

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.1.327

JCCT 2019-2-40

## 여자 농구선수들의 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취가 혈액학적 요인 및 면역인자, 유·무산소성 운동능력에 미치는 효과

### Effects of folic acid and vitamin B<sub>12</sub> supplementation on hematologic factors, immune factors, aerobic and anaerobic exercise ability in Women's basketball players

박노환\*, 조인호\*\*

Noh-Hwan Park\*, In-ho Cho\*\*

**요약** 본 연구는 여자 농구선수들을 대상으로 4주간의 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취가 혈액학적 요인 및 면역인자, 유·무산소성 운동능력에 미치는 효과를 알아보는데 목적이 있다. 연구대상자를 섭취군과 통제군 각각 9명으로 선정하였으며, 4주간의 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취 전·후 결과를 관찰하여 다음과 같은 결과를 도출하였다. 유·무산소 능력 측정 결과 섭취군에서 유의한 효과가 나타났으며, 혈액요인 분석의 경우 RBC, Hct의 섭취군에서 유의한 효과가 나타났다. 한편, 염증 및 면역 분석 결과 섭취군에서 평균적으로 유의하게 증가하는 경향을 보였으나 통계적으로 섭취군과 통제군 모두 유의한 효과가 나타나지 않았다. 결론적으로, 위와 같은 연구의 결과를 미루어볼 때, 여성 농구선수의 유·무산소성 운동 능력 향상을 위한 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취는 경기력 향상을 기대할 수 있다.

**주요어** : 여자 농구선수, 엽산, 비타민 B<sub>12</sub>, 유·무산소 운동능력

**Abstract** The purpose of this study was to investigate the effect of 4 week folic acid and vitamin B<sub>12</sub> intake on hematological, immune and aerobic-anaerobic exercise performance in female basketball players. The subjects were divided into nine groups: ingestion and control group. The results were as follows; 4 weeks of folic acid and vitamin B<sub>12</sub> before and after ingestion. There was a significant effect on intake of aerobic and anaerobic capacity, and blood factor analysis showed a significant effect on intake of RBC and Hct. In conclusion, considering the results of the above study, it is expected that folic acid and vitamin B<sub>12</sub> intake for improvement of anaerobic and anaerobic exercise ability of female basketball player can improve the performance.

**Key words** : Women's Basketball player, Folic acid, Vitamin B<sub>12</sub>, Aerobic·Anaerobic exercise capacity

#### 1. 서 론

농구 경기는 점프나 달리기 등 다양한 강도의 운동이 지속적으로 반복되는 운동으로 기술적·전술적인 부분 뿐만 아니라, 경기의 완성도를 높이는데 필요한 체력적인 특성 및 운동수행능력 또한 중요한 역할을 한다

[1][2][3]. 농구 경기에서 이루어지고 있는 슈팅(Shooting), 패스(Pass), 리바운드(Rebound), 드리블(Dribble) 등 기술 수행 시 생성되는 에너지 공급은 주로 10초 이내의 근 수축이 이루어지는 운동으로 인원질(ATP-PC) 시스템에 의한 에너지가 공급된다. 이처럼

\*정회원, 한국체육대학교 체육학과 (제1저자)

\*\*정회원, 한국체육대학교 운동건강관리학과(교신저자)

접수일: 2018년 11월 30일, 수정완료일: 2018년 12월 20일

게재확정일: 2019년 1월 8일

Received: November 30, 2018 / Revised: December 20, 2018

Accepted: January 08, 2019

\*Corresponding Author: judo69@knsu.ac.kr

Dept. of Health and Exercise Science, Korea National Sport Univ, Korea

짧은 시간 동안 강한 힘을 발휘하는 고강도 운동이 간헐적으로 일어나며, 비교적 좁은 공간인 가로 28m, 세로 15m의 농구 코트에서 장시간 동안 공·수 전환과 상대 선수와의 지속적인 신체 접촉이 일어나는 종목으로 체력이 차지하는 비중이 상당히 높다. 또한, 민첩한 개인기술이 요구되며, 순발력과 유연성 그리고 빠른 판단력이 요구되는 경기이다[4]. [5]의 연구에서 농구와 같은 구기운동은 무산소성 에너지시스템과 유산소성 에너지시스템의 비율이 85:15로 무산소성 에너지 공급 비율이 더욱 요구된다고 보고하였으며, [6]은 농구경기에서 순간적인 힘을 내는데 필요한 무산소성 능력과 장시간 운동이 지속되어야 하는 유산소성 능력 모두 동원되어야 하는 시스템이 필요로 한다고 보고하였다.

