

국가대표 여자 유도선수들의 스포츠 손상과 심박변이도와의 스포츠 융합 분석

김현철¹, 박기준^{2*}

¹대한체육회 의과학부 과장, ²단국대학교 특수교육학과 교수

Sports convergence Analysis of Sports injuries and Heart Rate Variability in National Female Judo Athletes

Hyun-Chul Kim¹, Ki-Jun Park^{2*}

¹Manager, Department of Medicine and Science, Korean Sport & Olympic Committee

²Professor, Department of Special Education, Dankook University

요 약 국가대표 여자 유도선수를 대상으로 스포츠 손상 발생률과 심박변이도 간의 상관관계를 알아보려고 하였다. 연구 참여자들은 자율신경 진단기(SA-6000)를 사용하여 심박변이도를 측정하였다. 평균 손상 발생률을 기준으로 스포츠 손상 발생률의 상위그룹과 하위그룹으로 분류하였으며, 두 그룹 간의 심박변이도를 알아보기 위해 독립표본 T-test와 스포츠 손상 발생 횟수와 심박변이도의 상관관계를 알아보기 위해 Pearson의 적률상관관계를 시행하였다. 심박변이도는 총 파워와 저주파에서 유의한 차이가 있었으며, 스포츠 손상 발생 횟수에 따른 심박변이도의 상관관계 분석에서도 총 파워와 저주파에서 유의한 차이가 있었다. 이러한 자료들은 향후 선수들의 스포츠 손상 예방프로그램을 만드는 데 유용한 기초자료로 제공될 것으로 사료된다.

주제어 : 스포츠, 손상, 유도선수, 심박변이도, 부상예방프로그램

Abstract The purpose of this study was to investigate the correlation between sports incidence and heart rate variability in national female judo athletes. Participants measured heart rate variability using the Autonomic Nervous System(SA-6000). Based on the average incidence of injury, sports injury incidence was classified into upper and lower groups. In addition, Pearson's Product Moment Correlation was performed to examine the correlation between the independent T-test, the number of sports injuries, and the heart rate variability. Heart rate variability was significantly different in total power and low frequency, and there was also significant difference in total power and low frequency in the correlation analysis of heart rate variability according to the number of sports injuries. These data are expected to be useful as basic data for developing prevention injury programs.

Key Words : Sports, Injury, Judo athlete, Heart rate variability, Prevention injury programs

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

Received January 20, 2020

Accepted April 20, 2020

Revised March 27, 2020

Published April 28, 2020

1. 서론

유도는 무술지도 및 통제와 존중을 가르치는 종목으로 일본에서 유래된 비무장 전투 스포츠이다[1]. 1964년 일본 도쿄에서 열린 제18회 하계 올림픽에서 정식 종목으로 채택되었으며[2], 현재 국제 유도 연맹은 200여 개국이 가입되어있는 글로벌 단체이다. 유도는 매우 육체적인 스포츠 종목으로서, 상대방을 베치는 기술, 서 있는 자세에서 상대방을 넘기는 기술, 또는 관절 꺾기 기술과 조르기 기술 등을 사용하여 스포츠 손상이 발생할 가능성이 높다[1]. 올림픽 대회에서 진행된 스포츠 손상 역학연구에서도 유도선수들은 다른 투기 종목 선수들과 더불어 높은 스포츠 손상 발생률을 보였다[2].

스포츠 손상은 선수가 스포츠와 관련된 활동 중 발생한 손상으로 하루 이상 스포츠 활동의 참가할 수 없으며, 의료진의 관찰이 필요한 상태를 말한다. 스포츠 손상은 경기력은 물론 선수 생활에도 악영향을 미치며 선수 생명의 은퇴까지 이어지는 최악의 상황이 발생하곤 한다[3]. 이렇듯 스포츠 손상은 선수들에게 육체적, 정신적 스트레스를 주는 최대의 적이다. 스포츠 손상과 더불어 육체적, 정신적 스트레스는 자율신경계의 기능에 영향을 미치며[4] 자율신경계의 기능 저하 및 불균형은 건강에 좋지 않은 영향을 미친다. 이러한 자율신경계의 기능은 심박변이도(heart rate variability)로 측정 가능하며, 심박변이도는 스포츠 현장에서 선수들의 운동 프로그램 모니터링과 과훈련 증후군 그리고 운동 수행력을 예측하는 지표로 사용된다[5]. 최근 국내외 연구 동향을 살펴보면 이러한 심박변이도는 선수들의 심리 상태 및 경쟁 불안 그리고 경기력에 미치는 영향을 알아본 연구들이 대부분이었으며[6,7], 심박변이도가 스포츠 손상에 영향을 미치는지를 조사한 연구는 아직까진 없었다.

