

운동 강도 차이에 따른 폐경 후 비만 중년 여성의 혈중지질, 알부민 및 FFA에 미치는 영향

이동기^{1,*} · 김태규² · 고수한³ · 김민교⁴ · 김도연^{5,†}

¹부산대학교 체육교육학과, 석사

²부산대학교 체육교육학과, 박사

³부산대학교 체육교육학과, 박사 후 연구원

⁴부산대학교 체육교육학과, 박사

⁵부산대학교 체육교육학과, 교수

(2024년 7월 25일 접수: 2024년 8월 21일 수정: 2024년 8월 21일 채택)

Effect of Different Intensity in Exercise on Blood Lipids, Albumin and FFA in Postmenopausal Middle-aged Obese Women

Dong-Gi Lee^{1,*} · Tae-Kyu Kim² · Su-Han Koh³ · Min-Kyo Kim⁴ · Do-Yeon Kim^{5,†}

¹Department of Physical Education, Master's Degree, Pusan National University, Busan, Korea

²Department of Physical Education, PhD, Pusan National University, Busan, Korea

³Department of Physical Education, Post Doctor, Pusan National University, Busan, Korea

⁴Department of Physical Education, PhD, Pusan National University, Busan, Korea

⁵Department of Physical Education, Professor, Pusan National University, Busan, Korea

(Received July 25, 2024; Revised August 21, 2024; Accepted August 21, 2024)

요약 : 본 연구는 12주간 운동 강도 차이에 따른 복합운동 수행이 55-64세의 폐경 후 5년 이내 비만 중년 여성의 혈중지질, 알부민 및 FFA 수준에 미치는 영향을 분석하였다. 대상자는 중강도 운동군(MIG, $n=10$), 고강도 운동군(HIG, $n=10$)으로 구성하여 탄력밴드를 이용한 저항운동 및 트레드밀을 이용한 유산소 걷기 운동을 주 3회, 1회 운동시간 60분간 실시하였다. 자료처리는 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차(SD)를 산출하였고, 그룹 및 시기 간 상호작용 효과 검증은 two-way repeated measures ANOVA를 실시하였다. 상호작용 효과를 포함하여 필요에 따라 그룹 내 시기 간 차이 검증은 paired t -test를 실시하였고, 그룹 간 차이 검증은 independent t -test, 각 항목별 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다. 그 결과, 혈중지질 중 TG는 상호작용 효과($p<.05$)가 나타났고, 알부민은 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, FFA는 상호작용 효과($p<.05$) 및 그룹 내 MIG, HIG 모두 감소하였지만, MIG에서 더 많은 감소가 나타났다. 이러한 결과는 규칙적인 운동의 수행이 폐경 후 비만 중년 여성의 비만의 개선 및 예방에 효과적이라고 사료되며, 특히 중강도 운동은 고강도 운동보다 TG 및 FFA에 더 많은 효과를 나타낸다는 것을 입증하였다. 따라

†Corresponding author

(E-mail: kdy4955@pusan.ac.kr)

서, 노년기로 넘어가기 전 꾸준한 운동 수행을 통해 비만을 개선하여 건강한 삶을 영위할 수 있도록 지속적인 운동 수행을 권장한다.

주제어 : 폐경, 비만 중년 여성, 혈중지질, 알부민, FFA(*free fatty acid*)

Abstract : This study examined the effects of a 12-week combined exercise program on blood lipids, albumin, and free fatty acid (FFA) levels in obese, middle-aged women, aged 55–64, who were within five years post-menopause. The participants were divided into two groups: a moderate-intensity exercise group (MIG, $n=10$) and a high-intensity exercise group (HIG, $n=10$). Both groups performed resistance exercises using elastic bands and aerobic walking on treadmills three times a week for 60 minutes per session.

Data analysis involved calculating the mean (M) and standard deviation (SD) for each measurement item. A two-way repeated measures ANOVA was used to assess interaction effects between groups and periods. Paired t -tests were conducted to evaluate within-group differences over time, and independent t -tests were used to compare between-group differences. The statistical significance level was set at .05 for all analyses.

