

## 다양한 강도의 자전거운동이 비만중년여성의 신체구성, 혈중지질 및 지방대사에 미치는 영향

김대성<sup>1</sup>, 안정훈<sup>2</sup>, 어경태<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>한양대학교 스포츠과학과 박사, <sup>2</sup>성결대학교 체육교육과 교수, <sup>3</sup>한양대학교 스포츠과학과 박사수료

## The Effects of Body Composition, Blood Lipid & Lipid Metabolism on Bicycle Exercise of Various Intensities in Obesity Middle Aged Women

Dae-Sung Kim<sup>1</sup>, Jung-Hoon An<sup>2</sup>, Kyung-Tae Eo<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Doctor, Division of Sport Science, Hanyang University

<sup>2</sup>Professor, Department of Physical Education, Sungkyul University

<sup>3</sup>Doctoral Completion, Division of Sport Science, Hanyang University

**요약** 본 연구는 다양한 강도의 자전거 운동이 비만 중년 여성의 신체구성, 혈중지질 및 지방대사에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 35~55세의 비만중년여성 17명을 대상으로 저강도 그룹 5명, 중강도 그룹 6명, 고강도 그룹 6명으로 무선 배정하여 주 3회(월, 수, 금) 1일 20~50분의 다양한 강도별 자전거운동이 신체구성과 혈중지질, 지방대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 비교·분석한 결과, 신체구성의 변화에서는 그룹 간 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 혈중지질의 변화에서 글루코스의 그룹별 유의한 차이가 나타났다. 지방대사의 변화에서 그룹별 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 또한 시기, 시기×집단의 상호작용 효과에서도 모두 유의한 차이를 나타내지 않았다. 이상의 내용을 종합하면 통계적으로 유의미한 효과를 나타내지 않았다. 따라서 본 연구의 결과를 토대로 다양한 강도에서 관련 전공 분야의 연구와 개선을 위한 기초적인 자료로 활용되기를 기대한다.

**키워드** : 비만, 중년여성, 자전거운동, 신체구성, 혈중지질, 지방대사

**Abstract** In This study investigated the effects of various intensity cycling exercise on body composition, blood lipids and fat metabolism in obese middle-aged women. 17 people obesity middle - aged women aged 35 to 55 years were divided into 3 groups: 5 people in the low intensity group, 6 people in the medium intensity group, and 6 people in the high intensity group. The object of this study was to compare the effect of cycle exercise performed between 20 ~ 50 minutes per a day, 1 3 day times per week on the body composition, lipid profile and lipid metabolism of obesity middle - aged women. There was not substantial difference in body construction between groups. in blood lipid changes, there was a substantial difference in glucose between groups, There was not substantial difference between groups in the change of fat metabolism. In addition, there was not substantial difference in the interaction effect between time and time × group. It is expected that the results of this study will be used as basic data for related field.

**Key Words** : Obesity, Middle Aged Women, Bicycle Exercise, Body Composition, Blood Lipids, Lipid Metabolism

### 1. 서론

자전거는 경제적이면서 편리한 운송수단이며, 건강

을 지켜주는 수단으로 여겨지고 있으며[1], 자전거는 작은 크기에도 불구하고 빠른 속도를 낼 수 있는 장점이 있다. 또한 노면의 상태에 크게 구애 받지 않으며 어디

\*Corresponding Author : Kyung-tae Eo(djrudxo007@naver.com)

Received January 15, 2021

Accepted February 20, 2021

Revised February 17, 2021

Published February 28, 2021

든 이동을 할 수 있어 세계 어디서나 각광 받는 편리한 운동 수단이다[2]. 자전거운동은 일상생활에서 지속적으로 운동을 실행하고 신체활동을 증대시키는 가장 효율적인 운동방법이다. 자전거운동은 체중조절에 많은 긍정적 영향을 미치며 스트레스 및 우울증 등의 부정적인 심리상태를 낮춰주어 기분전환에 효과적이다[3].

운동 중 순발력이나 민첩성등과 연관된 무산소성 운동과 유산소성 운동인 오래달리기와 같은 운동과 근력 운동 등과 같은 여러 운동의 형태가 있고 이런 운동들 모두 건강한 몸과 마음을 유지하는데 이바지한다. 불균형인 신체를 바로잡기 위해서는 잘못된 자세부터 바로 잡고 그에 맞는 적합한 운동을 선택하여 오랜 시간 시행할 필요가 있다[4]. 자전거 운동은 여러 많은 운동 중에서도 여러 형태의 운동을 모두 포함하는 가장 좋은 운동중의 하나임을 알 수 있다. 자전거 유산소성 운동은 운동 강도에 따라서 운동 후에는 엔돌핀(endorphin)의 분비로 일상생활에서 겪는 각종 스트레스(stress)를 경감시켜 운동하는 사람들의 정서적 안정과 정신건강에 도움을 줘서 성인질환 예방의 척도가 되는 심폐지구력을 향상시킨다. 뿐만 아니라 자전거 운동은 높은 자아존중감과 긍정적인 신체를 구축하는데 큰 도움을 준다. 이렇듯 중강도의 자전거 운동은 신체활동과 우울증 및 스트레스해소의 개선에 기여한다[5]. 자전거 운동은 큰 근육을 반복적으로 사용하기 때문에 대퇴부(thigh)와 같은 대근육의 발달시켜 당뇨병을 포함한 여러 신진대사성 질환을 예방하는 장점이 있다. 더욱이 자전거 운동은 자기 자신의 생활 패턴에 맞춰 실시할 수 있을 뿐만 아니라 신체적, 심리적, 생리적 상태에 맞게 운동의 강도 및 빈도를 조절하며 시행할 수 있어 특정한 장소와 시간에 구애받지 않고 남녀노소를 모두 쉽게 접하여 일상생활에서 이용될 수 있는 훌륭한 신체 활동이다[6].

