

Effects of High Intensity Interval Training on Health Related Fitness and Bone Mineral Density in Middle School Girls

Tae-Hee Lee¹⁾ · Hye-Yun Lee¹⁾ · Kyeong-Lae Kim^{*1)}

¹⁾Korea National University of Education

고강도 간헐적 운동이 여자 중학생의 건강관련체력과 골밀도에 미치는 영향

이태희¹⁾ · 이혜윤¹⁾ · 김경래^{*1)}

¹⁾한국교원대학교

<ABSTRACT>

This study was to investigate the effect of high intensity interval training on health related fitness and bone mineral density in middle school girls. For this purpose, the participants randomly selected 24 girls in the second grade at Middle School, assigned 12 randomly to the exercise and control group each, and measured their health related fitness and bone mineral density before and after the experiment. Two-way repeated ANOVA was used to analyze within and between group differences. There were significant differences in muscle strength, flexibility according to time and that interactions happened between group and time in muscle strength, cardiopulmonary endurance, flexibility, and % body fat. No significant differences were found in bone mineral density according to group, time, and group×time interaction. It is thought that high intensity interval training can be effectively used to promote health and improve physical fitness regardless of time and place for adolescents who cannot participate in training due to lack of time.

Keywords : High intensity interval training, health related fitness, bone mineral density, middle school girls

I. Introduction

기술 문명이 발달함에 따라 우리의 삶이 편리해지고 그만큼 사람들은 효율적으로 움직이게 되었으

며, 최소한의 움직임으로 많은 성과를 낼 수 있게 됨으로써 여가시간이 증가하게 되었다. 국민여가활동조사에 따르면 만15세 이상 우리나라 국민들의 하루 평균 여가시간은 2018년 휴일 5.3시간, 평일

* Corresponding Author : Kyeong-Lae Kim, silzzang@knue.ac.kr

Received February 28, 2020; Reviewed March 17, 2020 Corrected March 19, 2020; Accepted March 21, 2020

© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

3.3시간으로 2016년과 비교하여 각각 0.3시간, 0.2시간 증가하였으나(Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2018a), 신체활동에 대한 관심이나 시간 부족으로 체육활동 참여율이 낮은 것으로 나타났다(Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2016). 2017년과 2018년 2년 동안 규칙적인 운동 참여에 대한 연령별 빈도는 30세~39세가 31.8%, 19~29세가 26.8%, 15~18세가 21.1%로 조사되어, 청소년기의 운동 빈도가 가장 낮은 것으로 나타났다(National Statistical Office, 2019).

최근 청소년들의 스마트폰 및 디지털 기기의 사용이 증가하면서 일상생활에서의 건강과 체력이 약해지고 기억력과 같은 뇌 기능의 감소 현상이 나타나고 있다(Yun, Ho, & Kim, 2019). 청소년기는 식습관과 운동습관, 흡연의 건강과 관련된 생활습관이 형성되는 시기이므로, 신체활동의 중요성을 더욱 강조하면서 올바르게 건강한 생활습관을 갖도록 하는 것이 매우 중요하다(Woo, Kim, & An, 2019). 신체활동의 부족은 체력을 감소시킬 뿐만 아니라, 각종 생활습관병의 발병률을 증가시킨다. 학생들은 주로 학교에서 체육시간을 활용하여 신체활동을 충족시키고 체력 향상의 기회를 얻는 것이 대부분인데, 체육수업 시간 감소 및 학교 내 체육활동 축소 등으로 인하여 신체활동의 기회가 부족하기 때문에 기초체력 감소 및 성장 발달의 저하 등과 같은 문제가 대두되었다. 그러나 2012년 이후 중학교 정규 수업과 학교스포츠클럽 활동을 합하여 주당 4시간, 고등학교 3년간 10단위 준수 등의 방침을 통하여 학교체육의 활성화를 꾀하고 있다. 교육부는 다양한 법적 제도를 통하여 아동·청년기부터 활동적 생활양식을 체득할 수 있도록 하고 있다(Ministry of Education, 2019). 그러나 청소년들의 평균 비만율은 2015년에 7.5%, 2017년에 10.0%, 2019년에는 10.8%로 점차 증가하고 있다(National Statistical Office, 2019). 이는 체육 활성화를 위한 제도와 신체활동의 중요성에도 불구하고 규칙적인 체육활동이 부족함을 의미한다. 한 조사에서 학생들이 정규 학교체육 외 생활체육 강좌나 강습 경험이 없는 이유를 시간적인 여유의 부족으로 꼽았다(Ministry of Culture, Sports and Tourism, 2018b).

학생들에게 주어진 학업 부담과 과중한 일상에서 운동 시간 확보가 매우 중요하다(Oh, Choi, & Kim, 2014). 운동 시간이 부족하다고 생각하는 이유는 오랜 기간 지속해야 효과가 나타나는 낮은 강도의 운동 특성 때문이며, 이러한 문제를 해결하기 위한 운동 방법으로 고강도 간헐적 운동이 있다(Laursen & Jenkins, 2002). 최근에 고강도 간헐적 운동 프로그램으로 다양한 트레이닝 방법이 개발되고 있다. 고강도 트레이닝은 짧은 운동 시간으로 건강증진과 체력향상을 도모할 수 있는 효율적 이면서 효과적인 운동 방법이다(Kim, 2015). 고강도 저항성 운동은 저강도 저항성 운동에 비해 총 향산화 능력이 증가하며(Lee et al., 2018), 고강도 일회성 운동은 골격근 내 자가소화작용 조절 인자인 p53(cell cycle 및 세포 대사를 억제하여 손상된 세포의 증식을 억제)를 유의하게 증가시킨다(Kang, Kim, Yu, Park, & Kim, 2011). 또한 고강도 운동을 규칙적으로 수행한 결과 전반적인 유산소 운동 능력과 무산소성 운동능력이 향상되었다(Park, & Lim, 2017).