Results showed a significant interaction effect for triglycerides (TG) among the blood lipids ($p<.05$). No statistically significant difference was found in albumin levels. FFA levels significantly decreased in both groups due to the interaction effect ($p<.05$), with a more pronounced decrease in the MIG group. These findings indicate that regular exercise is effective in improving and preventing obesity in post-menopausal, obese middle-aged women. Notably, moderate-intensity exercise had a more substantial impact on TG and FFA levels compared to high-intensity exercise. Therefore, continuous moderate-intensity exercise is recommended to improve obesity and promote a healthy lifestyle before transitioning into old age.

Keywords : Postmenopausal, Middle-age Obese Women, Blood lipids, Albumin, FFA(*free fatty acid*)

1. 서론

폐경은 난소의 기능이 저하되고 배란 및 여성호르몬의 생산이 더 이상 이루어지지 않는 현상으로 비만의 증가와 관계가 있다고 보고되며[1], 현재 우리나라 여성의 경우 50대는 30.2%, 60대는 37.6%가 비만에 노출되어 있는 상태이고, 연령이 증가할수록 비만 유병률은 지속적으로 증가한다[2]. 이러한 이유는 폐경 후 여성은 에스트로겐(estrogen), 에스트라디올(estradiol) 등의 여성호르몬이 급격히 감소하고, 다양한 생리적, 심리적인 변화들로 인하여 신체활동이 줄어들게 되어 체내 에너지 소비가 감소함으로써 지방분해 활동이 줄어들어 체지방은 증가하고 제지방은 감소하여 비만의 위험에 지속적으로 노출된다[3].

또한, 비만은 지방이 과도하게 축적되어 고혈압, 당뇨병, 고지혈증의 노출을 과속화하고 이는 내분비

계의 이상 및 심·뇌혈관질환을 일으킨다. 이러한 원인 중의 하나로 혈중지질은 TC(total cholesterol), TG(triglyceride), LDL-C(low density lipoprotein-cholesterol), HDL-C(high density lipoprotein-cholesterol) 4가지 항목으로 구분하며 신체에 꼭 필요한 요소지만 적정 수준이 넘을 경우 부정적인 영향을 미친다. 특히 높은 TC 수준은 죽상동맥경화증을 유발할 수 있는 원인이 되며, TG는 지방대사과정의 주 에너지원이지만 혈액 내 높은 TG 농도는 심혈관 건강에 위험이 된다[4]. 또한, 높은 LDL-C 및 낮은 HDL-C의 수치는 혈관 내부에 콜레스테롤을 지속적으로 축적하여 혈관 내벽이 좁아지고 혈압이 증가되어 관상동맥질환의 위험이 된다[5].

하지만, 규칙적인 운동은 지속적으로 에너지를 사용하여 지방이 체내에 축적이 되는 것을 예방할 수 있고, 저장된 에너지를 사용하여 비만을 개선하고 나아가 혈중지질의 지표를 개선할 수 있으며[6], 또한

운동을 통해 혈중 TG를 유리지방산(free fatty acid; FFA)으로 분해하여 신체에 필요한 에너지원 생성에 도움을 줄 수 있다[7].

이러한 과정을 살펴보면 알부민이 FFA와 결합하여 간과 골격근으로 운반하는 역할을 수행하고 이 외에도 알부민은 신체의 단백질 중 가장 많은 비율을 차지하고 혈액의 삼투 균형 조절, 혈액 내 다양한 물질들과 결합하여 이동 및 전달 작용, 면역, 혈액응고, 효소반응 등 다양한 생리적 활동을 하지만, 연령의 증가에 따라 점차 감소한다고 보고되고 있다[8]. 또한, 낮은 알부민 농도는 체내 단백질 저하를 반영하여 전염성 감염, 간경화 등을 의심할 수 있고, 특히 염증성 사이토카인, 영양불량, 간 합성 감소에 의해 저알부민 혈증이 유발되는 경우는 혈액의 점도가 증가되어 혈관 내피 기능 저하까지 일으킬 수 있으므로 혈중 알부민 농도는 매우 중요하다[9].