현재 국제올림픽위원회(IOC)는 스포츠 손상 예방프로그램 개발을 목표로 하고 있으며, 스포츠 손상 예방프로그램 개발을 위한 첫 번째 단계는 스포츠 손상 역학조사이며, 두 번째 단계는 스포츠 손상의 발생에 영향을 미치는 요소와 메커니즘을 파악하는 것이다[8]. 그러나 유도 선수들의 스포츠 손상에 대한 역학조사 및 스포츠 손상에 영향을 미치는 요소를 파악한 연구는 부족한 실정이다[1].

따라서 본 연구는 각종 국제대회에 참가하기 위해 훈련하였던, 대한민국 국가대표 여자 유도선수들을 대상으로 스포츠 손상 발생률을 알아보고 스포츠 손상 발생률의 상위그룹과 하위그룹의 심박변이도의 비교와 스포츠 손상 발생과 심박변이도와의 상관관계를 알아보기 위하

여 전향적 연구를 진행하였다.

2. 연구방법

2.1 연구 참여자

본 연구는 2019년 1월부터 2019년 12월까지 국가대표로 선발되어 국가대표선수촌에서 훈련한 여자 유도선수들이 연구 참여자로 선정되었다.

연구 참여자 수는 표본 크기 산출 프로그램(G*Power version. 3.1.9)을 이용하여 표본 수를 산출하여, 효과 크기는 0.6, 유의수준은 0.05, 검정력은 0.80로 19명이 산출되었으며, 본 연구는 20명이 참여하였다. 국가대표 선수촌 담당 물리치료사는 연구 참여자들에게 연구의 목적과 필요성에 대해 충분한 설명을 하였으며, 참여 동의서에 서명한 선수들로만 연구를 진행하였다. 규정에 의해 선발된 연구 참여자들은 하루 평균 4.5시간, 주 5일 훈련을 하였으며, 평균 10개월(43.5주) 훈련에 참여하였다. 또한, 선수들은 2주에 9회(주당 4.5 회) 훈련에 참여하였으며, 연구 참여자들의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. General characteristics of subjects

(n=20)

	Mean	SD
Age (years)	23.69	3.16
Height (cm)	165.83	8.18
Weight (kg)	73.68	22.95
BMI	26.38	6.15

2.2 자료수집

본 연구에서는 2019년 1월부터 2019년 12월까지 연구 참여자에게 발생한 모든 급성과 만성 스포츠 손상을 역학조사 자료로 사용하였다.

연구 참여자들에게 스포츠 손상이 발생하면, 국가대표 선수촌에 상주한 스포츠의학 전문의(재활의학과, 정형외과, 가정의학과) 3명 중 한 명이 현장에서 IOC의 일일 손상 보고 양식(daily injury reports form)을 근거로 선수들의 특성(이름 및 성별)과 세부 사항(날짜 및 체급), 스포츠 손상보고서를 작성하였다[3]. 또한, 한 명의 선수에게 다발성 스포츠 손상이 발생하였을 경우 각각 다른 손상으로 분류하여, 누락 되는 기록이 없도록 하였다.

연구 참여자들은 측정 전날부터 흡연이나 음주 그리고 자율신경계를 자극할 수 있는 약물과 음료 등을 금하도록 교육하였다. 또한, 연구 참여자들은 오후 훈련이 없는 목요일에 일괄적으로 점심 식사 후 2시간의 충분한 휴식을 취한 후 안정된 상태에서 측정을 시행하였다.