여성의 중년기는 생리적으로 노화단계에 접어드는 시기이다. 일반적으로 체력이 약해지며, 좌업 생활을 하여 적극적으로 신체활동을 해야만 한다. 특히, 근육량 감소 및 체지방량의 증가현상이 나타나 비만이 될 가능성이 높아진다. 중년여성의 비만의 증가는 체질량지수, 체중, 체지방률 등이 증가하는 것뿐만 아니라, 심혈관계 질환을 비롯한 대사후증군의 위험성이 증가하며[7], 고칼로리 섭취와 비활동적 생활 방식에 의하여 주요한 만성질환을 겪고 있으며[8], 뇌혈관 질환, 당뇨병, 심장병

등 성인병의 발병률과 매우 관련이 있는 것으로 보고 하였다[9]. 미국스포츠의학회의 권장사항 으로는, 중년 여성의 건강 유지 및 증진을 위하여 규칙적으로 중등강도 유산소성 운동을 권장하고 있다[10]. 또한, 비만의 예방으로 체력과 건강을 증진시키며 각종 성인병 치료에 유산소 운동이 효과적이라 보고 되었다[11]. 중년여성은 남성과는 달리 40대부터 60대 까지 꾸준히 체지방이 증가한다[12]. 따라서 본 연구는 비만중년여성을 대상으로 저강도, 중강도, 고강도의 운동강도에 따라 8주간 자전거 운동을 실시하여 신체구성과 혈중 지질, 지방대사에 미치는 영향을 알아보고, 이를 바탕으로 효과적인 운동 강도를 규명하여 건강 증진 및 체중조절에 도움이 될 수 있는 체계적이고 과학적인 운동정보를 제공하고자 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상 및 기간

본 연구의 대상자는 경기도 A시에 거주하며 체지방률 30% 이상인 35~55세의 비만 중년 여성 17명으로 하였으며 연구 시작 전 모든 대상들에게 연구의 목적 및 방법에 대하여 충분히 설명을 하였으며, 자발적 동의를 획득 후 연구에 임하였다. 연구대상자는 무작위 할당으로 VO<sub>2max</sub> 30-40%(5명) 저강도 그룹, VO<sub>2max</sub> 50-60%(6명) 중강도 그룹, VO<sub>2max</sub> 70-80%(6명)고강도 그룹으로 구분 하였다. 연구대상자의 신체적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. Physical Characteristic of Subjects

Group	N (17)	Ages (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	%fat (%)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Low Intensity Exercise Group (VO <sub>2max</sub> 30-40%)	N=5	51.80 ±7.94	161.00 ±5.21	66.80 ±11.98	35.56 ±6.95	25.44 ±3.77
Middle Intensity Exercise Group (VO <sub>2max</sub> 50-60%)	N=6	54.33 ±5.50	157.23 ±4.20	63.26 ±7.79	35.51 ±4.69	25.65 ±2.79
Hight Intensity Exercise Group (VO <sub>2max</sub> 70-80%)	N=6	50.33 ±4.08	158.50 ±0.83	65.15 ±12.12	34.15 ±8.16	26.00 ±4.91

values are mean ± standard deviation

본 연구는 8주간 다양한 강도의 자전거 훈련이 비만 중년여성의 신체구성, 심혈관계요인에 미치는 영향을 알아보기 위해 최대운동부하검사, 혈액성분 검사를 하였으며, 자전거 운동 프로그램은 주 3회(월, 수, 금)의

빈도로 8주 동안 저강도( $VO_{2max}$  30-40%), 중강도( $VO_{2max}$  50-60%), 고강도( $VO_{2max}$  70-80%)의 운동 강도로 H대학교 운동장에서 1일 강도별로 20-50분간 자전거 운동을 실시하였다.

## 2.2 측정 방법

### 2.2.1 최대운동부하검사 측정 방법

연구 대상자들은 실험 시작 24시간 전부터 음주 및 흡연과 과도한 신체활동을 금하였으며, 실험 1시간 전 실험실에 도착하여 휴식을 취한 뒤 10분간 준비 운동을 실시하였다. 측정 장비는 연구실험 시작 1시간 전부터 작동하여 장비와 실험실 내의 대기조건을 동일하게 설정하였다. 대상자들은 측정순서에 따라 실험실에 입실하여 30분간 완전한 휴식을 실시하였으며, 실험실 온도(23-25℃) 및 습도(50-60%)를 일정하게 유지하며 오전 9-12(AM)시 사이 실험을 실시하였다.

운동부하 검사는 실시 전 체격(신장, 체중) 및 신체구성(BMI, 체지방률) 측정 후 최대운동부하 검사(Bruce Protocol)를 통하여  $VO_{2max}$ 와  $HR_{max}$ 를 구하였다. 최초 운동시작은 10%의 경사도에서 1.7mph로 3분 동안 실시하였으며, 매 3분마다 2%의 경사도, 속도는 0.8mph씩 증가시키며 단계별로 약2-3METs씩 증가하여 피험자가 all-out 될 때까지의 측정을 실시하였다. 가스호흡분석기(Meta soft3)를 사용하여 데이터를 수집하고, 심박수 측정기를 사용하여 10초마다 심박수를 측정하였으며 심박수(HR), 최대심박수( $HR_{max}$ ), 산소섭취량( $VO_2$ ), 분당환기량(VE), 무산소성 역치(AT), 호흡교환율(R), 산소섭취량( $VO_2$ ) 최대산소섭취량( $VO_{2max}$ )등을 측정하였다. 동일한 칼로리 소비량을 일정하게 유지시키며 최대운동부하 검사에서 측정된  $VO_{2max}$ 를 토대로 저강도( $VO_{2max}$  30-40%), 중강도( $VO_{2max}$  50-60%), 고강도( $VO_{2max}$  70-80%)에 해당하는 운동강도를 산출하였다.