또한, FFA는 혈중 농도가 높고 신체활동이 부족한 경우에는 에너지원이 아닌 잉여 물질이 되어 대사 기능장애 발생률이 상승할 수 있고, 골격근과 간의 지질 흡수 및 저장을 과도하게 증가시켜 지방간이나 간경화의 발생률을 상승시킬 수 있다[10]. 하지만 운동의 수행은 골격근과 지방조직에서 지단백 분해효소 작용의 증가로 FFA 및 TG 합성 억제에 효과적으로 작용할 수 있다[11]. 또한 지방조직에서 FFA 분해를 원활히 하여 혈액으로 빠르게 방출하며 미토콘드리아에서 베타산화를 통해 에너지원으로 사용할 수 있다[12].

이처럼 유산소 운동은 지방을 에너지원으로 사용하여 체지방 감소에 효과적이며 이는 대사성 질환 및 성인병의 예방과 치료에 도움이 된다[13]. 또한, 저항 운동은 근력, 근지구력을 증가시켜 기초대사량을 높이고 에너지 소비량을 증가시켜 신체조성에 긍정적인 영향을 줄 수 있다[14]. 하지만, 각각 독립적인 형태의 운동보다는 두 운동을 합친 복합운동은 두 운동 유형의 장점들을 동시에 얻을 수 있으므로 보다 짧은 시간에 효과를 볼 수 있다 보고된다[15].

미국대학스포츠의학회(american college of sports medicine; ACSM)에서는 주당 150-300분의 중강도 운동, 75-150분의 고강도 운동을 실시하도록 권장하며[16], 이와 더불어 고강도 운동이 더 효율적이라 보고하지만, 다양한 연구들의 결과가 고강도 운동에서 더 효과가 있는 것은 아니며, 최근 연구에서 중강도 운동이 고강도 운동보다 체중 감소 효과가 더 크다는 연구결과에 따라[17], 폐경 이 후 여성을 대상으로 운동을 실시한다면 중강도와 고강도 중 어떤 강도의 운동 형태가 더 효과적인지를 비교하여 추후 다

양한 대상자들의 분류에 따른 설정에 효과적인 결과를 도출할 수 있을 것이라 생각된다.

따라서 본 연구의 목적은 12주간 복합운동 강도 차이에 따른 폐경 후 비만 여성의 신체조성, 혈중지질, 알부민 및 FFA의 수준에 미치는 영향에 대해 구명하는 동시에 비만을 개선하고, 중강도 운동과 고강도 운동으로 강도를 나누어 효과를 비교 분석하여 적절한 운동 강도 및 형태를 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상

본 연구의 대상자 수는 G-Power 3.1 프로그램을 이용하여 반복측정 분산 분석법으로 effect size $f = 0.35$, 검정력 0.8, 유의수준 0.05 및 그룹 수 2개, 반복측정 2회에 의거하여 분석한 결과 total sample size는 20명으로 산출되었으나 탈락률을 감안하여 24명으로 구성하였다. 이 중 개인사정에 의한 중도 탈락자 4명을 제외한 중강도 운동군($n=10$), 고강도 운동군($n=10$)명으로 총 20명을 대상으로 분류하였다. 이에 따라 본 연구 대상자는 B광역시에 거주하고 있으며 최소 3개월 이상 주 3회 운동을 30분 이상 수행하지 않은[18] 체지방률 30% 이상 비만인 여성을 선정하여 제비뽑기 방식으로 무작위 배정하였다. 실험에 앞서 P대학교 생명윤리위원회 승인(PNU IRB/2022_170_HR)을 받은 후 연구의 목적과 방법을 대상자들에게 충분히 설명한 뒤, 자발적 참여의사를 밝힌 자에게 실험동의서를 받아 참여시켰다. 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2.2. 측정항목 및 방법

모든 검사 항목은 동일한 방법과 조건으로 사전과 사후 총 2회 실시하였으며, 신체조성 검사 및 채혈은 검사 전날 20시 이후부터 공복을 유지한 상태로 당일 오전 8-9시 사이에 측정하였다.