2.3 측정 항목

측정 장비는 자율신경 진단기(SA-6000)를 사용하였으며, 훈련이 없는 목요일에 점심 식사를 마친 2시간 이후에 일괄적으로 측정하였다. 실내 온도는 25°C 내외를 유지하였으며, 측정 12시간 전부터 카페인 및 흡연 그리고 약물복용을 금하게 하였다. 또한, 측정 중 움직이거나 말을 하지 않고 정상적인 호흡을 하도록 사전에 충분한 교육을 실시하였다. 선수들은 편안한 자세로 의자에 앉아 5분간의 휴식을 취한 후, 좌우측 손목과 좌측 발목위 부위에 각각 전극을 부착하여 5분간 측정하였다[9]. 측정 항목으로는 심박수(Heart Rate; HR)와 자율신경계의 전반적인 활성 정도를 반영하는 총 파워(Total Power; TP), 교감신경계 활성 정도를 반영하는 저주파수(Low Frequency; LP), 부교감신경계의 활성도를 반영하는 고주파수(High Frequency; HF) 그리고 교감신경계와 부교감신경계 활성 비율을 반영하는 저주파/고주파 비율(LF/HF ratio; L/H)를 측정하였다.

2.4 자료 분석

모든 연구 참여자의 일반적 특성은 기술통계로 분석하였다. 스포츠 손상 발생률은 훈련에 1,000시간 참여하는 동안 발생하는 스포츠 손상 발생률(1,000h)과 훈련에 1,000회 참여하는 동안 발생하는 스포츠 손상 발생률(1,000AE)을 95% 신뢰 구간(95% CI)으로 분석하였다. 총 훈련 시간은 선수들이 훈련 센터에서 보낸 평균 시간(시간/일/주/연간)을 기준으로 분석하였으며, 훈련에 1번 참여한 것을 1AE로 분석하였다. 또한, 연구 참여자들의 평균 손상 발생률을 기준으로 더 많은 손상이 발생하였을 경우 상위그룹, 손상이 덜 발생하였을 경우 하위그룹으로 분류하였다.

또한, 스포츠 손상 발생률의 상위그룹과 하위그룹의 심박변이도를 알아보기 위해 독립표본 T-test와 스포츠 손상 발생 횟수와 심박변이도의 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.

3. 연구결과

3.1 스포츠 손상

2019년 1월부터 2019년 12월까지 공식 훈련 기간 중 연구 참여자들은 급만성을 구분하지 않고 총 74건의 스포츠 손상이 발생하였다. Table 2와 같이 선수 1인당 평균 3.70건의 스포츠 손상이 발생하였으며, 그중 상위 그룹은 4.80건 하위그룹은 2.60건 발생하였다. 또한, 1,000시간 훈련당 3.78건(95% CI 2.92-4.64)의 스포츠 손상이 발생하였으며, 1,000회 노출당 18.90건(95% CI 14.60-23.21)의 스포츠 손상이 발생하였다.

Table 2. IR per 1000 hours(h) and 1000 athlete exposures(AE) for injury rate group

		Sports injury	95% CI
Total		3.70	
High rate group		4.80	
Lower rate group		2.60	
1,000 (h)	Total	3.78	2.92-4.64
	High rate group	4.90	3.52-6.29
	Lower rate group	2.66	1.64-3.68
1,000 (AE)	Total	18.90	14.60-23.21
	High rate group	24.52	17.58-31.46
	Lower rate group	13.28	18.39

3.2 심박변이도 및 스포츠 손상과의 관계

모든 연구 참여자들의 평균 심박수는 69.75 ± 10.19 (times)이었으며, 총 파워는 7.59 ± 0.71 (ms²)이었다. 또한, 평균 고주파는 5.92 ± 1.32 (ms²)이었으며, 저주파는 6.06 ± 0.98 (ms²)이었고, 저주파/고주파 비율은 1.93 ± 2.22 이었다.