### 2.2.2 혈액성분 검사

채혈은 실험 전 12시간 이상 공복 상태를 유지하였으며, 공복 상태에서 안정 시에 상완정맥 혈관에서 일회용 주사를 사용하여 시행 후, 원심분리기를 이용하여 혈청을 분리하여 분석시료로 사용하였다. ADVIA 2400 장비를 사용하여 효소법(Enzymatic assay)으로 Glucose, TC, TG를 분석하고 직접법>Selective

inhibition)으로 LDL-C, HDL-C를 분석하였다. 성장 호르몬의 농도는 채취한 혈액에서 혈장을 분리 후 냉장 보관한 뒤 CLIA(Chemi luminescent Immuno assay)의 검사법으로 Immulite 2000 GH kit (Siemens, USA)를 사용하였으며 Immulite 2000(DPC, USA)으로 측정 하였다. 유리지방산(FFA)의 분석은 방법은 효소법으로써 혈청 50ul를 NEFA HR.II (Wako, JAPAN)와 혼합한 뒤 37℃에서 5분간 가온 후 Modular Analytics(Hitachi, JAPAN)로 분석기를 사용하여 시약맹검을 대조로 60분 이내에 파장 555nm에서 검체의 흡광도를 읽어, 표준액의 농도와 흡광도를 이용하여 검체의 농도를 구할 예정이다. 지방분해효소(lipase; LPL)는 ELISA(enzyme-Linked Immunosorbent Assay) 방법을 통하여 LPL ELISA kit(Alpco, USA)를 사용하였으며 Microplate Reader [VERSA Max Molecular device, USA]로 측정 하였다. 혈액채취는 자전거 운동 8주 전, 후로 안정 시에 채혈 하였다.

### 2.2.3 자료처리

본 연구의 자료 분석으로는 SPSS PC<sup>+</sup> for window(version 19.0)통계 프로그램을 사용하여 분석하였다. 본 연구의 자료 분석은 측정된 모든 자료의 기술통계량을 제시하기 위해 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였고, 세 집단의 사전·중간사후검사 평균 차이를 검증하기 위하여 Two-way ANOVA with repeated measures를 실시하였다. 또한, 집단 간 사전 값 동질성 여부와 사전·사후 평균값의 변화를 알아보기 위하여 개체 내 대비검정을 실시하였으며, 모든 통계 분석을 위하여 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1 신체구성의 변화

자전거 8주 운동에 따른 신체구성의 변화를 알아보기 위해 각 그룹(group)에 대한 평균과 Two-way repeated ANOVA분석 결과는 Table 2와 같다.

Table 2. Two-way repeated ANOVA about the change of Body Composition

Item	Period	Group	N	M±SD	Group	SS	df	MS	F	p
Weight (kg)	pre (0 Weeks)	LIE	5	66.80±11.98	group	73.804	2	36.902	.160	.854
		MIE	6	63.26±7.79	error	3226.287	14	163.465		
		HIE	6	65.15±12.12	period	.404	1	.404	.306	.589
	post (8 Weeks)	LIE	5	67.14±11.21	period*group	.092	2	.046	.035	.966
		MIE	6	63.35±8.17	error	18.497	14	1.321		
		HIE	6	65.38±12.59						
Fat mass (kg)	pre (0 Weeks)	LIE	5	24.42±8.26	group	11.854	2	5.927	.048	.954
		MIE	6	22.75±5.70	error	1745.311	14	124.665		
		HIE	6	23.11±9.74	period	1.047	1	1.047	.928	.352
	post (8 Weeks)	LIE	5	23.78±8.65	period*group	.379	2	.190	.168	.847
		MIE	6	22.63±5.74	error	15.790	14	1.128		
		HIE	6	22.81±8.78						
% Body fat (%)	pre (0 Weeks)	LIE	5	35.56±6.95	group	12.630	2	6.315	.075	.929
		MIE	6	35.51±4.69	error	1185.918	14	84.708		
		HIE	6	34.15±8.16	period	1.027	1	1.027	.595	.453
	post (8 Weeks)	LIE	5	34.78±7.22	period*group	.740	2	.370	.214	.810
		MIE	6	35.40±4.94	error	24.166	14	1.726		
		HIE	6	34.00±6.95						
Skeletal muscle mass (kg)	pre (0 Weeks)	LIE	5	23.42±2.18	group	12.285	2	6.142	.722	.503
		MIE	6	22.06±1.81	error	119.094	14	8.507		
		HIE	6	23.13±1.99	period	.135	1	.135	.444	.516
	post (8 Weeks)	LIE	5	23.50±2.81	period*group	.050	2	.025	.083	.921
		MIE	6	22.13±1.66	error	4.267	14	.305		
		HIE	6	23.36±2.12						
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	pre (0 Weeks)	LIE	5	25.44±3.77	group	12.285	2	6.142	.722	.503
		MIE	6	25.65±2.79	error	119.094	14	8.507		
		HIE	6	26.00±4.91	period	.135	1	.135	.444	.516
	post (8 Weeks)	LIE	5	25.36±3.77	period*group	.050	2	.025	.083	.921
		MIE	6	25.60±2.66	error	4.267	14	.305		
		HIE	6	25.91±4.81						