타바타 운동은 특별한 기구와 넓은 장소가 없어도 수행이 가능한 맨몸 운동으로 구성되어 있다는 장점을 토대로 일반인들 사이에서 급속도로 확산되고 있다. Yang et al.(2017)은 타바타와 웨이트 트레이닝 그룹 중 타바타 운동 그룹이 폐활량, 골격근량, 지구력, 심폐기능 면에서 더 유의한 증가를 보였다고 보고하였다. 타바타 운동과 같은 맨몸을 이용한 고강도 간헐적 운동은 체중 부하를 이용하는 동작이 주로 포함되기 때문에 체중이 골격에 하중으로 작용하여 골밀도가 향상되고, 뼈의 부피가 커진다(Kim, Jun, Park, Kang, Chung, & Seo, 2003). 골밀도는 소아기에서 청년기 동안 특히 증가하며 사춘기 말 최대가 된다. 그 후 안정 상태로 몇 년간 지속된 후 40대를 기준으로 감소하기 시작한다(Cho, Jung, Park, Jin, & Hong, 1996). 따라서 청소년기에는 골다공증을 예방하기 위하여 규칙적인 운동 실천을 통해 최대 골량을 증가시킬 수 있도록 노력해야 한다.

이상의 선행연구들을 종합하면, 고강도 간헐적 운동은 유산소성 능력인 심폐지구력의 증가와 체지방률 감소, 무산소성 능력인 근력과 근지구력의 증가,

체중 부하로 인한 골밀도 증가와 같은 여러 복합적 효과를 기대할 수 있다.

이 연구는 8주간의 고강도 간헐적 운동을 통하여 여자중학생들의 건강관련체력과 골밀도의 변화를 살펴보고, 운동을 통하여 활기찬 생활을 주도적으로 영위할 수 있도록 도움을 주는 데 목적이 있다.

II. Methodology

1. Participants

연구참여자는 충청남도 A시 S중학교 2학년 여학생으로 중고강도 간헐적 운동 경험이 전혀 없고, 자발적으로 참여 의사를 밝힌 학생들 가운데 학부모가 연구 참여에 동의한 학생들을 대상으로 선정하였다. 참여자는 임상적으로 특별한 질환 없이 건강하고, 평소 규칙적으로 운동에 참여하지 않았던 학생들 중 체력 수준이 비슷한 24명의 여학생을 선정하였다. 그리고 운동집단과 통제집단으로 12명씩 무작위로 분류하였다. 연구참여자의 특성은 다음에 제시한 <Table 1>과 같다.

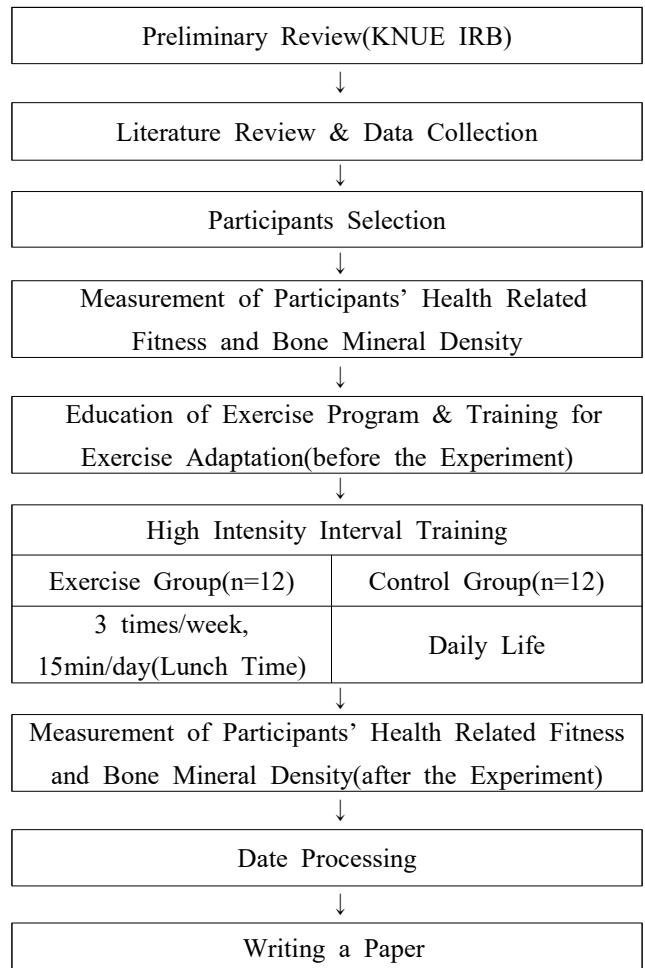
<Table 1> General characteristics of participants

Groups	Items	Age (year)	Height (cm)	Body Weight (kg)	% Body Fat (%)
Exercise Group (n=12)		14.56± 65	159.9± 6.07	52.91± 9.01	28.20± 5.60
Control Group (n=12)		14.84± 56	159.7± 3.27	59.77± 13.26	33.37± 8.40

Values are mean ± SD.