여성은 남성과는 다르게 호르몬의 분비로 인한 신체적 형태가 다르며 체력적인 부분에서 상대적으로 남성보다 저하되는 양상을 보인다[7]. 무엇보다도 여성과 남성의 가장 큰 차이로 생리적인 특성에 의한 월경으로 여자 운동선수의 경우 격렬한 운동을 장기간 지속 시 발생할 수 있는 운동성 무월경 및 월경 불순을 초래하게 된다[8][9][10]. 여자 운동선수의 약 73%가 월경으로 인한 체력적인 기능 저하를 경험하고 있으며, 훈련과 시험 시 운동수행의 어려움과 경기력 저하 현상이 초래됨을 보고하고 있다[11]. 이러한 생리적 반응의 차이에 따른 염증반응과 면역기능이 차이는 선행연구에서도 보고되고 있다. 장기간 운동으로 인한 근육손상은 염증반응을 일으키며[12], 생리적 스트레스(Stressor)의 한 유형으로 인체의 항상성 변화가 나타나게 된다[13]. 특히, 근육 손상으로 인해 염증인자인 CRP(C-reactive protein), WBC(White Blood Cell), CK, Albumin 등의 과도한 분비를 유발한다[14][15]. 또한, 격렬한 장기간 운동(최고산소섭취량의 70% 이상)은 면역 기능의 억제를 초래하며, 면역의 약화로 인한 결과로서 질병에 더욱 노출될 수 있다고 하였다[16]. 특히, 운동선수의 고강도 운동 시 오히려 감염물질이나 바이러스에 노출될 위험이 높으며, 면역 기능이 약화될 수 있다[17].

수용성 비타민 계열의 하나인 엽산(Folic acid)은 영양성 빈혈의 원인을 연구하는 과정에서 발견되었으며[18], 골수 적혈구 및 백혈구의 형성과 성숙 과정에 꼭 필요한 영양소이다. 엽산이 결핍될 경우 DNA와 RNA의 생합성이 저해되고, 세포 분열이 감소하게 되는데, 이러한 현상은 복제 속도가 빠른 적혈구와 백혈구에서

더욱 분명하게 나타나며, 그 결과 빈혈이 발생할 수 있다. 엽산 결핍으로 인한 임상 증상으로 피로, 설사, 체중 감소, 망각, 거식증 등을 들 수 있다. 또한, 비타민 B12는 B군 비타민 중 가장 늦게 발견되었으나 체내의 여러 대사에 관여하므로 큰 영향력을 지니고 있다. 인체 내에서 여러 가지 DNA 합성 및 조절에 관여하며, 결핍 시 악성빈혈과 신경장애를 일으키고, 피로, 우울 및 기억력 저하와 같은 증상이 나타날 수 있다[19].

염증의 증가로 면역 기능의 상실은 결국 선수들의 훈련시간 감소와 말초부위의 피로회복 능력 감소를 야기 하며 선수들의 경기력 유지 및 향상에 부정적인 영향을 미칠 것으로 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 여자 농구선수들을 대상으로 수용성 비타민 계열인 엽산과 비타민 B12 섭취가 혈액학적 요인 및 면역인자, 유·무산소성 운동 능력 변화에 미치는 효과에 대해 살펴보고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

연구 대상자들은 여자 대학 농구선수들을 대상으로 6년 이상 운동경력과 골격근을 포함한 신체에 상해가 없고, 최근 의학적으로 특별한 질환이 없으며, 실험 전 최소 3개월 이내 특정 약물 또는 보충제, 보약 등 섭취 경험이 없는 선수들로 구성 하였다. 또한, 본 연구의 내용과 절차를 이해하고 자발적으로 참여하고자 하는 선수들로 서면 동의한 선수들로 선정하였다.

대상자 선정근거는 G\*power3.1.9.2를 활용하여 집단별 반복측정설계로 유의수준은 5%(0.05), Power 95%(2종 오류 5%), Effect size : 0.25, 섭취군과 통제군의 예수비율 1:1, 집단 수 2, 이탈률 20%로 하여 분석할 결과 각 군당 9명씩 총 18명으로 대상자를 선정하였다.