LIE: Low Intensity Exercise Group( $VO_{2max}$  30-40%)

MIE: Middle Intensity Exercise Group( $VO_{2max}$  50-60%)

HIE: High Intensity Exercise Group( $VO_{2max}$  70-80%)

### 3.1.1 체중의 변화

체중에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 66.80±11.98kg, 8주 후 67.14±11.21kg 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 63.26±7.79kg, 8주 후 63.35±8.17kg으로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 65.15±12.12kg, 8주 후 65.38±12.59kg으로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석한 결과 그룹(group), 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

### 3.1.2 체지방량의 변화

체지방량에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 24.42±8.26kg, 8주 후 23.78±8.65kg 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 22.75±5.70kg, 8주 후 22.63±5.74kg으로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 23.11±9.74kg, 8주 후

22.81±8.78kg으로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

### 3.1.3 체지방율의 변화

체지방율에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 35.56±6.95%, 8주 후 34.78±7.22% 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 35.51±4.69%, 8주 후 35.40±4.94%으로 나타났으며, 고강도 그룹은 사전 34.15±8.16%, 8주 후 34.00±6.95%으로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

### 3.1.4 골격근량의 변화

골격근량에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴

보면, 사전 23.42±2.18kg, 8주 후 23.50±2.81kg 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 22.06±1.81kg, 8주 후 22.13±1.66kg으로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 23.13±1.99kg, 8주 후 23.36±2.12kg으로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.1.5 체질량지수의 변화

체질량지수에 대한 저강도 그룹의 평균을 살펴보면, 사전 25.44±3.77kg/m<sup>2</sup>, 8주 후 25.36±3.77kg/m<sup>2</sup>으로 나타났으며, 중강도 그룹은 사전

25.65±2.79kg/m<sup>2</sup>, 8주 후 25.60±2.66kg/m<sup>2</sup>으로 나타났으며, 고강도 그룹은 사전 26.00±4.91kg/m<sup>2</sup>, 8주 후 25.91±4.81kg/m<sup>2</sup>으로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹, 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.2 혈중지질의 변화

자전거 8주 운동에 따른 혈중지질의 변화를 알아보기 위해 각 그룹(group)에 대한 평균과 Two-way repeated ANOVA분석 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Two-way repeated ANOVA about the change of Blood Lipid

Item	Period	Group	N	M±SD	Group	SS	df	MS	F	p
Total cholesterol (mg/dl)	pre (0 Weeks)	LIE	5	178.80±40.08	group	6821.784	2	3410.892	2.280	.139
		MIE	6	169.33±9.72	error	20948.333	14	1496.310		
		HIE	6	206.16±30.10	period	397.837	1	397.837	3.946	.067
	post (8 Weeks)	LIE	5	170.20±37.77	period*group	161.929	2	80.965	.803	.468
		MIE	6	168.33±11.46	error	1411.600	14	.305		
		HIE	6	195.16±30.21	error	1411.600	14	.305		
HDL-C (mg/dl)	pre (0 Weeks)	LIE	5	55.00±15.95	group	769.125	2	384.562	.762	.485
		MIE	6	56.50±9.99	error	7066.817	14	504.773		
		HIE	6	65.00±21.17	period	54.626	1	54.626	2.793	.117
	post (8 Weeks)	LIE	5	57.80±16.25	period*group	7.301	2	3.650	.187	.832
		MIE	6	57.83±10.45	error	273.817	14	19.558		
		HIE	6	68.50±19.88	error	273.817	14	19.558		
LDL-C (mg/dl)	pre (0 Weeks)	LIE	5	110.60±28.78	group	1119.113	2	559.556	.338	.719
		MIE	6	116.16±35.71	error	23175.417	14	1655.387		
		HIE	6	125.83±32.71	period	469.001	1	469.001	2.566	.131
	post (8 Weeks)	LIE	5	106.40±34.90	period*group	47.125	2	23.562	.129	.880
		MIE	6	106.16±14.93	error	2558.817	14	182.773		
		HIE	6	117.66±30.67	error	2558.817	14	182.773		
Glucose (mg/dl)	pre (0 Weeks)	LIE	5	96.40±7.56	group	178.046	2	89.023	.592	.566
		MIE	6	94.00±5.17	error	2104.483	14	150.320		
		HIE	6	97.66±5.64	period	215.651	1	215.651	7.916	.014*
	post (8 Weeks)	LIE	5	86.40±11.86	period*group	99.113	2	49.556	1.819	.198
		MIE	6	90.83±9.04	error	381.417	14	27.244		
		HIE	6	95.66±14.08	error	381.417	14	27.244		

LIE: Low Intensity Exercise Group(VO<sub>2max</sub> 30-40%)  
 MIE: Middle Intensity Exercise Group(VO<sub>2max</sub> 50-60%)  
 HIE: High Intensity Exercise Group(VO<sub>2max</sub> 70-80%)

3.2.1 총콜레스테롤의 변화

총콜레스테롤에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 178.80±40.08mg/dl, 8주 후 170.20±37.77mg/dl 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 169.33±9.72mg/dl, 8주 후 168.33±11.46mg/dl으로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 206.16±30.10mg/dl, 8주 후 195.16±30.21mg/dl으로 나타났다. Two-way

repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.2.2 고밀도지단백 콜레스테롤의 변화

고밀도지단백 콜레스테롤에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 55.00±15.95mg/dl, 8주 후 57.80±16.25mg/dl 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 56.50±9.99mg/dl, 8주 후 57.83±10.45mg/dl으로