2. Procedure

이 연구는 8주간 고강도 간헐적 운동 수행이 건강관련체력과 골밀도 수치에 미치는 영향을 알아보기 위한 것으로, 한국고원대학교 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 얻어 진행하였다. 연구의 설계는 [Figure 1]과 같다.



[Figure 1] Research design

3. Metrics and Methods

1) Measurement Items

측정 항목은 건강관련체력과 골밀도로 나누어 진행하였으며, 다음의 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Measurement items

Items	Subvariables	Measurement Items
Health Related Fitness	Muscle Strength	Grip Strength
	Cardiopulmonary	Shuttle Run
	Endurance	Sit and Reach
	Flexibility	% Body Fat
Bone Mineral Density	% Body Fat	% Body Fat
	Bone Mineral Density	Density of Right Calcaneus

2) Measurement Tools

실험에 사용된 측정 도구는 <Table 3>과 같다.

<Table 3> Measurement tools

Items	Model/Country	Measurement Tools
Muscle Strength	DW-7041 (Japan)	Dynamometer
Cardiopulmonary Endurance	CASIO(Japan)	Stopwatch
Flexibility	DW-704(Japan)	Flexibility Measuring Tool
% Body Fat	Inbody 520(Korea)	Inbody
Bone Mineral Density	OsteoPro V1.01(Korea)	BMD Measuring Device

3) Measuring Methods

(1) Measurement of Health Related Fitness

건강관련체력 요소는 2007년 교육인적자원부가 제시한 학생건강체력평가(PAPS)와 동일한 방법으로 진행하였으며, 근력, 심폐지구력, 유연성, 체지방률을 측정하였다. 연구참여자의 체력 수준을 고려하여 시간을 두고 측정하였으며, 실험의 높은 일관성 및 신뢰성을 위해 측정 순서와 간격을 일정하게 통제하였다.

① Muscle Strength

바로 선 상태로 양 발은 어깨너비만큼 벌려 서는 직립 자세를 취하였다. 악력계의 걸림쇠가 중지 두 번째 마디의 적당한 위치에 잡힐 수 있도록 각자 자신의 손에 맞게 걸림쇠 폭을 조절하였으며, 악력계를 쥔 후 기계가 몸에 닿지 않도록 팔을 편 상태에서 오른쪽, 왼쪽의 순서로 각각 2회 측정한다.

② Cardiopulmonary Endurance

음악에 맞추어 20m의 거리를 왕복으로 달리도록 하며 반드시 한쪽 발은 20m 지정 마크에 놓인 선이나 그 이상까지 뻗어야 한다. beep음이 나기 전에 20m 끝에 도착했다면, 다음 beep음 소리가 나기를

기다린 뒤 출발하여야 한다. 이를 반복하다가 더 이상 이 이상의 속도를 유지해 선을 넘어갈 수 없다는 생각이 들 때까지 뛰도록 하며, beep음이 울릴 때 20m 지정 마크에 도착하지 못 했더라도 속도를 올려 페이스를 따라잡을 수 있도록 모두에게 2회의 기회를 더 부여한다. 테스트가 끝난 후 레벨과 횟수를 기록한다.

③ Flexibility

신발을 벗은 후 측정기 끝 수직면에 양쪽 발이 완전히 닿도록 앉아 머리를 들고 몸을 곧게 유지하면서 두 손바닥은 곧게 펴 왼손바닥을 오른손 손등 위에 포개 겹친다. 시작 지시에 맞춰 가슴을 앞으로 최대한 내밀고 상체를 굽히면서 측정 기구의 눈금 아래로 손을 쭉 뻗는다. 0,1cm 단위를 기준으로 기록하며, 2회 실시한 후 더 좋은 기록을 선택한다.

④ % Body Fat

생체전기저항분석법을 이용하여 제작된 체성분 분석기(inbody 520)를 사용하여 측정한다. 이때 피험자는 공복 상태를 유지해야 하며, 측정 전 전류가 잘 통하도록 손과 발을 전해질 티슈로 깨끗하게 닦아준다. 편한 체육복 차림으로 측정기 위에 올라가 양 손잡이를 잡고 양 팔을 적당한 간격으로 벌린 후 측정을 진행한다.

(2) Test of Bone Mineral Density

골조직을 통과하는 초음파를 이용하여 골밀도를 측정할 수 있는 정량적 초음파 기계를 이용한 OsteoPro V 1.01을 사용하였다. 참여자는 신발과 양말을 벗은 후, 편한 의자에 앉아 알코올 솜으로 종골과 종골 주변을 깨끗하게 소독한 후 측정 기계 발판에 발을 올려놓고 종골을 초음파의 출구에 정확하게 위치시킨 후 골밀도를 측정하였다. 참여자가 청소년인 점을 감안하여 보조 발판을 발뒤꿈치에 받쳐 정확한 측정이 가능하도록 하였다. 대상자의 오른쪽 종골을 각 2회씩 측정하여 평균 기록을 택하였다. 측정값은 WHO(세계보건기구)에서 제공한 진단 기준을 반영하여 골절과 관련된 위험의 정도를 판정할 수 있는 T-score(Young adult value)를 활용하였다.