여자 대학 농구선수 9명씩 2그룹으로 구분 하였으며, 그룹구성은 엽산과 비타민 B12 섭취군 9명, 통제군 9명으로 총 18명 선정하였다. 본 연구 대상자의 신체적 특성은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성  
 Table 1. Subject's characteristics

	체중(kg)	신장(cm)
섭취군(n=9)	67.48±8.87	172.52±5.68
통제군(n=9)	66.11±7.25	170.44±6.84

## 2. 실험설계 및 훈련 프로그램

### 1) 실험설계

본 연구의 실험기간은 총 4주간 실시하였으며, 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취그룹과 통제군을 구분하여 측정하였다. 먼저 대상자가 실험실에 도착하여 30분간 안정을 취한 다음 채혈을 실시하였으며, 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 처치 전, 후 총 2차례 걸쳐 유산소능력 측정 검사와 무산소능력 측정 검사(Wingate Anaerobic Test)를 실시하였다. (통제군도 동일한 방법으로 검사 실시)

### 2) 훈련 프로그램

운동 프로그램을 실시하기 전 대상자들에게 훈련 방법에 대한 설명과 지도를 실시하였다. 1일 총 운동 시간은 오전과 오후 약 5시간 동안 실시하였으며, 운동 시작 전 스트레칭과 운동 후 정리운동을 반드시 실시하도록 하였다. 자세한 훈련 프로그램은 표 2와 같다.

표 2. 일일 훈련 프로그램  
 Table 2. Daily training program

	시간	프로그램
오전	06:30~06:40 (10')	스트레칭
	06:40~07:40 (60')	런닝 및 슛팅
	07:40~07:50 (10')	정리운동
오후	14:30~15:00 (30')	스트레칭 및 런닝
	15:00~18:00 (180')	인터벌훈련
		드리블연습
		팀전술훈련
		디펜스연습
18:00~18:10 (10')	정리운동	

## 3. 측정방법

### 1) 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 투여방법

엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취 그룹은 4주간 매일 2회 아침,

저녁에 50ml 총 100ml을 섭취하였다. 연구기간 중 식이 섭취 이외의 비타민, 미네랄, 단백질, 기타 천연물 등의 dietary supplements 이용을 제한하였다. 영양정보는 표 3과 같다.

표 3. 영양 · 기능정보  
 Table 3. Nutrition · Function Information

1일 섭취량 : 1포(50g)		
1일 섭취량 당	함량	%영양성분 기준치
열량	65kcal	
탄수화물	10g	3%
단백질	6g	11%
지방	0g	0%
나트륨	25mg	1%
엽산	500µg	125%
비타민B <sub>12</sub>	5µg	208%

※ %영양성분 기준치 : 1일 영양성분 기준치에 대한 비율

### 2) 유산소능력 측정

유산소능력 측정은 트레드밀 운동부하 검사로 최대 산소섭취량을 측정하였으며, 모든 대상자들은 12시간 공복상태를 유지시킨 후 측정을 실시하였다. 산소섭취량 측정은 CosMed(Italy)사에서 제작한 CPX(Cardiopulmonary exercise test)를 이용한 breath-by-breath 방법을 사용하였고, 운동부하검사 기기는 트레드밀(Q65; Quinton, USA)을 이용하였으며, 운동부하검사 방법은 Bruce protocol을 사용하여 측정하였다. 측정은 안정 시, 운동 중, 운동 후 회복기 동안 측정하였고, 산소와 이산화탄소 분석기가 내장된 기계에 연결하여 최대산소섭취량을 측정하였다. 유산소능력 측정에 사용된 프로토콜은 분당 85m 속도로 고정시키고 경사도 0%에서 운동을 시작하였으며 매 3분마다 2.5%씩 경사도를 증가시켰다. 운동은 목표심박수의 80% 이상에 해당하는 심박수에 도달 시까지 지속하였으며, 연구 대상자의 최대 운동 능력을 도출하기 위해 검사자는 대상자의 상태를 지속적으로 관찰하며, 탈진 시까지 운동을 유도하였다. 최대 운동 시점의 기준은 운동 강도 증가 또는 시간이 지나도 심박수가 증가하지 않고, 주관적 피로자각도(RPE)가 17 이상, 호흡 교환율이 1.15 이상 시 최대 운동 시점으로 판단하여, 최대 운동 시점의 분당 산소섭취량을 최대산소섭취량으로 하였다[20].