Table 3과 같이 연구 참여자들의 손상 발생률로 구분한 상위그룹과 하위그룹간의 심박변이도 비교에서는 총 파워(p=.017)와 저주파(p=.031)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 스포츠 손상이 덜 발생하는 하위그룹이 총 파워와 고주파가 높았다. 그러나 그 외에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. Table 4와 같은 스포츠 손상 발생 횟수에 따른 심박변이도의 상관관계 분석에서도 총 파워(p=.014)와 저주파(p=.026)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 그 외에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

Table 3. Difference of HRV according to injuries rate group

	Group	Value±SD	F	t	p
HR	High rate	69.90±10.00	.140	.064	.950
	Lower rate	69.60±10.92			
TP	High rate	7.23±0.57	.239	-2.623	.017*
	Lower rate	7.95±0.66			
LF	High rate	5.30±1.20	.267	-2.341	.031*
	Lower rate	6.54±1.16			
HF	High rate	5.67±0.68	3.899	-1.941	.068
	Lower rate	6.46±1.10			
LF/HF	High rate	2.65±2.93	4.717	1.481	.168
	Lower rate	1.22±0.81			

Table 4. The correlation between Sports injury and HRV

	Injury	HR	TP	LF	HF	LF/HF
Injury	1					
HR	.134	1				
TP	-.538*	-.512*	1			
LF	-.497*	-.692**	.892**	1		
HF	-.427	.281	.705*	.572**	1	
LF/HF	.350	.482*	-.515*	-.645**	.042	1

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

4. 고찰

스포츠 손상은 선수들의 경기력 향상에 치명적인 위험 요소이며, 성공적인 선수 생활을 위해서는 간과할 수 없는 필수 요소이다[4]. 따라서 선수들의 체계적인 관리를 위해서는 스포츠 손상을 예방하는 것이 중요하다. 이에 본 연구는 국가대표 여자 유도선수들의 스포츠 손상 발생률을 알아보고, 스포츠 손상이 심박변이도와 상관관계가 있는지 조사하였다. 이는 국가대표 여자 유도선수들 사이에서 발생하는 스포츠 손상을 이해하고, 더 나아가 여자 유도선수들의 경기력 향상과 스포츠 손상 예방 프로그램을 개발에 도움이 되는 유용한 이론적 근거를 제시하기 위함이었다.

본 연구에서 국가대표 여자 유도선수들은 1인당 평균 3.70건의 스포츠 손상이 발생하였으며, 그중 상위그룹은 4.80건 하위그룹은 2.60건 발생하였다. 또한, 1,000시간 훈련 당 손상 발생률은 3.78건(95% CI 2.91-4.64)이었으며, 1,000회 노출 당 18.90건(95% CI 14.60-23.31)의 스포츠 손상이 발생하였다. 연구 설계의 차이로 직접 비교에는 다소 무리가 있으나, Kim 등[10]이 광저우 아

시안게임에 참가한 국가대표 선수들을 대상으로 진행한 역학연구에서 유도선수들의 1,000회 노출 당 스포츠 손상 발생률은 98.40건으로 본 연구보다 손상 발생률이 현저히 높았다. 이는 훈련과 시합의 플레이 차이로 훈련 중에는 미흡한 기술과 전술 연습 위주로 플레이를 한다[11]. 그러나 시합 중에는 메치는 기술, 상대방을 넘기는 기술, 관절 꺾기 기술 그리고 조르기 기술 등 상대 선수 및 매트와의 충돌로 인하여 스포츠 손상 발생률을 증가시킨다[1]. 다른 이유는 코치스태프들의 건강관리 인식의 차이 때문으로 사료된다[12]. 이처럼 훈련과 시합 중 발생하는 스포츠 손상 발생률의 차이를 고려해 볼 때, 훈련과 시합 중 발생하는 특정 스포츠 손상을 평가하기 위한 추가 연구가 필요하며, 이러한 정보는 엘리트 선수들의 경기력 향상과 스포츠 손상 예방프로그램을 개발하는데 유용할 것으로 사료 된다. 유도와 같은 투기 종목인 레슬링과 태권도 선수들을 대상으로 국가대표 선수촌에서 진행한 선행 연구에서 여자 레슬링선수들의 1000시간 훈련 당 손상 발생률은 4.29건으로 유도선수들의 손상 발생률보다 높았다[13]. 또한, 여자 태권도선수들의 1000회 노출 당 손상 발생률 역시 31.7건으로 유도선수들의 손상 발생률보다 높았다[14]. 레슬링은 도복을 잡고 공격을 하는 유도와 달리 맨몸으로 상 하체 공격이 모두 가능하며[13], 태권도는 주먹과 발차기를 이용하여 얼굴 안면과 복부에 직접적인 타격이 가능한 종목이므로[14], 유도선수들보다 스포츠 손상 발생률이 높은 것으로 사료된다[13,14].