2.2.1. 신체조성

대상자들의 신장은 성인용 수동 신장계(조선계기사)를 사용하여 측정하였고, 체중, 체지방률 및 골격근량은 가벼운 복장을 착용한 상태에서 귀금속을 제거한 후 생체 전기저항 측정법(bioelectrical impedance analysis; BIA) 장비인 Inbody 430 (Biospace, KOR)을 통해 신장을 입력한 후 측정하였다.

Table 1. Physical characteristics of subjects in each group

Variables	MIG(<i>n</i> =10)	HIG(<i>n</i> =10)
Age(yrs)	57.10±2.69	59.00±3.40
Height(cm)	160.20±5.39	157.90±4.68
Menopause(yrs)	3.20±2.04	3.80±2.35
Weight(kg)		
pre	61.61±6.84	60.85±9.64
post	61.18±7.15	60.09±9.32
diff(%)	-0.7	-1.25
BMI(kg/m ²)		
pre	24.03±2.72	24.54±4.82
post	23.86±2.77	24.22±4.68
diff(%)	-0.71	-1.30
%BF(%)		
pre	32.22±3.89	33.05±7.05
post	31.14±4.92	32.50±7.00
diff(%)	-3.35	-1.66
WC(cm)		
pre	82.00±6.67	83.80±8.84
post	80.47±6.09	80.59±8.48
diff(%)	-1.87	-3.83
SMM(kg)		
pre	22.69±2.33	21.89±1.71
post	22.85±2.30	21.75±1.65
diff(%)	0.71	-0.64

Values are $M \pm SD$

BMI: body mass index, %BF: percentage of body fat

MIG: moderate intensity group, HIG: high intensity group

BMI: body mass index, %BF: percentage of body fat

WC: waist circumference, SMM: skeletal muscle mass

2.2.2. 채혈 및 분석

채혈은 전날 오후 8시부터 공복을 유지하여 채혈 당일 오전 8시-9시 사이에 실시하였으며, 임상병리사에 의해 진공채혈관(vacutainer)과 바늘(needle)을 이용하여 10 ml 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 serum separate tube(SST)에 수집한 후 원심분리기 Combi-514R(Hanil, KOR)을 이용하여 3000 rpm으로 20분간 분리하였고 serum을 분리 후에 상층액을 1.5 ml 마이크로 튜브에 옮긴 후 다음 분석 시까지 -80°C에 보관하여 (주씨젠의료재단에 분석을 의뢰하여 분석하였다.

2.2.2.1. 혈중지질(blood lipids)

혈중지질 분석은 Qualigent TC, TG, LDL-C, HDL-C를 사용하여 Enzymatic 방법으로 분석장비 Hitachi 008AS(Hitachi, JPN)을 사용하여 분석하였다.

2.2.2.2. 알부민(albumin)

알부민은 Albumin-II HA를 사용하여 Colorimetic Assay 방법으로 분석장비 Hitachi 008AS(Hitachi, JPN)을 사용하여 분석하였다.

Table 2. 12-week moderate intensity combined exercise program

Week	Exercise	Intensity	Frequency
Warm-up (10 min)			
1-6	Elastic-band resistance exercise (20 min)	Chest press	3 times /week
		Lateral raise	
		Front squat	
7-12		Biceps curl	
		Abdominal curl	
		Seated row	
1-6	Aerobic exercise (20 min)	Treadmill	3 times /week
7-12			
Cool-down (10 min)			

Table 3. 12-week high intensity combined exercise program

Week	Exercise	Intensity	Frequency
Warm-up (10 min)			
1-6	Elastic-band resistance exercise (20 min)	Chest press	3 times /week
		Lateral raise	
		Front squat	
7-12		Biceps curl	
		Abdominal curl	
		Seated row	
1-6	Aerobic exercise (20 min)	Treadmill	3 times /week
7-12			
Cool-down (10 min)			

2.2.2.3. FFA(free fatty acid)

FFA는 NEFA-M을 사용하여 Enzymatic 방법으로 분석장비 Hitachi 008AS(Hitachi, JPN)을 사용하여 분석하였다.