### 3) 무산소능력 측정(Wingate Anaerobic Test)

무산소능력 측정은 Wingate Anaerobic

Test(Excalibur Sports, LODE, Netherlands)를 이용하여 측정하였다. 무산소능력 측정 절차는 Warm-up(저항 100watt, 60rpm)을 5분간 실시하였으며, 측정 시 장력은 체중대비 0.75Nm로 적용하였다. 또한, Warm-up 종료 5초 전 검사자가 피험자에게 구두로 카운트다운(countdown)을 세어준 후 “시작”이라는 구두신호에 무산소능력을 측정하였다. 무산소능력 측정으로 최고파워(Peak Power)와 평균파워(Mean Power)를 측정하였다.

#### 4) 혈액채취 방법

혈액채취를 위해 대상자는 12시간 이상 공복 상태에서 실험실에 도착하여 30분간 안정을 취한 후 좌측 상완 정맥에서 일회용 주사기를 이용하여 10ml 혈액을 채취하였다.

#### 5) 혈액학적, 염증 및 면역변화 요인 분석

혈액학적 요인(RBC, Hb, Hct) 변화 분석은 채혈 후 2시간 이내에 EDTA tube에 넣어 삼광의료재단에 분석 의뢰하였으며, 염증변화 요인을 분석하기 위해 ELISA kit(eBioscience, USA)를 이용하여 IL-6, TNF-alpha를 분석하였다.

#### 4. 자료분석방법

본 연구에서는 SPSS 23.0 통계프로그램을 사용하여 모든 자료의 평균과 표준편차를 기술통계로 나타내었으며, 섭취군과 통제군 간 차이 검증을 위해 대응표본 t 검정(paired t-test)을 실시하였다. 모든 통계결과의 유의검증 수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 유산소 능력 측정 결과

표 4. 유산소 능력(최대산소섭취량) 변화 결과

Table 4. Results of aerobic capacity( $VO_2$ max) change (M±SD)

	pre (ml/kg/min)	post (ml/kg/min)	p value
섭취군	42.02±3.79	45.37±4.35	.001**
통제군	43.64±5.66	44.12±4.32	.416

$p < .05^*$ ,  $P < .01^{**}$ ,  $P < .001^{***}$

표 4는 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취

전·후의 유산소능력의 변화를 나타낸 것이다. 유산소 능력은 섭취군( $p < .01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

#### 2. 무산소 능력 측정 결과

##### 1) 최고파워(Peak Power) 측정 결과

표 5. 무산소 능력(Wingate anaerobic test) 최고파워(Peak Power) 변화 결과

Table 5. Anaerobic capacity peak power change result (M±SD)

	pre(watt/kg)	post(watt/kg)	p value
섭취군	9.78±1.24	11.6±1.48	.000***
통제군	9.95±2.14	10.33±1.25	.462

$p < .05^*$ ,  $P < .01^{**}$ ,  $P < .001^{***}$

표 5는 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취 전·후의 무산소능력의 최고파워(Peak Power) 변화를 나타낸 것이다. 최고파워는 섭취군( $p < .001$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

##### 2) 평균파워(Mean Power) 측정 결과

표 6. 무산소 능력(Wingate anaerobic test) 평균파워(Mean Power) 변화 결과

Table 6. Anaerobic capacity Mean power change result (M±SD)

	pre(watt/kg)	post(watt/kg)	p value
섭취군	5.63±.45	6.26±.53	.000***
통제군	5.79±.77	6.14±.60	.017*

$p < .05^*$ ,  $P < .01^{**}$ ,  $P < .001^{***}$

표 6는 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취 전·후의 무산소능력의 평균파워(Mean Power) 변화를 나타낸 것이다. 최고파워는 섭취군( $p < .001$ )과 통제군( $p < .01$ )에서 유의한 효과가 나타났다.

#### 3. 혈액 분석 결과

##### 1) RBC(Red Blood Cell) 측정 결과

표 7. RBC 분석 결과

Table 7. RBC analysis result

	pre(cells/ul)	post(cells/ul)	p value
섭취군	4.13±.25	4.38±.21	.007**
통제군	4.07±.19	4.10±.31	.671

$p < .05^*$ ,  $P < .01^{**}$ ,  $P < .001^{***}$

표 7은 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취

전·후의 RBC 분석 결과를 나타낸 것이다. RBC는 섭취  
 군(p<.01)에서 유의한 효과가 나타났다.