4. Exercise Program

1) Exercise Intensity

점진성의 원리와 시간당 반복 횟수로 강도를 조절하였으며, 여유심박수의 70~90% 범위로 운동 강도를 설정하였다. 고강도 간헐적 운동 수행이 익숙하지 않을 것을 고려하여 처음 4주는 적응기로 운동 강도를 각자의 여유심박수의 60~70%로 설정하였고, 이후 5~8주는 여유심박수의 70~90%의 강도로 실시하였다. 운동 강도의 측정은 심박수를 활용하여 심폐지구력 평가를 수행할 수 있는 무선심박수계를 이용하였다.

2) Exercise Time and Frequency

이 실험은 학교 정규 수업시간 이외에 운동을 실시할 수 있는 점심시간을 이용하여 8주 간 준비운동, 본 운동, 정리운동을 각 5분씩, 총 15분 동안 진행하였고, 주 3회 반복 실시하였다.

3) Composition of Exercise Program

이 연구에서는 운동집단과 통제집단의 두 집단으로 나누어 실험을 진행하였다. 본 운동은 5분 동안 20초 운동, 운동과 운동 사이 10초 휴식을 반복하여

<Table 4> Exercise program

	Items	Time	Sets	Remarks
	Warm Up	5min	.	
Main Exerc ise	V-up	20sec	2 Sets	8weeks 3times/ week
	Rest	10sec		
	Cross Crunch Sit Up	20sec	2 Sets	
	Rest	10sec		
	Mountain Climber	20sec	2 Sets	1~4week HRR
	Rest	..10sec		
	Plank Jumping Jack	20sec	2 Sets	60~70%
	Rest	10sec		
	Burpee Test	20sec	2 Sets	5~8week HRR
	Rest	10sec		
	Cool Down	5min	.	

총 10회의 운동을 실시하였다. 운동 프로그램은 기구 없이 혼자 수행할 수 있는 맨몸 운동을 활용하여 5가지 동작으로 구성하였다. 참가자들이 흥미를 가지고 쉽게 따라할 수 있으며 부상 위험이 적고 안전하고 간단하면서 활동적인 동작들로 구성하였다. 운동 프로그램은 <Table 4>와 같다.

5. Data Processing

이 연구의 문제 해결을 위하여 참여자의 실험 전과 후의 값을 측정하여 각각의 변인들에 대한 자료를 도출하였고, 얻어진 자료들은 SPSS 21.0 프로그램을 이용하여 연구 목적에 맞게 자료를 분석하여 전산처리 하였다. 연구참여자의 일반적 특성은 기술통계를 활용하여 분석하였으며, 집단의 건강관련체력 및 골밀도의 사전·사후 검사 측정 결과값은 평균 및 표준편차로 제시하였다. 운동 프로그램 수행 전과 후의 건강관련체력 및 골밀도의 변화에 대한 변인의 상호작용효과를 알아보기 위해 반복측정이원변량분석(Two-way Repeated ANOVA)을 실시하였다. 모든 분석의 통계적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. Results

이 연구는 여자 중학생을 대상으로 8주 동안의 고강도 간헐적 운동이 건강관련체력과 골밀도에 어떠한 영향을 주는지 알아보기 위해 일주일에 3회 점심시간을 활용하여 규칙적으로 운동프로그램에 참여한 운동집단 12명, 통제집단 12명을 대상으로 실험을 진행하였으며, 연구 결과는 다음과 같다.

1. Homogeneity Verification

연구를 위해 수집된 운동집단과 통제집단 실험 전 건강관련체력 변인과 골밀도 변인의 측정 결과는 <Table 5>와 같다. 다음에 제시한 <Table 5>에서 보는 바와 같이, 모든 변인들의 측정값에 있어서 운동집단과 통제집단 간 약간의 차이는 나타났으나, 통계적으로 유의차가 나타나지 않았으므로 모든 변인들의 동질성이 검증되었다고 할 수 있다.

<Table 5> Homogeneity verification of variables before the experiment

Items	Groups	N	M±SD	t	Sig.
Muscle Strength (Grip Strength: kg)	EG	12	20.37± 4.22	-1.55 8	.135
	CG	12	22.75± 3.17		
Cardiopulmonary Endurance (Shuttle Run: time)	EG	12	21.58± 8.56	.281	.615
	CG	12	19.50± 11.24		
Flexibility (Sit and Reach: cm)	EG	12	17.45± 7.43	.715	.482
	CG	12	15.12± 8.51		
% Body Fat (%)	EG	12	28.45± 5.24	-.975	.344
	CG	12	31.70± 10.28		
Bone Mineral Density (mg/cm ²)	EG	12	-.82± .89	.378	.527
	CG	12	-1.04± .80		

Values are mean ± SD.