2.3. 복합운동 프로그램

본 연구는 트레드밀과 탄력밴드를 이용한 복합운동 프로그램[19]을 수정·보완하여 12주간 주 3회 실시하였으며 준비운동 10분, 탄력밴드 운동 20분, 트레드밀 운동 20분, 정리운동 10분으로 총 60분간 진행하였다. 프로그램 시작하기에 앞서 근육과 자세의 적응과 이해, 운동방법, 운동 강도 설정에 대한 인식

을 위해 일주일간의 운동 적응 기간을 가졌으며, RPE(rating of perceived exertion), OMNI-RES(OMNI-resistance exercise scale), %HRR(heart rate reserve)에 대한 교육을 진행하여, MIG(moderate intensity combined exercise group), HIG(high intensity combined exercise group) 각각의 운동프로그램을 구성하였으며, 구체적인 운동 프로그램 및 운동 강도는 <Table 2, 3>과 같다.

2.4. 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS ver 27.0 프로그램을 이용하여 측정항목에 대한 평균값(M)과 표준편차

Table 4. Changes in blood lipids after 12-week combined exercise

Variable	Group	Pre	Post	<i>t</i>	<i>F</i>
TC (mg/dL)	MIG(<i>n</i> =10)	194.80±45.78	197.10±44.13	-.305	Group .180
	HIG(<i>n</i> =10)	206.60±54.39	201.60±41.11	.350	Time .028
	<i>t</i> -value	.525	.236		G×T .205
TG (mg/dL)	MIG(<i>n</i> =10)	111.30±42.92	77.30±16.42	3.280*	Group .233
	HIG(<i>n</i> =10)	104.80±32.99	95.90±24.43	1.878	Time 14.168**
	<i>t</i> -value	-.380	1.998		G×T 4.850*
HDL-C (mg/dL)	MIG(<i>n</i> =10)	60.20±21.21	61.00±16.06	-.269	Group .256
	HIG(<i>n</i> =10)	62.10±14.04	66.60±16.28	-1.972	Time 2.003
	<i>t</i> -value	.236	.774		G×T .976
LDL-C (mg/dL)	MIG(<i>n</i> =10)	102.60±38.32	104.90±38.14	-.417	Group .051
	HIG(<i>n</i> =10)	113.50±45.70	101.40±34.80	1.009	Time .551
	<i>t</i> -value	.578	-.214		G×T 1.189

Values are $M \pm SD$

MIG: moderate intensity group, HIG: high intensity group

TC: total cholesterol, TG, triglyceride

HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol, LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol

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

Table 5. Changes in albumin after 12-week combined exercise

Variable	Group	Pre	Post	<i>t</i>	<i>F</i>
Albumin (g/dL)	MIG(<i>n</i> =10)	4.73±0.92	4.37±0.25	1.173	Group 2.777
	HIG(<i>n</i> =10)	4.31±0.14	4.28±0.13	.758	Time 1.587
	<i>t</i> -value	-1.426	-1.008		G×T 1.136

Values are $M \pm SD$

MIG: moderate intensity group, HIG: high intensity group

(*SD*)를 산출하기 위해 기술통계를 실시하였고, Shapiro-Wilk검정을 실시하여 분석에 앞서 데이터의 정규성을 검증하였다. 그룹 및 시기 간 상호작용 효과검증을 위해 two-way repeated measures ANOVA를 실시하였으며, 그룹 내 운동 전·후 시기 간 차이 검증은 paired *t*-test, 그룹 간 차이 검증은 independent *t*-test 각 항목별 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 혈중지질의 비교

폐경 후 비만 여성을 대상으로 12주간 복합운동

전, 후의 혈중지질 중 TC, TG, LDL-C, HDL-C에 대한 상호작용 효과 및 주효과, 그룹 내, 그룹 간 변화를 분석한 결과는 <Table 4>와 같다. TC, LDL-C, HDL-C는 변화가 나타나지 않았다. TG는 그룹×시기 간 상호작용 효과($p < .05$) 및 시기 간 주효과($p < .01$)가 나타났으며, MIG에서 그룹 내 유의한 감소($p < .05$)가 나타났다.