2) Hct(Hematocrit) 측정 결과

표 8. Hct 분석 결과  
 Table 8. Hct analysis result

	(M±SD)		p value
	pre(%)	post(%)	
섭취군	35.97±2.51	38.30±2.73	.049*
통제군	36.84±3.68	37.07±2.97	.766

p<.05\*, P<.01\*\*, P<.001\*\*\*

표 8은 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취  
 전·후의 Hct 분석 결과를 나타낸 것이다. Hct는 섭취군  
 (p<.05)에서 유의한 효과가 나타났다.

4. 염증 및 면역 분석 결과

1) TNF-alpha 분석 결과

표 9. TNF-alpha 분석 결과  
 Table 9. TNF-alpha analysis result

	(M±SD)		p value
	pre(ng/ml)	post(ng/ml)	
섭취군	0.0270±.060	0.0402±.108	.439
통제군	0.0310±.098	0.0410±.076	.545

p<.05\*, P<.01\*\*, P<.001\*\*\*

표 9는 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취  
 전·후의 TNF-alpha 분석 결과를 나타낸 것이다.  
 TNF-alpha는 두 집단에서 유의한 효과가 나타나지 않  
 았다.

2) IL-6 분석 결과

표 10. IL-6 분석 결과  
 Table 10. IL-6 analysis result

	(M±SD)		p value
	pre(ng/ml)	post(ng/ml)	
섭취군	0.0016±.0023	0.0012±.0010	.347
통제군	0.0008±.0016	0.0010±.0010	.655

p<.05\*, P<.01\*\*, P<.001\*\*\*

표 10은 여자 농구선수들의 엽산과 비타민B<sub>12</sub>를 섭취  
 전·후의 IL-6 분석 결과를 나타낸 것이다. IL-6은 두 집  
 단에서 유의한 효과가 나타나지 않았다.

IV. 결론

본 연구는 여자 농구선수들을 대상으로 엽산과 비타  
 민 B<sub>12</sub> 섭취가 혈액학적 요인 및 면역인자, 유·무산소성  
 운동 능력 변화에 미치는 효과에 대해 규명하고자 한  
 다.

먼저 여자 농구선수들의 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취 전  
 과 후의 유산소 능력 측정에서의 최대산소섭취량의 변  
 화는 섭취군에서 유의한 효과가 나타났다. 이러한 결과  
 는 지근 섬유에서 에너지 재생성 과정의 기능과 더불어  
 최대산소섭취량의 변화에 긍정적 요인으로 산소섭취  
 또는 이용의 효율성 증대에 기인한 결과로 생각된다.  
 또한, 무산소 능력 측정에서의 최고과워와 평균과워 변  
 화 모두 섭취군에서 유의한 효과가 나타났으며, 근육의  
 물질대사에 높은 효율성을 나타낼 수 있을 것으로 생각  
 된다.

혈액요인의 변화에서 여자 농구선수들의 4주간 엽산  
 과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취에 따른 RBC의 변화 결과로 섭취군  
 에서 유의한 효과가 나타났으며, 이는 최대산소섭취량  
 의 유의한 증가 원인에 있어 RBC의 유의한 증가에 기  
 인된 결과로 생각되며, RBC의 기능은 외호흡에서 유입  
 된 산소를 내호흡으로 유도하는 지표이므로 적혈구 세  
 포의 양이 많을수록 산소의 유동력과 이에 따른 산소이  
 용증가가 최대산소섭취량을 증가시킨 것으로 사료된다.  
 또한, Hct(적혈구용적률)의 변화에서 엽산과 비타민 B<sub>12</sub>  
 섭취군에서 유의한 효과가 나타났으며, 이는 Hct가 빈  
 혈을 평가하는 기준으로 설명되고 정상범위 이하 시 빈  
 혈 발생률이 높아 장기간 고강도 훈련에 따른 운동성  
 빈혈예방에 효과적으로 이용할 수 있는 가능성이 확인  
 되었다. 엽산과 비타민 B<sub>12</sub> 섭취에 따른 혈액조성효과  
 로 RBC와 Rct의 유의한 증가를 통해 엽산과 비타민B<sub>12</sub>  
 섭취가 혈액 조성에 관여하는 것으로 확인되었다.