EG: Exercise Group, CG: Control Group

2. Changes of Health Related Fitness

8주 간 운동 프로그램 참여 후 집단 간 건강관련 체력 변인들의 사전, 사후 측정값의 변화는 다음에 제시한 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Changes of health related fitness

Items	Groups	Pre	Post	F	Sig.
Muscle Strength (kg)	EG	20.37± 4.22	24.51± 6.70 [#]	Group .131	.721
				Time 8.434	.008**
	CG	22.75± 3.17	23.30± 2.05	Group × Time 4.943	.037*
Cardio-pulmonary Endurance (time)	EG	21.58± 8.56	24.08± 8.73 ^{##}	Group .775	.388
				Time 2.984	.098
	CG	19.50± 11.24	19.16± 10.60	Group × Time 5.103	.034*

Flexibility (cm)	EG	17.45± 7.43	20.20± 5.69 ^{##}	Group 1.232	.279
				Time 7.91	.010*
	CG	15.12± 8.51	15.42± 9.66	Group × Time 5.104	.034*
% Body Fat (%)	EG	28.45± 5.24	27.52± 5.35 ^{##}	Group 1.421	.246
				Time 1.261	.274
	CG	31.70± 10.28	32.11± 9.94	Group × Time 8.234	.009**

Values are mean ± SD. *p<.05, **p<.01

EG: Exercise Group, CG: Control Group

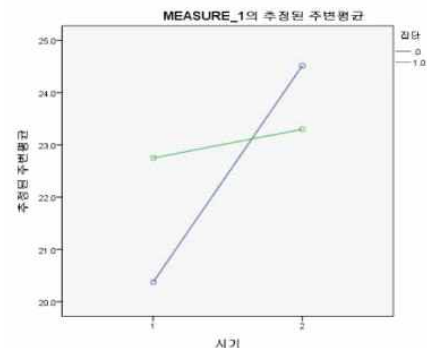
1) Changes of Muscle Strength

8주 간의 고강도 간헐적 운동프로그램을 실시한 후 근력의 변화에 대한 반복측정이원변량분석 결과는 <Table 7>과 같다. 집단×시기에 따른 상호작용 효과(p=.037)가 나타났으며, 시기에 따른 변화(p=.008)에서는 유의한 차이가 나타났다. 운동집단의 경우에 운동 전 20.37±4.22, 운동 후 24.51±6.70로 유의한 차(p=.012)가 나타났지만, 통제집단의 경우에는 운동 전 22.75±3.17, 운동 후 23.3±2.05로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<Table 7> Results of Two-way repeated ANOVA of muscle strength

Items	Groups	Pre	Post	F	Sig.
Muscle Strength (kg)	EG	20.37±4.22	24.51±6.70	Group .131	.721
				Time 8.434	.008**
	CG	22.75±3.17	23.30±2.05	Group× Time 4.943	.037*

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



[Figure 2] Interaction effect of muscle strength

<Table 8> Changes of muscle strength in groups before and after the experiment (Unit: kg)

Items	Time		t	Sig.
	Pre	Post		
EG	20.37±4.22	24.51±6.70	-3.022	.012*
CG	22.75±3.17	23.30±2.05	-.643	.534

*p < .05

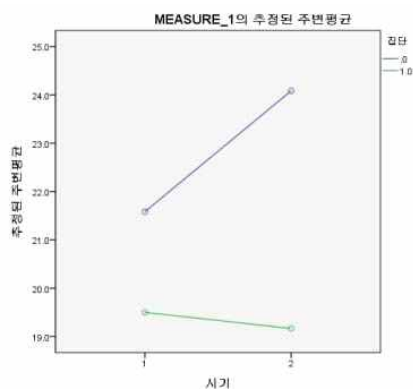
2) Changes of Cardiopulmonary Endurance

8주 간의 고강도 간헐적 운동을 수행한 후 심폐 지구력의 변화에 대한 반복측정이원변량분석 결과는 <Table 9>와 같다. 집단×시기에 따른 상호작용 효과(p=.034)가 나타났으며, 운동집단의 경우 운동 전 21.58±8.56, 운동 후 24.08±8.73로 유의한 차이(p=.005)가 나타났지만, 통제집단의 경우에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<Table 9> Results of Two-way repeated ANOVA of cardiopulmonary endurance (Unit: Time)

Items	Groups	Pre	Post		F	Sig.
Cardiopulmonary Endurance	EG	21.58±8.56	24.08±8.73	Group	.775	.388
				Time	2.984	.098
	CG	19.50±11.24	19.16±10.60	Group × Time	5.103	.034*

*p<.05

**[Figure 3]** Interaction effect of cardiopulmonary endurance**<Table 10>** Changes of cardiopulmonary endurance in groups before and after the experiments (Unit: Time)

Items	Time		t	Sig.
	Pre	Post		
EG	21.58±8.56	24.08±8.73	-3.509	.005**
CG	19.50±11.24	19.16±10.60	.323	.753

**p < .01

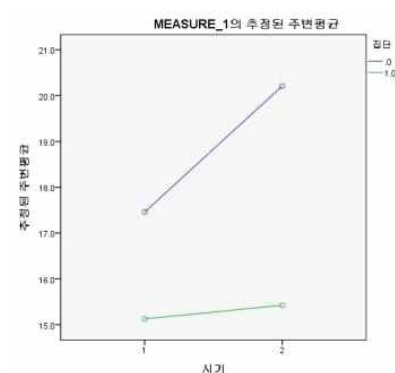
3) Changes of Flexibility

유연성 변화에 대한 반복측정이원변량분석 결과는 <Table 11>과 같다. 집단×시기에 따른 상호작용 효과(p=.034)가 나타났으며, 시기에 따른 변화(p=.010)에서 유의한 차이가 나타났다. 운동집단의 경우 운동 전 17.45±7.43, 운동 후 20.20±5.69로 유의차(p=.009)가 나타났지만, 통제집단의 경우에는 유의차가 나타나지 않았다.