국가대표 여자 유도선수들의 평균 손상 발생률을 기준으로 구분한 상위그룹과 하위그룹의 심박변이도 비교에서 총 파워(p=.017)와 저주파(p=.031)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 스포츠 손상 발생 횟수에 따른 심박변이도의 상관관계 분석에서도 총 파워(p=.014)와 저주파(p=.026)에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 총 파워와 저주파가 낮은 선수들이 스포츠 손상 발생률이 높았다. 이러한 차이는 정신적 스트레스와 집중력 때문으로 사료 된다. 총 파워는 자율신경계의 전반적인 활성 정도를 반영하며, 총 파워의 감소는 자율신경계 활성도가 감소했음을 의미한다[15]. 또한, 저주파는 교감신경계의 활성 정도를 반영하며 저주파의 감소는 교감신경의 활성도가 감소했음을 의미한다[15]. 정신적 스트레스를 받게 되면 자율신경계의 기능이 감소하게 되며, 일반적으로 정신적, 심리적 스트레스는 스포츠 손상 발생률을 증가시키고, 이러한 자율신경계는 신체의 생물학적 및 심리적 부하에 반응하기 때문에는 과사용 손상 역시도 일으킬 수 있다[16]. 한편 Ackermann 등[17]은 자율신경계는 혈액

공급과 대사 물질의 수송 및 전달에 관여하기 때문에 스포츠 손상과 질병과 관련이 있다는 연구를 발표하였다. 따라서 자율신경계의 활성도를 의미하는 총 파워가 낮으면 스포츠 손상 발생률이 증가하는 것으로 사료 된다.

또한, 교감신경계가 활성화되면 심장 박동이 빨라지고 간에서는 포도당이 다량 생성되며, 이러한 포도당은 혈류를 타고 뇌와 근육으로 전달 되어 집중력과 근력이 높아지게 된다[18]. Kim 등[19]은 스포츠 손상의 원인을 집중력 부족이라고 지적하였다.

스포츠 손상이 발생한 선수들이 저주파 즉, 교감신경계가 낮아지며, 교감 신경 활동의 증가는 조직 손상을 복구하고 산소 부채를 보상하기 위해 ATP 재합성 속도를 증가시켜 스포츠 손상 발생을 줄이는데 도움이 될 수 있다[20]. 따라서 교감신경계의 활성도를 의미하는 저주파가 낮으면 스포츠 손상 발생률이 증가하는 것으로 사료된다.

한편 부교감신경계의 활성도를 의미하는 고주파는 휴식 시 증가하게 되며, 이러한 부교감신경계는 스포츠 손상 심각도에 영향을 미칠 수 있다[21]. 그러나 아쉽게도 본 연구에서는 선수들의 스포츠 손상 심각도를 조사하지 못하여, 부교감신경계와 손상 심각도의 관계를 알아보지 못하였다. 또한, 교감신경계의 활성도가 중요한 유도선수들의 스포츠 손상과 심박변이도의 관계를 알아보았지만, 부교감신경계의 활성도가 중요한 사격 및 양궁 선수들의 스포츠 손상과 심박변이도의 관계를 알아보지 못하였다. 따라서 자율신경계와 손상 심각도를 알아보는 추가적인 연구와 부교감신경계의 활동도가 중요한 종목들의 추가적인 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

이처럼 국가대표 여자 유도선수들은 스포츠 손상 위험에 항상 노출되어 있다. 따라서, 선수들의 스포츠 손상을 예방하기 위해서 스포츠 손상의 자체적인 문제점과 스포츠 손상 발생을 증가시키는 요인을 찾아낼 수 있도록 해야 한다.