마지막으로 염증 및 면역 분석 결과에서 엽산과 비  
 타민B<sub>12</sub> 섭취가 섭취군에서 평균적으로는 유의하게 증  
 가하는 경향을 보였으나 통계적으로는 유의한 효과가  
 나타나지 않았다. 특히, 대식세포 자극과 관련된 추가  
 연구와 비타민과 glucose의 기능의 상호 연관성에 대한  
 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## References

- [1] Park, C. G. (2010). The effect of SAQ training for athletic performance and physical fitness in female basketball athletes. *Journal of Coaching Development*, 12(12), 219–228.
- [2] Ford, K. R., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2003). Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(10), 1745–1750.
- [3] Steenland, K., & Deddens, J. A. (1997). Effect of travel and rest on performance of professional basketball players. *Sleep*, 20(5), 366–369.
- [4] Park, W. K., Kim, K. J. (2005). Training program and physiological characteristics of basketball. *Journal of Coaching Development*, 7(4), 73–80.
- [5] Noble, B. J. (1986). Physiology of exercise and sport (No. 747). *Times Mirror Magazine*.
- [6] Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1989). The physiological basis of physical education and athletics. William C Brown Pub.
- [7] Moran, V. H., Leathard, H. L., & Coley, J. (2000). Cardiovascular functioning during the menstrual cycle. *Clinical Physiology*, 20(6), 496–504.
- [8] Dale, E., Gerlach, D. H., & Wilhite, A. L. (1979). Menstrual dysfunction in distance runners. *Obstetrics and Gynecology*, 54(1), 47–53.
- [9] Shangold, M. M., & Levine, H. S. (1982). The effect of marathon training upon menstrual function. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 143(8), 862–869.
- [10] Prior, J. C., Vigna, Y. M., Schechter, M. T., & Burgess, A. E. (1990). Spinal bone loss and ovulatory disturbances. *New England Journal of Medicine*, 323(18), 1221–1227.
- [11] Lee, S. S., Kim, Y. Y., Park, U. H., Ryu, H. S., Lim, Y. J., Byun, J. C., Park, S. H. (2000). Effects of Menstruation on Isokinetic TEF Strength and Moods and Moods State in Female Judo Athletes. *Korean Journal of Physical Education*, 39(3), 525–532.
- [12] MacIntyre, D. L., Reid, W. D., & McKenzie, D. C. (1995). Delayed muscle soreness. *Sports Medicine*, 20(1), 24–40.
- [13] MacNeil, B., Hoffman-Goetz, L., Kendall, A., Houston, M., & Arumugam, Y. (1991). Lymphocyte proliferation responses after exercise in men: fitness, intensity, and duration effects. *Journal of Applied Physiology*, 70(1), 179–185.
- [14] Church, T. S., Barlow, C. E., Earnest, C. P., Kampert, J. B., Priest, E. L., & Blair, S. N. (2002). Associations between cardiorespiratory fitness and C-reactive protein in men. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 22(11), 1869–1876.
- [15] Ridker, P. M., Rifai, N., Stampfer, M. J., & Hennekens, C. H. (2000). Plasma concentration of interleukin-6 and the risk of future myocardial infarction among apparently healthy men. *Circulation*, 101(15), 1767–1772.
- [16] Pedersen, B. K., & Ullum, H. E. N. R. I. K. (1994). NK cell response to physical activity: possible mechanisms of action. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(2), 140–146.
- [17] Nieman, D. C. (1994). Exercise, upper respiratory tract infection, and the immune system. *Medicine and science in sports and exercise*, 26(2), 128–139.
- [18] Combs Jr, G. F., & McClung, J. P. (2016). The vitamins: fundamental aspects in nutrition and health. Academic press.
- [19] Johnson, M. A., Hawthorne, N. A., Brackett, W. R., Fischer, J. G., Gunter, E. W., Allen, R. H., & Stabler, S. P. (2003). Hyperhomocysteinemia and vitamin B-12 deficiency in elderly using Title IIIc nutrition services. *The American journal of clinical nutrition*, 77(1), 211–220.
- [20] ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. (2000). American College of Sports Medicine, 6th edition.
- [21] Yoo, I. S. (2016). Medical expenses and lost productivity costs due to the medical use of research arthropathy disease. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 2(2), 51–63.
- [22] Park, N. H & Kim, K. Y. (2016). Effects of obesity adult participation in boxing diets on weight loss, blood pressure and blood sugar improvements. *International Journal of Advanced Culture Technology* 6(4), 205–213.