<Table 11> Results of Two-way repeated ANOVA of flexibility (Unit: cm)

Items	Groups	Pre	Post		F	Sig.
Flexibility (cm)	EG	17.45±7.43	20.20±5.69	Group	1.232	.279
				Time	7.910	.010**
	CG	15.12±8.51	15.42±9.66	Group × Time	5.104	.034*

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

**[Figure 4]** Interaction effect of flexibility

<Table 12> Changes of flexibility in groups before and after experiment (Unit: cm)

Items	Time		t	Sig.
	Pre	Post		
EG	17.45±7.43	20.20±5.69	-3.196	.009**
CG	15.12±8.51	15.42±9.66	-.455	.658

**p < .01

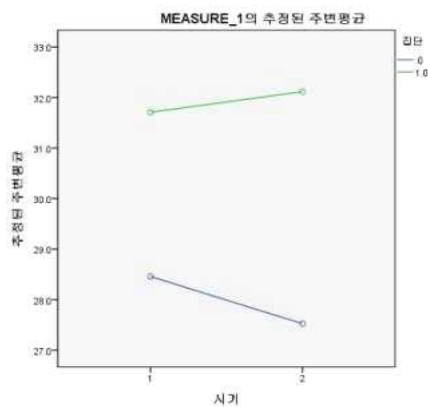
4) Changes of % Body Fat

8주 간의 고강도 간헐적 운동프로그램을 적용한 후 체지방률의 변화에 대한 반복측정이원변량분석 결과는 <Table 13>과 같다. 집단×시기에 따른 상호작용 효과(p=.009)가 나타났으며, 운동집단의 경우, 운동 전 28.45±5.24, 운동 후 27.52±5.35로 유의차(p=.004)가 나타났지만, 통제집단의 경우에는 유의차가 나타나지 않았다.

<Table 13> Results of Two-way repeated ANOVA of % body fat (Unit: %)

Items	Groups	Pre	Post		F	Sig.
% Body Fat	EG	28.45±5.24	27.52±5.35	Group	1.421	.246
				Time	1.261	.274
	CG	31.70±10.28	32.11±9.94	Group	8.234	.009**
				× Time		

**p<.01



[Figure 5] Interaction effect of % body fat

<Table 14> Changes of % body fat in groups before and after the experiment (Unit: %)

Items	Time		t	Sig.
	Pre	Post		
EG	28.45±5.24	27.52±5.35	3.561	.004**
CG	31.70±10.28	32.11±9.94	-1.055	.314

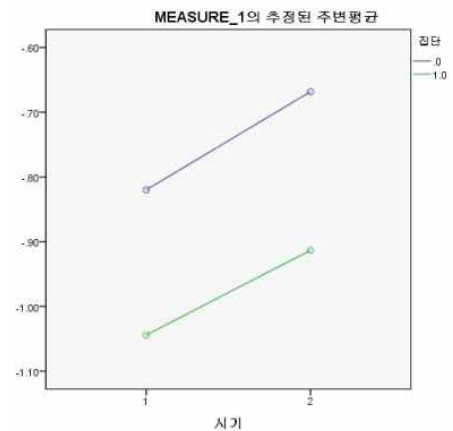
**p<.01, *p<.05

3. Changes of Bone Mineral Density

8주간의 고강도 간헐적 운동을 실시한 후 골밀도의 변화에 대하여 반복측정이원변량분석을 실시한 결과는 <Table 15>와 같이 모든 결과값에서 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<Table 15> Results of Two-way repeated ANOVA of bone mineral density (Unit: mg/cm²)

Items	Groups	Pre	Post		F	Sig.
Bone Mineral Density	EG	-0.82±.89	-0.66±1.18	Group	.445	.512
				Time	.675	.420
	CG	-1.04±.80	-0.91±.90	Group	.004	.952
				× Time		



[Figure 6] Interaction effect of bone mineral density

IV. Discussions

이 연구를 통해 8주간의 고강도 간헐적 운동 참여가 여자 중학생들의 건강관련체력과 골밀도에 어떤 영향을 미치는지 알아보고, 학교 내에서 청소년기 학생들의 신체 활동량을 증가시키는데 도움을 주고자 하였다. 연구 결과를 기초로 하여 다음과 같이 논의하고자 한다.

1. Changes in Health Related Fitness

건강관련체력은 일상생활에서 가장 중요하게 동원되는 체력 요소로, 활기찬 삶을 영위하고 각종 질병을 예방하는데 필요한 체력이다. 건강관련체력은 건강 증진 및 질병 예방을 위하여 인간의 삶에 꼭 필요한 체력 요소로 항상 강조된다. 건강관련체력을 측정하기 위해 근력, 심폐지구력, 유연성, 체지방률 변인을 선정하였으며, 8주간의 고강도 간헐적 운동의 효과를 비교 분석하기 위하여 운동집단과 통제집단으로 나누어 실험을 진행하였다. 측정 방법과 도구는 학생건강체력평가제(PAPS)를 참고하였고, 각 체력 요소별로 측정 결과를 세분화하였다.

건강관련체력에 대한 선행연구를 살펴보면 고강도 간헐적 운동은 20대 과체중 남성의 심폐지구력과 체중에 유의한 영향을 미쳤다고 하였고(Kim, & Lee, 2016), Lim(2014)은 타바타 운동 프로그램이 체지방률 감소와 근력, 심폐지구력 및 유연성 향상에 유의미한 영향을 미쳤다고 보고하였다. 또한 Yang et al.(2017)은 타바타 운동이 성인 여성의 폐활량, 골격근량 및 심폐지구력 향상에 효과가 있었다고 보고하였다.