3.2. 알부민의 비교

폐경 후 비만 여성을 대상으로 12주간 복합운동 전, 후의 알부민에 대한 결과는 <Table 5>와 같다. 알부민은 그룹×시기 간 상호작용 효과 및 그룹 내, 그룹 간 변화가 나타나지 않았다.

Table 6. Changes in FFA after 12-week combined exercise

Variable	Group	Pre	Post	<i>t</i>	<i>F</i>
FFA (μ Eq/L)	MIG(<i>n</i> =10)	750.80±201.76	377.20±51.99	6.037***	Group 2.514
	HIG(<i>n</i> =10)	739.30±132.59	522.40±43.55	5.360***	Time 63.774***
	<i>t</i> -value	-.151	6.770***		G×T 4.491*

Values are $M\pm SD$

MIG: moderate intensity group, HIG: high intensity group

FFA: free fatty acid

* $p<.05$, *** $p<.001$

3.3. FFA의 비교

폐경 후 비만 여성을 대상으로 12주간 복합운동 전, 후의 FFA에 대한 결과는 <Table 6>과 같다. FFA는 그룹×시기 간 상호작용 효과($p<.05$) 및 시기 간 주효과($p<.011$)가 나타났고, 그룹 내 MIG, HIG에서 유의하게 감소($p<.001$)하였으며, 그룹 간 사후에서 유의한 효과($p<.001$)가 나타났다.

본 연구는 폐경 후 5년 이내 비만 여성을 대상으로 운동 강도 차이에 따른 12주간 복합운동 수행이 혈중지질, 알부민 및 FFA에 미치는 영향을 구명하는데 목적이 있으며, 그 결과에 대한 논의는 다음과 같다.

중년기의 여성은 폐경을 겪으면서 비교적 쉽게 비만에 노출되고, 비만한 사람은 혈액에서 혈중지질의 비율이 높아진다[20]. 혈중지질은 신체구조와 에너지 대사에 필수적인 역할을 하는 물질들이지만, 연령의 증가에 따라 혈관 벽의 탄력이 감소되면서 콜레스테롤은 신체활동이 부족해진 중년 여성에게 부정적인 영향을 미친다[21].

본 연구에서 TG는 MIG, HIG 두 그룹 모두에서 감소하였지만, 특히 MIG에서 더 많은 변화가 나타났다. 이러한 원인은 중강도 운동 수준에서 신체는 TG를 주 에너지원으로 사용하지만, 고강도운동은 유산소성 대사보다는 무산소대사의 의존도가 높아져 TG의 활용보다는 체내의 글리코겐(glycogen)을 글루코스(glucose)로 전환하여 사용한 것으로 생각되며[22], 또한, 운동은 지방세포에서 HSL(hormone sensitive triacylglycerol lipase)의 활동을 촉진하여, TG를 FFA로 분해하여 간과 근육에서 에너지원으로 사용하기 때문에 TG의 농도가 HIG보다 MIG에서 더 많은 감소가 일어난 것으로 보인다[23].

한편, TC, LDL-C, HDL-C에서는 유의한 차이가 나타나지 않았는데, LDL-C는 운동보다는 식이의 통제에서 변화가 더 크다 보고되며, 체중과의 상관관계

가 높다[24]. 또한 HDL-C는 여성이 남성에 비해 운동을 통한 증가 및 변화가 적으며[25], 특히 폐경 이후의 여성이기 때문에 증가하는 경향은 있었지만 유의한 차이를 나타내지 못한 것으로 생각된다. 특히, MIG와 HIG를 비교하면 HIG에서 더 많은 감소가 나타났는데, 콜레스테롤은 TG와 다르게 중강도보다 고강도의 운동 수행이 더 많은 효과가 있을 것이라 사료된다.

