 골밀도는 12년이 지나도, 손상되지 않은 다른 위치보다 골밀도가 낮다고 하였으며, 이러한 골밀도는 스포츠 손상 발생뿐만 아니라 심각도에도 영향을 미친다[20]. 따라서, 골밀도의 감소는 힘줄 및 인대 손상은 물론 심각한 스포츠 손상과도 관련이 있을 것이다. 그러나 현재까지는 이러한 요인들이 명확하지 않기에, 힘줄 및 인대 손상과 골밀도의 관계 및 손상 후 감소된 골밀도의 회복과 심각한 손상의 미치는 영향 등의 요인을 파악하기 위한 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

이처럼 유소년 엘리트 태권도 선수들을 대상으로 골밀도와 심폐기능, 그리고 스포츠 손상 발생과의 상관관계를 알아보았으며, 골밀도가 심폐기능과 스포츠 손상의 미치는 영향을 알아보았다. 유소년 엘리트 태권도 선수들의 경기력 향상을 위해서는 체계적인 훈련뿐만이 아닌 골밀도를 증가시킬 수 있는 새로운 운동 프로그램이 개발이 필요할 것이다.

본 연구의 참여자는 48명으로 비교적 제한적이었으며, 유소년 남자 선수들로만 연구가 진행되어 유소년 여자 선수들을 고려하지 못하였다. 또한, 누락 되거나 추적이 불가능한 스포츠 손상을 고려하지 못하였다.

## 5. 결론

본 연구는 유소년 엘리트 태권도 선수들을 대상으로 골밀도와 심폐기능, 그리고 스포츠 손상 발생과의 상관관계를 알아보고자 하였으며, 더 나아가 골밀도가 심폐기능과 스포츠 손상의 미치는 영향을 알아보기 위하여 연구를 진행하였다. 유소년 엘리트 태권도 선수들의 골밀도는 심폐기능의 분당 환기량과 최대산소섭취량과 상관관계가 있었으며, 스포츠 손상 발생과도 상관관계가 있었다. 각

골밀도가 각각 .002, .006씩 증가할 때마다 분당 환기량과 최대산소섭취량은 1씩 증가하였으며, 골밀도가 .016씩 감소할 때마다 스포츠 손상 발생이 1씩 증가하였다

## REFERENCES

- [1] K. J. Park & B. B. Song. (2018). Injuries in female and male elite taekwondo athletes: a 10-year prospective, epidemiological study of 1466 injuries sustained during 250 000 training hours. *British Journal of Sports Medicine*, 52(11), 735-740. DOI : 10.1136/bjsports-2017-097530
- [2] Y. K. Yang. (2013). Relationship of Cardiorespiratory Function, Muscular Strength and Bone Mineral Density in Female College Students. *Korean Journal of Sports Science*, 22(3), 1205-1214.
- [3] W. H. Park. (1997). Relationship of Maximal Oxygen Uptake to Bone Mineral Density in Postmenopausal Women. *Korean Society of Sports Medicine*, 15(2), 319-325.
- [4] Y. S. Huh & D. H. Yoo. (2015). Correlation between Body Composition and Bone Mineral Density in Combat Sports Athletes. *Korean Journal of Sports Science*, 24(5), 1447-1157.
- [5] W. L. Risser, E. J. Lee, A. LeBlanc, H. B. Poindexter, J. M. Risser & V. Schneider. (1990). Bone density in eumenorrhic female college athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(5), 570-574. DOI : 10.1249/00005768-199010000-00005
- [6] H. C. Kim & K. J. Park. (2020). Analysis of correlation between the inspiratory capacity of the National softball players and the bone density, bone mass, muscle power, muscle endurance. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*, 15(1), 95-104. DOI : 10.13066/kspm.2020.15.1.95
- [7] K. U. Yoo & S. Y. Cho. (2005). *Exercise Therapy and Health care*. Seoul: a pedagogic researcher.
- [8] G. M. Kang, S. S. Park, S. G. Park, K. T. Kim, H. Y. Cho, Y. J. Sim & S. L. Lee. (2012). The Effects of Inspiratory Muscle Training on Maximal Aerobic Exercise Performance in Amateur Soccer Players. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 48(2), 815-824.
- [9] R. Dick, J. Agel & S. W. Marshal. (2007). National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Commentaries: Introduction and Methods. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 173-182.
- [10] K. Steffen & L. Engebretsen. (2010). More data needed on injury risk among young elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 44(7), 485-459. DOI : 10.1136/bjism.2010.073833
- [11] K. T. Lee, H. S. Kim & B. O. Choi. (2006). Analysis of seasonal injuries in professional football player. *Korean Orthopaedic Society for Sports Medicine*, 5, 135-140.
- [12] T. Ohya, M. Hagiwara, K. Chino & Y. Suzuki. (2016). Maximal inspiratory mouth pressure in Japanese elite male athletes. *Respir Physiol Neurobiol*, 230, 68-72. DOI : 10.1016/j.resp.2016.05.004
- [13] C. J. Ji, J. S. Park & S. H. Kim. (2016). Effect of Altitude Training on Inspiratory Muscles and Performance of Swimmers in the Korea National Team. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 62, 853-862.
- [14] A. Junge, L. Engebretsen, M. L. Mountjoy, J. M. Alonso, P. A. Renström, M. J. Aubry & K. Dvorak. (2009). Sports injuries during the Summer Olympic Games 2008. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(11), 2165-2172. DOI : 10.1177/0363546509339357
- [15] G. D. Palmer, C. Fuller & R. Jaques. (2013). The Injury/Illness Performance Project (IIPP): A Novel Epidemiological Approach for Recording the Consequences of Sports Injuries and Illnesses. *Journal of Sports Medicine*, 27, 1-9. DOI : 10.1155/2013/523974
- [16] L. Engebretsen et al. (2013). Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *British Journal of Sports Medicine*, 47(7), 407-414. DOI : 10.1136/bjsports-2013-092380
- [17] S. H. Kim & K. S. Son. (2002). Differences in Body Composition and Fitness Level between Professional and Amateur Golfers. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 18(2), 999-1007.
- [18] R. Bahr et al. (2020). International Olympic Committee consensus statement: methods for recording and reporting of epidemiological data on injury and illness in sport 2020 (including STROBE Extension for Sport Injury and Illness Surveillance (STROBE-SIIS)). *British Journal of Sports Medicine*, 54(7), 372-389. DOI : 10.1136/bjsports-2019-101969
- [19] D. Marshall, O. Johnell & H. Wedel. (1996). Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ*, 31, 1254-1259. DOI : 10.1136/bmj.312.7041.1254
- [20] H. C. Kim & K. J. Park. (2019). Correlation Analysis of Sports injuries and Body Composition and Bone Density in National Water Pool Players. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*, 14(3), 134-141. DOI : 10.13066/kspm.2019.14.3.134
- [21] H. Suominen. (2006). Muscle training for bone strength. *Aging Clinical and Experimental Research*, 18, 85-9. DOI : 10.1007/BF03327422
- [22] W. K. Cho et al. (1997). Assessment of Effect of Pulmonary Rehabilitation on Skeletal Muscle Metabolism by 31P Magnetic Resonance