이 연구에서 건강관련 체력 요소 중 근력, 심폐지구력, 유연성, 체지방률 변인에서 집단×시기 상호작용 효과가 나타났으며, 시기에 있어서는 근력과 유연성 변인에서 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과는 육상 운동 프로그램이 여자 중학생의 심폐지구력에 유의한 변화가 나타났다는 연구(Lim, 2016)와 12주 간 방과후 체육활동 참여가 심폐지구력, 유연성, 체지방률에 유의한 변화가 나타났다는 연구(Ban, 2016), 12주 간 간헐적 운동이 근력, 심폐지구

력, 유연성, 체지방률에 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다는 연구(Ju, 2017)와 일치한다.

맨몸 운동으로 구성된 고강도 간헐적 운동은 근력의 향상에 영향을 미쳤을 뿐만 아니라 점프 동작이 신체에 긍정적인 자극을 주어 전체적인 근력 향상에 영향을 미쳤다. 또한, 무산소성 대사 과정 사이 짧은 휴식 시간은 유산소성 대사 능력의 향상에 기여하여 심폐지구력이 향상되었다고 생각된다. 고강도 간헐적 운동의 수행과 건강관련체력의 관계를 연구한 대부분의 선행연구들은 심폐지구력과 유연성 향상, 체지방률 감소에는 유의미한 영향을 주었으나, 근력의 변화는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 추후 연구에서는 다양한 고강도 간헐적 운동프로그램을 구성할 때 건강관련체력 요소 중 근력의 향상에 대한 내용 중심의 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

2. Changes in Bone Mineral Density

중학교 여학생을 대상으로 8주간의 고강도 간헐적 운동프로그램을 적용한 후 실험 전과 후의 골밀도 수치를 비교한 결과 유의한 차이가 나타나지 않았다. 관련 선행연구를 살펴보면, Lee(2009)는 12주간의 비만 남자중학생을 대상으로 다양한 스포츠 활동을 실시한 결과 척추골밀도와 대퇴골밀도에서 유의한 차이가 나타났다고 하였고, Lee(2017)는 12주간의 남성 고령자를 대상으로 저항성 운동을 실시한 결과 대퇴골밀도에서 유의한 차이가 나타났다고 하였으며, Kim, Lee, & Shin(2007)은 12주간의 과체중 및 비만 아동을 대상으로 걷기 운동과 밴드 저항운동을 포함한 복합 운동프로그램을 실시한 결과 전신골밀도와 다리골밀도에서 유의한 차이가 나타났다고 보고하였다.

이 연구에서 진행했던 8주간의 고강도 간헐적 운동을 수행한 운동집단의 여자중학생의 골밀도 수치는 운동 전과 후에 통계적으로는 유의한 차이가 보이지는 않았지만, 통제집단과 비교하여 운동집단의 평균점수가 높게 나타났다. 이는 8주간의 성장기 여중생을 대상으로 줄넘기 운동을 실시한 결과 골밀도의 향상을 주지 못했다는 연구(Lee, 2002)와 8주간의 남자대학생을 대상으로 운동 강도에 따른 유

산소운동을 실시한 결과 운동집단과 비교집단의 종골 골밀도에서 유의한 차이가 나타나지 않은 연구 (Lishuai, 2016) 등과 비슷한 결과가 나타났다. 이러한 선행연구들의 결과를 고려해 볼 때 이 연구에서 정한 8주의 실험 기간은 고강도 간헐적 운동을 통하여 골밀도의 향상을 얻기에는 비교적 짧은 기간의 설정이었기 때문에 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 사료된다.

V. Conclusions

이 연구는 24명의 여자 중학생을 대상으로 운동 집단 12명, 통제집단 12명으로 나누어, 고강도 간헐적 운동프로그램을 8주 동안 적용하여 건강관련체력과 골밀도에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 이루어졌으며, 실험을 통해 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 여자 중학생을 대상으로 실시한 8주 간의 고강도 간헐적 운동은 건강관련체력에 있어서 근력, 심폐지구력, 유연성, 체지방률 변인 모두에서 집단×시기에 따른 상호작용효과가 나타났으며, 시기에서 근력과 유연성 변인에서 유의한 차이가 나타났다.

둘째, 여자 중학생을 대상으로 실시한 8주 간의 고강도 간헐적 운동은 골밀도 변인에서 집단×시간에 따른 상호작용효과가 나타나지 않았고, 시기와 집단 간에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다.

결론적으로, 고강도 간헐적 운동은 시간이 부족해서 운동에 참여하지 못하는 청소년들에게 시간과 장소에 구애 받지 않고 건강 증진 및 체력 향상을 도모하기 위하여 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 생각된다. 향후 학교 현장에서 아동 및 청소년들을 대상으로 고강도 간헐적 운동을 지속적으로 적용할 수 있도록 운동 유형, 운동 시간 및 운동 기간을 다양하게 설정하여 대상을 다양화 하여 여러 가지의 변인들에 대한 효과를 규명하기 위한 후속 연구가 필요하다.