한편 Gisselman 등[16]은 자율신경계 활동의 조절은 과사용 손상의 병인에서, 비정상적인 염증 반응이 체내 조직에서 발생 되었으나, 잠재적인 통증이 되기 전에 정상적인 재형성 과정으로 만들 수 있다고 하였다. 이에 심박변이도의 모니터링은 스포츠 손상을 정확하게 감지하고 예방할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 국가대표선수촌에서 훈련한 국가대표 여자 유도선수들로 국한되었다. 우리나라를 대표하는 국가대표 여자 유도선수들을 대상으로 스포츠 손상과 심박변이도의 관계를 알아보았으나, 전국에 있는 학생 선수 및 실업팀 선수들을 고려하지 못하였다.

5. 결론

본 연구는 대한민국을 대표하는 국가대표 여자 유도선수들을 대상으로 스포츠 손상과 심박변이도의 관계를 알아보기 위하여 전향적 연구를 진행하였다.

2019년 1월부터 2019년 12월까지 공식 훈련기간 중 여자 유도선수들은 1인당 평균 3.7건의 스포츠 손상이 발생하였다. 스포츠 손상 발생률은 평균 3.70건의 스포츠 손상이 발생하였으며, 그중 상위그룹은 4.80건, 하위그룹은 2.60건이 발생하였다. 또한, 1,000시간 훈련 당 3.78건(95% CI 2.92-4.64)의 스포츠 손상이 발생하였으며, 1,000회 노출 당 18.90건(95% CI 14.60-23.21)의 스포츠 손상이 발생하였다.

여자 유도선수들의 평균 심박수는 69.75 ± 10.19 (times)이었으며, 총 파워는 7.59 ± 7.71 (ms²)이었다.

또한, 평균 고주파는 5.92 ± 1.32 (ms²)이었으며, 저주파는 6.06 ± 0.98 (ms²)이었다. 저주파와 고주파 비율은 1.93 ± 2.22 이었다. 손상 발생률로 구분한 상위그룹과 하위그룹간의 심박변이도 비교에서는 총 파워와 저주파에서 통계적으로 유의한 차이가 있었으며, 스포츠 손상 발생 횟수에 따른 심박변이도의 상관관계 분석에서도 총 파워와 저주파에서 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

본 연구는 비록 여자 유도선수들에게 국한되어 연구가 이루어졌지만 다른 투기종목 선수들에게도 유용한 자료를 제공할 것으로 사료 된다. 이러한 역학 자료들은 향후 선수들의 경기력 향상과 스포츠 손상 예방프로그램을 만드는 데 유용한 기초자료로 제공될 수 있을 것으로 사료되며, 향후 심박변이도의 총 파워와 저주파를 높일 수 있는 운동프로그램 연구가 진행되어야 할 것으로 사료 된다.

REFERENCES

- [1] D. J. Caine, P. A. Harmer, M. A. Schiff, S. J. Wiley & Sons. (2009). *Epidemiology of injury in Olympic Sports*. New Jersey : Wiley-Blackwell. DOI : 10.1002/9781444316872
- [2] L. Engebretsen et al. (2013). Sports injuries and illnesses during the London Summer Olympic Games 2012. *Br J Sports Med*, 47(7), 407-14. DOI : 10.1136/bjsports-2013-092380
- [3] K. Steffen & L. Engebretsen. (2010). More data needed on injury risk among young elite athletes. *Br J Sports Med*, 44(7), 485-59. DOI : 10.1136/bjism.2010.073833.