나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 65.00±21.17mg/dl, 8주 후 68.50±19.88mg/dl로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.2.3 저밀도지단백 콜레스테롤의 변화

저밀도지단백 콜레스테롤에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 110.60±28.78mg/dl, 8주 후 106.40±34.90mg/dl 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 116.16±35.71mg/dl, 8주 후 106.16±14.93mg/dl로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 125.83±32.71mg/dl, 8주 후 117.66±30.67mg/dl로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기, 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.2.4 글루코스의 변화

글루코스에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 96.40±7.56mg/dl, 8주 후 86.40±11.86mg/dl 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 94.00±5.17mg/dl, 8주 후 90.83±9.04mg/dl로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 97.66±5.64mg/dl, 8주 후 95.66±14.08mg/dl로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 시기(F=7.916, p<.05)에서는 유의한 차이가 나타났다. 하지만 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.3 지방대사의 변화

사전저 8주 운동에 따른 혈중지질의 변화를 알아보기 위해 각 그룹(group)에 대한 평균과 Two-way repeated ANOVA분석 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Two-way repeated ANOVA about the change of Lipid Metabolism

Item	Period	Group	N	M±SD	Group	SS	df	MS	F	p
Free fatty acid (μEq/L)	pre (0 Weeks)	LIE	5	385.40±143.67	group	118983.325	2	59491.663	1.052	.375
		MIE	6	537.16±125.23	error	791725.733	14	56551.838		
		HIE	6	420.83±159.30	period	30038.438	1	30038.438	2.138	.166
	post (8 Weeks)	LIE	5	448.40±167.83	period* group	1580.118	2	790.059	.019	.981
		MIE	6	579.16±313.84	error	576250.000	14	41160.714		
		HIE	6	494.83±308.19	group	517.569	2	258.784	.234	.794
Triglyceride (mg/dl)	pre (0 Weeks)	LIE	5	168.80±26.56	error	15452.667	14	1103.762		
		MIE	6	157.33±36.48	period	1079.504	1	1079.504	2.138	.166
		HIE	6	165.66±27.41	period* group	45.616	2	22.808	.045	.956
	post (8 Weeks)	LIE	5	154.20±11.03	error	7068.267	14	504.876		
		MIE	6	148.33±34.38						
		HIE	6	155.33±24.01						

LIE: Low Intensity Exercise Group(VO<sub>2max</sub> 30-40%)  
 MIE: Middle Intensity Exercise Group(VO<sub>2max</sub> 50-60%)  
 HIE: High Intensity Exercise Group(VO<sub>2max</sub> 70-80%)

3.3.1 유리지방산의 변화

유리지방산에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 385.40±143.67μEq/L, 8주 후 448.40±167.83μEq/L 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 537.16±125.23μEq/L, 8주 후 579.16±313.84μEq/L로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 420.83±159.30μEq/L, 8주 후 494.83±308.19μEq/L로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

3.3.2 중성지방의 변화

중성지방에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴보면, 사전 168.80±26.56mg/dl, 8주 후 154.20±11.03mg/dl 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 157.33±36.48mg/dl, 8주 후 148.33±34.38mg/dl로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 165.66±27.41mg/dl, 8주 후 155.33±24.01mg/dl로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다.

### 3.3.3 리파아제의 변화

리파아제에 대한 저강도 그룹(group)의 평균을 살펴 보면, 사전 28.20±8.75U/L, 8주 후 29.40±13.16U/L 으로 나타났으며, 중강도 그룹(group)은 사전 28.83±8.77U/L, 8주 후 29.00±7.01U/L으로 나타났으며, 고강도 그룹(group)은 사전 43.50±15.54U/L, 8주 후 48.00±20.03U/L으로 나타났다. Two-way repeated ANOVA 분석 결과 그룹(group), 시기×집단 간 상호작용의 효과에서 유의한 차를 보이지 않았다

## 4. 논의

### 4.1 신체구성의 변화

인체를 구성하는 성분 즉 신체 구성은 유전, 가족력, 식생활 습관, 심리적 요인, 내분비계 요인, 규칙적으로 계획된 훈련에 참여 여부 등에 따라 영향을 받으며, 일반적 상황에서, 체지방이 변화하는 것은 에너지 섭취와 소비 간의 불균형에서 기인한다[13]. 비만이 질병이라고 주장하는 이유는 이러한 불균형 된 섭취 증가로 인해 발생한 비만은 고혈압, 높은 수준의 혈청 콜레스테롤, 성인 당뇨병과 연관되어 있기 때문이다[14]. 규칙적인 유산소운동을 함으로써 체지방량의 유지 및 증가시키며 체지방을 감소시킨다[15]. 중년여성을 대상으로 12주 적용한 연구를 살펴보면, [16]은 비만 중년여성들을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 신체구성의 긍정적 변화를 보고하였으며, [17]의 연구에서도 비만중년여성을 대상으로 규칙적인 저항운동과 자율적인 운동집단을 12주간 실시한 결과 신체조성에 긍정적인 변화를 보고하였다. [18]의 연구에서도 중년여성을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 신체구성에 긍정적인 변화를 보고하였다. 본 연구에서는 중년 비만 여성을 각각 저강도( $VO_{2max}$  30-40%), 중강도( $VO_{2max}$  50-60%), 고강도( $VO_{2max}$  70-80%)로 나누어 8주간 자전거 훈련을 실시한 결과 신체구성 측정 변인들 중 체지방량, 체지방율, 체지방지수는 모두 훈련 후 감소 경향을 보였다. 다만 본 실험의 세 가지 운동 강도에 따라 신체구성 개선 효과의 차이를 보이지는 않았지만, 훈련 시간을 20~50분으로 차등 적용하였기에, 각 군의 신체구성 변화 결과가 비슷하게 도출된 것이다. 이는 지방산화를 중심으로 에너지 소모를 증가시키기 위해서는 훈련시간을 늘려야함을 보여주는 결과라 할 수 있으며,