Spectroscopy. *Tuberculosis and Respiratory Diseases*, 44(5), 1040-1050.  
DOI : 10.4046/trd.1997.44.5.1040

- [23] J. R. Minotti et al. (1990). Training induced skeletal muscle adaptations are independent of systemic adaptations. *Journal of Applied Physiology*, 68(1), 289-294.  
DOI : 10.1152/jappl.1990.68.1.289
- [24] J. W. Park & B. D. Hwang. (2017). Analysis of Effects of Regional Air Pollutants(PM10, O3, CO) on Respiratory Disease. *Korean Public Health Research*, 43(3), 53-56.  
DOI : 10.22900/kphr.2017.43.3.005
- [25] H. Plotkin, M. Nunez, M. L. Alvarez Filgueira & J. R. Zanchetta. (1996). Lumbar spine bone density in Argentine children. *Calcified Tissue International*, 58, 144-149.  
DOI : 10.1007/BF02526879
- [26] A. M. Boot, M. A. J. de Ridder, A. P. H. Pols, E. P. Krenning & S. M. de Muinck Keizer-Schrama. (1997). Bone mineral density in children and adolescents: relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 82(1), 57-62.  
DOI : 10.1210/jcem.82.1.3665.
- [27] B. S. Na & W. K. Kim. (2005). Body Composition and Isokinetic Knee Joint Strength of High School Taekwondo Athletes. *Korean journal of physical education*, 44(4), 317-324.
- [28] S. Cheng, H. Suominen, R. Sakari-Rantala, P. Laukkanen, V. Avikainen & E. Heikkinen. (1997). Calcaneal bone mineral density predicts fracture occurrence: a five-year follow-up study in elderly people. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12, 1075-1082.  
DOI : 10.1359/jbmr.1997.12.7.1075
- [29] Y. J. Jeon, B. H. Kim & J. I. Kim. (2016). The diagnosis of osteoporosis. *Journal of the Korean Medical Association*, 59(11), 842-846.  
DOI : 10.5124/jkma.2016.59.11.842
- [30] C. Snow-Harter, M. L. Bouxsen, B. T. Lewis, D. R. Carter & R. Marcus. (1992). Effects of resistance and endurance exercise on bone mineral status of young women: a randomized exercise intervention trial. *Journal of Bone and Mineral Research*, 7(7), 761-769.  
DOI : 10.1002/jbmr.5650070706
- [31] T. A. Wren, S. A. Yerby, G. S. Beaupré & D. R. Carter. (2001). Influence of bone mineral density, age, and strain rate on the failure mode of human Achilles tendons. *Clinical Biomechanics*, 16(6), 529-534.  
DOI : 10.1016/s0268-0033(01)00033-x
- [32] B. L. van Meer et al. (2014). Bone mineral density changes in the knee following anterior cruciate ligament rupture. *Osteoarthritis Cartilage*, 22(1), 154-161.  
DOI : 10.1016/j.joca.2013.11.005

김 준 철(June-Chul Kim)

[정회원]



- 2016년 9월 : 단국대학교 체육교육과 (교육학 석사)
- 2020년 2월 : 단국대학교 체육과 (체육학 박사)
- 2020년 2월 ~ 현재 : Texas A&M University 연구원
- 관심분야 : 운동생리학, 운동처방

· E-Mail : poemphill@gmail.com

박 기 준(Ki-Jun Park)

[정회원]



- 2015년 2월 : 삼육대학교 스포츠과학과 (이학 석사)
- 2019년 2월 : 단국대학교 특수교육학과 (교육학 박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 특수교육과 외래교수
- 관심분야 : 스포츠물리치료, 측정 및 평가

· E-Mail : koc-pt@sports.or.kr