- [4] O. Rimoldi et al. (1992). Analysis of neural mechanisms accompanying different intensities of dynamic exercise. *Chest*, 101(5), 226S-30S. DOI : 10.1378/chest.101.5.226S
- [5] D. J. Plews, P. B. Laursen, A. E. Kilding & M. Buchheit. (2012). Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. *Eur J Appl Physiol*, 112(11), 3729-41. DOI : 10.1007/s00421-012-2354-4
- [6] I. H. Cha, S. W. Cho, C. S. An & S. J. Kim. (2017). A Study on the Heart Rate Variability of Male College Golfers Participating in Golf Tournament. *Journal of Golf Studies*, 11(4), 197-208.
- [7] M. S. Jiménez & J. A. Molina Mora. (2017). Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Sport Performance, a Systematic Review. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 42(3), 235-45. DOI : 10.1007/s10484-017-9364-2
- [8] W. Van Mechelen, H. Hlobil & H. C. Kemper. (1992). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries. A review of concepts, *Sports Med*, 14(2), 82-99. DOI : 10.2165/00007256-199214020-00002
- [9] N. E. Nam, S. J. Yoo & H. J. Kim. (2015) A Study on the Correlation of Heart Rate Variability and Coldness of Hands. *The Journal of Korean Obstetrics and Gynecology*, 28(4), 46-56. DOI : 10.15204/jkobgy.2015.28.4.046
- [10] E. K. Kim et al. (2011). Sports Injury Surveillance during Summer AsianGames 2010 in Guangzhou. *Korean J Sports Med*, 29(1), 49-57.
- [11] K. J. Park & S. Brian Byung. (2017). Injuries in elite Korean fencers: an epidemiological study. *Br J Sports Med*, 51(4), 220-5. DOI : 10.1136/bjsports-2016-096754
- [12] R. Kordi, A. Akbarnejad & W. A. Wallace. (2010). Catastrophic injuries in the Olympic styles of wrestling in Iran. *Br J Sports Med*, 44(3), 168-74. DOI : 10.1136/bjism.2008.046870
- [13] K. J. Park, J. H. Lee & H. C. Kim. (2019). Injuries in male and female elite Korean wrestling athletes: a 10-year epidemiological study. *Br J Sports Med*, 53(7), 430-5. DOI : 10.1136/bjsports-2018-099644.
- [14] 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. *Br J Sports Med*, 52(11), 735-40. DOI : 10.1136/bjsports-2017-097530.
- [15] A. J. Camm et al. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Eur Heart J*, 17(3), 354-81. DOI : 10.1161/01.CIR.93.5.1043
- [16] A. S. Gisselman, G. D. Baxter, A. Wright, E. Hegedus & S. Tumilty. (2016). Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability: Is there a link?. *Med Hypotheses*, 87, 1-7. DOI : 10.1016/j.mehy.2015.12.003
- [17] P. W. Ackermann, S. L. Franklin, B. J. Dean, A. J. Carr, P. T. Salo & D. A. Hart. (2014). Neuronal pathways in tendon healing and tendinopathy-update. *Front Biosci*, 19, 1251-78. DOI : 10.2741/4280
- [18] M. J. Krashes, B. B. Lowell & A. S. Garfield. (2016). Melanocortin-4receptor-regulated energy homeostasis. *Nat Neurosci*, 19, 206-19. DOI : 10.1038/nn.4202
- [19] T. W. Kim et al. (2015). Analysis of sports injury induced behavior in summer sports. *Korean J Sport Sci*, 26, 690-701. DOI : 10.24985/kjss.2015.26.4.690
- [20] J. L. Chen et al. (2011). Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training. *J Strength Cond Res*, 25(6), 1546-52. DOI : 10.1519/JSC.0b013e3181da7858
- [21] S. Chen, P. Sun, S. Wang, G. Lin & T. Wang. (2016). Effects of heart rate variability biofeedback on cardiovascular responses and autonomic sympathovagal modulation following stressor tasks in prehypertensives. *J Hum Hypertens*, 30(2), 105-11.

김 현 철(Hyunl-Chul Kim)

[정회원]



- 2013년 8월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학 석사)
- 2017년 8월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학 박사)
- 2011년 7월 ~ 현재 : 대한체육회 의과학부 과장
- 관심분야 : 스포츠물리치료, 부상예방

· E-Mail : kzang78@sports.or.kr

박 기 준(Ki-Jun Park)

[정회원]



- 2015년 2월 : 삼육대학교 스포츠과학과 (이학석사)
- 2019년 2월 : 단국대학교 특수교육학과 (교육학 박사)
- 2020년 3월 ~ 현재 : 단국대학교 일관대학원 특수교육과 외래 교수
- 관심분야 : 스포츠물리치료, 측정 및

평가
· E-Mail : koc-pt@sports.or.kr