[19]의 연구에서도 운동 시간에 대한 효과 크기가 40분 이하에 비해 100분 이상에 효과 크기가 가장 큼을 제시한 것도 의미 있게 고려할 점으로 보인다. 따라서 본 실험에서 수행된 저강도( $VO_{2max}$  30-40%) 운동 시간을 점증하는 것이 지방 산화 효과를 더 높일 수 있을 것으로 보인다.

본 실험을 통해 알 수 있는 것은 체중조절을 위한 운동의 정량화를 위해서는 운동 강도도 중요하겠지만 이보다 운동 지속 시간을 더 중요하게 고려해야 한다는 것이다. 신체 구성 조절을 위한 걷기 운동 시 저, 중, 고강도의 각 운동 시간은 저강도에서 50분 이상, 중강도 30~40분, 고강도 20분으로 제시하고 있는 연구[20]과도 같은 경향이라 하겠다.

또한 신체구성 변화 효과를 높이기 위해서는 식이조절이 병행[21] 되어야 하고, 생활습관 및 다른 환경요인 등의 통제가 필요할 것으로 보인다.

### 4.2 혈중지질의 변화

비만이란 단순하게 과체중을 의미하는 것이 아니라 체내의 지방세포 수가 증가하거나 또는 크기가 커져 피하층과 체조직에 체지방이 과도하게 축적된 결과 피하지방을 비롯하여 내장 지방이 비정상적으로 많아진 상태를 의미하며[22], 이는 고혈압, 당뇨, 혈관질환, 등의 유병률을 높이고, 중성지방(TG)의 증가와 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C)의 증가, 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C)의 감소 등 이상 지혈증과도 높은 상관성을 가지고 있다고 보고하고 있다[23]. 에너지 공급원인 혈중지질은 TC, TG, LDL-C, HDL-C 등으로 구성되어 있다. 혈중지질 성분의 증가는 고혈압과 동맥경화, 심근경색증, 협심증과 같은 심혈관 질환 및 당뇨와 인슐린 저항성과 같은 대사성 질환을 유발하며[24], 혈중 콜레스테롤이 높은 경우 동맥경화의 위험률이 높아지며, TG가 높은 경우는 고지혈증 및 심장질환의 위험률이 높아진다[25]. 중년여성을 대상으로 자전거 운동을 실시한 결과 심혈관계 질환 및 만성질환을 예방 할 수 있는 운동프로그램이라는 것을 보고 하였다[26]. 또한, 중년여성을 대상으로 8주간 운동을 통한 혈중지질 변화에 관한 연구를 보면, [27]은 비만 중년여성을 대상으로 Whole-body EMS 훈련을 8주간 실시하였을 때 혈중지질의 유의한 변화를 보이지 않았다고 하였으며, [28]은 중년여성을 대상으로 8주간 근력운동을 실시한

결과 혈중지질의 긍정적인 변화를 보고하였다. 본 연구에서는 중년여성을 대상으로 저강도( $VO_{2max}$  30-40%), 중강도( $VO_{2max}$  50-60%), 고강도( $VO_{2max}$  70-80%)로 8주간 자전거 운동을 실시한 결과 유리지방산은 8주 전 값보다 다소 증가되었으며 통계적 의미는 없지만 특히 고강도 운동군에서 다소 더 높게 증가했음을 확인했다. 이와 함께 리파아제의 활성도 또한 세 군에서 모두 증가 경향을 확인하였고, 베타 산화과정에서 주요 에너지 기질로 사용된 중성지방은 세 군에서 모두 감소 경향을 확인하였다. 본 연구에서 운동 강도에 따른 지질 대사 변화의 유의한 차이를 발견하지 못한 이유는 8주의 짧은 훈련기간, 식·생활 습관의 미통제, 실외 환경 변수 등이 그 이유일 수 있겠지만 무엇보다 통계적 유의성을 유도할 만큼의 양적 수적 변화가 적었기 때문으로 사료된다. 향후 연구에서는 저, 중, 고강도의 자전거 훈련이 기간별로 지질 대사를 포함한 다양한 생리학적 지표들에 어떤 영향을 주는가에 대한 연구에 다수의 실험 대상자를 참여시켜 진행할 필요가 있겠다.

#### 4.3 지방대사의 변화

지방 세포에 축적되어 있던 중성지방은 효소 리파아제의 촉매활동을 통하여 1개의 글리세롤(glycerol)과 3개의 유리지방산(free fatty acid; FFA)으로 분해된다. 이러한 지방분해작용(lipolysis)을 통해 저장된 지방이 에너지로 사용된다[29]. 운동 시 지방분해효소의 활성화에 의하여 지방분해가 시작되며, 글리세롤과 유리지방산의 혈중 방출이 증가하게 된다. 그리고 인체의 지방 세포에서 분해된 유리지방산이 운동 근육에 전달되기 위해서는 혈중으로 방출되어 운반되는데, 유리지방산은 소수성(hydrophobic)이 강하기 때문에 잘 용해되지 않아 이동하기 위해서는 혈장 단백질 알부민(albumin)이 결합되어야 운반될 수 있다. 이렇듯 운동을 수행 할 시 방출되는 유리지방산의 양으로 지방 분해의 비율을 예측할 수 있다[30].