References

Ban, S. M. (2016). *Effect of after-school physical education activities on health related fitness and*

learning ability of middle school students. Unpublished master's thesis. Chonnam National University, Gwangju, Korea.

Cho, S. H., Jung, S. T., Park, G. S., Jin, Y. S., & Hong, K. Y. (1996). The effect of exercise and hormone replacement therapy on physical fitness, body composition, blood composition, and bone density in early postmenopausal women. *Korean Journal of Physical Education*. 35(2). 2217-2227.

Ju, H. Y. (2017). *Effects of intermittent exercise to health related fitness and physical self-efficacy in low physical fitness children*. Unpublished master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju, Korea.

Kang, Y. S., Kim, J. H., Yu, S. K., Park, D. R., & Kim, J. C. (2011). The expression of p53, pFoxO-1 and MuRF1 protein in skeletal muscle during intensity endurance training. *Exercise Science*. 20(4). 379-388.

Kim, H. J., Lee, K. M., Shin, K. O. (2007). Correlations of body composition and bone mineral density according to 12-weeks combined exercise in overweight and obese children. *Exercise Science*. 16(3). 253-262.

Kim, K. J., Kim, Y. Y., & Lee, M. G. (2016). Effects of 6 weeks of high intensity intermittent training on body composition, aerobic capacity, and blood variables in overweight males. *Korean Journal of Sport Science*. 27(1). 37-52.

Kim, K. B.(2015). Method and application of high intensity interval training. 42nd Sports Workshop 2015 New Year Kinematics Conference. 10.

Kim, Y. S., Jun, T. W., Park, S. T., Kang, H. J., Chung, J. W., & Seo, H. G. (2003). The effects of bone mineral density and hormones related bone mineral density in practicing Taekwondo. *Korean Journal of Sport Science*. 14(1). 25-35.

Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programs and maximising performance in highly trained endurance athletes.

- Sport Med.* 32(1). 53-73.
- Lee, C. M. (2002). The effects of rope skipping training on maximal oxygen intake, body fat and bone density of girls' middle school students. *Growth and Development.* 10(1). 91-107.
- Lee, S. J., An, M. J., & Kim, K. L. (2019). Effects of step box exercise on health related fitness, bone mineral density and physical self-concept in obese female middle school students. *Brain, Digital, & Learning.* 9(4). 329-339.
- Lee, S. K. (2017). Effects of high intensity resistance training on bone mineral density and bone mineral content in elderly men. *Korean journal of physical education.* 26(3). 565-573.
- Lee, S. K., et al. (2018). Effects of high intensity resistance exercise on antioxidant capacity in male elderly. *Korean Society of Exercise Rehabilitation Conference.* 10. 125.
- Lee, S. W. (2009). *Effect of various sports activities on body composition and bone mineral density in the obese middle school boys.* Unpublished master's thesis, Changwon National University, Changwon, Korea.
- Lim, B. G. (2014). *The effects of Tabata Training Program on physical fitness among male university students.* Unpublished master's thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.
- Lim, K. C. (2016). Effects of athletics exercise program on the health related fitness, abdominal fat area and bone mineral density in middle school girls. *The Korean Society of Sports Science.* 25(4). 1337-1346.
- Lishuai. (2016). *Effects of aerobic exercise on cardiopulmonary function, body composition and bone mineral density in male college students.* Unpublished master's thesis, Kunsan National University, Kunsan, Korea.
- Ministry of Culture, Sports and Tourism(2016). *Report on the results of the survey on participation in national sports.*
- Ministry of Culture, Sports and Tourism(2018a). *National leisure activity survey.*
- Ministry of Culture, Sports and Tourism(2018b). *Survey on participation in national sports.*
- Ministry of Education(2019). *School physical education activation promotion basic plan.*
- National Statistical Office(2018). *Youth health behavior survey: Obesity rate.*
- National Statistical Office(2019). *Youth society economics survey: Regular exercise and frequency.*
- Oh, S. Y., Choi, M. K., & Kim, J. H. (2014). Effects of ccinuous and non-continuous circuit exercise on the hormonal response of middle school boys. *The Official Journal of the Korean Association of Certified Exercise Professionals.* 16(1). 9-18.
- Park, H. Y., & Lim, K. W. (2017). The Effect of high-intensity aerobic continuous and anaerobic interval training at 3,000 m hypobaric hypoxic condition for six-weeks on aerobic and anaerobic exercise capacity in competitive swimmers. *Physical Science Research.* 28(1). 241-249.
- Yang, H. S., Chan, C. D., Yoo, Y. D., Jeon, H. J., & Hur, J. W. (2017). The effects of tabata exercise and kettle bell exercise on vital capacity, skeletal muscle mass, and endurance in women. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine.* 5(4). 11-19.
- Yun, S. B., Ho. E. S., & Kim, K. L. (2019). Effects of group jump rope on working memory and attention in elementary school students. *Brain, Digital, & Learning.* 9(3). 199-212.
- Woo, S. J., Kim, K. L., An, M. J., & Ko, D. J. (2019). Effects of unicycle exercise on health related fitness and physical self-efficacy in male middle school students. *Brain, Digital, & Learning.* 9(4). 319-327.
- [저자의 소속과 직위]
 이태희: 한국교원대학교, 체육교육과 석사, 제1저자
 이혜윤: 한국교원대학교, 체육교육과 박사과정, 공동저자
 김경래: 한국교원대학교, 교수, 교신저자