운동을 통한 지방대사에 관한 선행연구를 살펴보면, 규칙적인 유산소 운동은 지방조직과 골격근의 지단백 지방분해효소(lipoprotein lipase; LPL) 활성을 증가시켜 초저밀도지단백질-중성지방의 결합을 방해하고 골격근에서의 중성지방 흡수와 이용을 증가시켜 혈중 중성지방의 수준을 감소시키며, 장기간 운동으로 인해 레시틴, LPL, 콜레스테롤 전이효소 및 중성지방 분해효

소의 활성 증가로 인체의 지질대사에 긍정적인 변화를 줄 수 있다[31].

본 연구에서는 중년여성을 대상으로 저강도( $VO_{2max}$  30-40%), 중강도( $VO_{2max}$  50-60%), 고강도( $VO_{2max}$  70-80%)로 8주간 자전거 운동을 실시한 결과 유리지방산은 8주 전 값보다 다소 증가되었으며 통계적 의미는 없지만 특히 고강도 운동군에서 다소 더 높게 증가했음을 확인했다. 이와 함께 리파아제의 활성도 또한 세 군에서 모두 증가 경향을 확인하였고, 베타 산화과정에서 주요 에너지 기질로 사용된 중성지방은 세 군에서 모두 감소 경향을 확인하였다.

본 연구에서 운동 강도에 따른 지질 대사 변화의 유의한 차이를 발견하지 못한 이유는 8주의 짧은 훈련기간, 식·생활 습관의 미통제, 실외 환경 변수 등이 그 이유일 수 있겠지만 무엇보다 통계적 유의성을 유도할 만큼의 양적 수적 변화가 적었기 때문으로 사료된다. 향후 연구에서는 저, 중, 고강도의 자전거 훈련이 기간별로 지질 대사를 포함한 다양한 생리학적 지표들에 어떤 영향을 주는가에 대한 연구에 다수의 실험 대상자를 참여시켜 진행할 필요가 있겠다.

## 5. 결론 및 제언

8주간의 다양한 강도(저강도  $VO_{2max}$  30-40%, 중강도  $VO_{2max}$  50-60%, 고강도  $VO_{2max}$  70-80%)의 자전거 운동은 글루코스의 변화를 제외한 나머지 신체구성, 혈중지질 및 지방대사에서 시기 간에, 그룹 간에 통계적으로 의미 있게 변하지 않았지만 시기 간에 측정 변인들에서 작지만 일관된 변화 경향을 보여 중년 비만 여성에 대한 저, 중, 고강도의 8주 자전거 훈련이 체중 조절 및 만성 질환 예방에 기여할 것으로 보인다. 이 결과를 토대로 향후 좀 더 참여자의 수를 늘이는 후속 연구가 필요하며, 나아가 실내외 환경에서의 자전거 훈련에 대한 생리적 적응 효과의 차이를 규명하는 연구가 더 필요하다 하겠고, 이 때 음식섭취, 생활습관, 그 밖의 다른 환경요인 등의 통제가 더욱 명확한 결과를 도출해 낼 수 있을 것으로 사료된다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This manuscript is based on Modified a part



of the Lead author Doctoral dissertation from Hanyang University.

## REFERENCES

- [1] S. Jäppinen, T. Toivonen & M. Salonen. (2013). Modelling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach, *Applied Geography*, 43(13), 13-24. DOI : 10.1016/j.apgeog.2013.05.010
- [2] S. Hsiao & Y. C. Ko. (2013). A study on bicycle appearance preference by using FCE and FAHP. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(4), 264-273. DOI : 10.1016/j.ergon.2013.04.003
- [3] S. H. Kang. (2008). Cycling and Health. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 56(7), 59-61.
- [4] C. B. Park, W. S. Jo & A. Y. Choi. (2017). Effects of Unicycle Exercise for 8 Weeks on the Turtle Neck Posture in University Students. *Archives of Orthopedic and Sports Physical Therapy. The Korea Journal of Sport*, 13(2), 65-70. DOI : 10.24332/aospt.2017.13.2.08
- [5] H. Nakamura. (2011), *Bicycle health law*. Seoul : Dream wings.
- [6] H. I. Kim & G. Y. Hwang. (2012). Convenient Infrastructure to Increase Bicycling. *Journal of Korean Society of Sport Policy*, 10(4), 107-116.
- [7] B. H. Kim. (2018). Effects of Combined Land and Aqua Walking on Functional Physical Fitness and Maximum Strength in Elderly Women, *The Korea Journal of Sport*, 16(1), 397-404.
- [8] Ministry of Health and Welfare. (2017). *Sejong. National Health and Nutrition Survey 6th year 3rd year And 11th health form and statistics of chronic diseases*.
- [9] Giampietro, M., Pujia, A. & Bertini, I. (2003). Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level. *Acta Diabetologica*, 40, 145-148. DOI : 10.1007/s00592-003-0049-3
- [10] D. Riebe, J. K. Ehrman, G. Liguori & M. Magal. (2018). *American College of Sports Medicine, ACSM's guidelines for exercise testing and prescription(10th ed.)*. Wolters Kluwer.
- [11] Y. B. Kim. (2004). The Effects of Regular Exercise on Serum Lipoprotein Level in Obesity Middle Women. *Journal of Korea Sport Research*, 15(5), 1807-1816.
- [12] B. J. Lee & S. Y. Hwang. (2018). Effects of Physical Activity Practice Rates and Knowledge Related to Cardiocerebrovascular Disease Prevention on Health Behavior Case Study Focusing on Middle Aged Women with Risk of Central Obesity. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 19(4), 342-352. DOI : 10.5762/KAIS.2018.19.4.342
- [13] T. Kondo, I. Kobayashi & M. Murakami. (2006). Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocrine Journal*, 53(2), 189-195.
- [14] National Institutes of Health. (1998). *Clinical Guidelines on the Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults—The Evidence Report*, 6(6), 464.
- [15] R. Colak & O. Ozcelik. (2004). Effects of short-period exercise training and Orlistat therapy on body composition and maximal power production capacity in obese patients. *Physiological Research*, 53(1), 53-60.
- [16] S. M. Lee, S. B. Kim & J. H. Y. (2013). Effects of Combined Exercise Program on Blood Inflammatory Markers, Vascular Endothelial Growth Factor and Arterial Stiffness in Obese Middle Aged Women. *The Korean Journal of Growth and Development*, 21(2), 91-99.
- [17] S. Y. Park & J. H. Choi. (2017). The Effects of Exercise Participation Body Composition, Blood Pressure, and Blood Lipids in Obese Middle aged Women. *The Korea Society of Sports Science* 26(2), 1027-1035. DOI : 10.35159/kjss.2017.04.26.2.1027
- [18] I. S. Kim. (2017). *Effects of combined exercise on body composition, physical fitness, serum Irisin, BDNF and vitamin D in middle aged women*. Doctoral dissertation. Sunmoon University. Chungnam.
- [19] K. B. Kim, K. I. Im, W. Y. So, S. K. Park & W. Song. (2007). A meta-analysis of the effects of exercise therapy applied in obesity studies. *The Korean journal of obesity*, 16(4), 177-185.
- [20] American College of Sports Medicine. (2006). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription(7th ed.)*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- [21] J. L. Thompson, M. M. Manore & J. R. Thomas. (1996). Effects of diet and diet-plus-exercise

programs on resting metabolic rate: a meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition*, 6(1), 41-61. DOI : 10.1123/ijns.6.1.41

[22] M. S. Kim. (2010). *Obesity Management*. Seoul. Hunminsa Temple.

[23] R. Mahajan, D. H. Lau & P. Sanders. (2015). Impact of obesity on cardiac metabolism, fibrosis, and function. *Trends in Cardiovascular Medicine*, 25(2), 119-126. DOI : 10.1016/j.tcm.2014.09.005

[24] C. P. Cannon. (2007). High-density lipoprotein cholesterol and residual cardiometabolic risk in metabolic syndrome. *Clinical Cornerstone*, 6, 14-23. DOI : 10.1016/S1098-3597(07)80011-1

[25] A. D. Hargreaves, R. L. Logan, M. Thomson, R. A. Elton, M. F. Oliver & R. A. Riemersma. (1991). Total-cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol, and coronary heart disease in scotland. *BMJ*, 303(6804), 678-681. DOI : 10.1136/bmj.303.6804.678

[26] J. H. Kim. (2018). Effects of Bicycle Exercise on Inflammation Related Factor and Growth Hormone in Obese Middle aged Women. *Journal of the Korea Convergence Society* 9(10), 449-456. DOI : 10.15207/JKCS.2018.9.10.449

[27] J. W. Song. (2018). *The Comparison of The Effects of Whole-Body EMS Training with Different Frequency for 8 Weeks*. Doctoral dissertation. Kyunghee University. Yongin.

[28] M. K. Kim. (2018). *The effect of muscle strength exercise on metabolic syndrome factor and health related strength of middle aged women*. Master's thesis. Korea National Sport University. Seoul.

[29] I. Y. Paik. (2009). *Exercise and energy metabolism*. Seoul. Yonsei University Press.

[30] M. G. Carlson, W. L. Snead, J. O. Hill, N. Nurjhan & P. J. Campbell. (1991). Glucose regulation of lipid metabolism in humans. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism*, 261(6), 815-820. DOI : 10.1152/ajpendo.1991.261.6.E815

[31] American College of Sports Medicine. (1998). *Exercise and physical for older adults*. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 992-1008.

김 대 성(Dae-Sung Kim)

[정회원]



- 1997년 2월 : 한경대학교 (원예 학사)
- 2011년 2월 : 한경대학교 (스포츠 과학 석사)
- 2019년 2월 : 한양대학교 (체육학 박사)

· 관심분야 : 운동생리학, 격투기, 골프, 스쿠버, 항공레포츠  
· E-Mail : kds37595799@gmail.com

안 정 훈(Jung-Hoon An)

[정회원]



- 1982년 2월 : 공주대학교 체육교육과(교육학사)
- 1984년 2월 : 단국대학교 체육학과(체육학석사)
- 1998년 2월 : 한양대학교 체육학과(이학박사)

· 2000년 3월 ~ 현재 : 성결대학교 체육교육과 교수  
· 관심분야 : 운동생리학, 트레이닝방법론, 육상  
· E-Mail : m7144@sungkyul.ac.kr

어 경 태(Kyung-Tae Eo)

[정회원]



- 2015년 2월 : 한양대학교 체육학과(체육학사)
- 2017년 2월 : 한양대학교 체육학과(체육학석사)
- 2019년 2월 ~ 현재: 한양대학교 체육학과(박사 수료)

· 관심분야 : 운동생리학, 운동처방, 육상  
· E-Mail : djrudxo007@naver.com