선행연구에서 12주간 중년 여성을 대상으로 중강도 걷기를 실시한 연구에서도 혈중지질 중 TG를 제외한 변인에서 차이가 나타나지 않았다[20, 26]. 하지만, 16주간 운동을 실시한 결과에서는 혈중지질에 유의한 차이가 나타났는데[27] 이는 본 연구와 달리 운동 수행 기간이 길고, 운동 빈도의 차이에 따른 것으로 생각되므로 추후 연구에서 혈중지질의 개선을 위해서는 운동 기간, 운동 빈도를 증가하여 실시한다면 콜레스테롤에도 변화가 있을 것이라 사료된다.

혈중지질과 더불어 알부민 농도는 혈관 손상지표로 심혈관계 질환과 밀접하게 관련이 있지만[28], 본 연구에서는 긍정적인 변화가 나타나지 않았다. 이는 신체활동이 알부민에 미치는 영향에 대한 선행연구에서 저항운동은 알부민을 증가시켰으나 유산소운동은 알부민을 감소시켰다고 보고에 따라[29], 복합운동은 두 가지 운동 유형이 함께 진행되므로 차이를 나타내지 못한 것으로 생각된다.

또한, 알부민의 반감기는 20일 정도로 길지만 본 연구에서는 운동이 끝난 다음날 채혈을 통한 검사를 실시하였으므로 변화를 나타내기 어려웠을 것이라 사료된다. 추후 연구에서는 운동프로그램 적용 후 반감기 정도의 시간이 흐른 후 검사를 진행한다면 효과를 나타낼 수 있을 것이라 생각된다.

FFA는 MIG, HIG 모두에서 감소가 나타났다. 이러한 결과는 규칙적인 운동의 수행이 FFA 농도 감소에 도움이 된다는 것을 나타내었으며, 이러한 변화를

통해 신체활동 부족에 의한 생활습관병 위험 요인들을 예방 및 개선할 수 있음을 의미한다. FFA는 운동 중에는 혈중 농도가 높아지는데 그 원인으로는 항상성 조절과 관련이 있는 것으로 보고되며, TG가 글리세롤과 FFA로 분해되어 지구력 운동의 에너지원으로 활성화되기 때문이다[30].

특히 HIG보다 MIG에서의 더 많은 개선의 이유는 HIG는 순간적인 무산소성 대사를 작용시킬 운동의 형태들로 인해 지방의 활용이 중단되고 글리코겐을 사용하였을 것이라 생각되며, MIG는 지속적인 유산소성 에너지대사과정에서 FFA의 분해가 촉진되었다고 생각된다.

또한, 선행연구에서도 폐경 이후 중년여성을 대상으로 12주간 복합운동을 실시한 결과 FFA에서 유의한 감소가 나타났으므로[31], 본 연구의 결과를 뒷받침할 수 있을 것이라 생각된다. 따라서 운동의 강도에 따라 FFA의 변화에 차이가 나타날 수 있으며, 혈중 FFA의 농도를 낮추기 위한 운동으로는 고강도보다는 중강도의 지속적인 운동이 더욱 효과적이라 사료된다.

이를 종합 해볼 때, 폐경 후 비만 중년 여성은 꾸준한 운동을 실시한다면 건강상의 이득이 있을 것으로 판단되며, 특히 운동을 통한 에너지 소비는 TG와 FFA의 수준을 감소시켜 비만의 예방 및 개선에 도움이 될 것이라 사료된다. 또한, 중강도와 고강도의 운동 수행 모두 도움이 되지만 중강도의 운동이 고강도 운동보다 효율적이라는 것을 알 수 있었다. 또한, 운동의 횟수와 더불어 운동 형태를 바꾸는 다양한 연구가 진행된다면 본 연구에서 나타나지 않은 변인들에 대해서도 긍정적인 효과를 나타낼 수 있을 것이라 생각된다.

4. 결론

본 연구는 12주간 폐경 후 비만 중년 여성을 대상으로 운동 강도에 따른 효과를 확인하기 위해 진행하였으며, 중강도와 고강도 모두 TG와 FFA의 감소가 나타났지만, 고강도보다 중강도에서 더 큰 효과를 나타내었다. 이는 지속적인 중강도의 운동 수행이 유산소성 에너지 대사과정에서 FFA로 분해와 지속적인 사용으로 그 수준을 감소시켜 폐경 후 호르몬의 변화 등으로 인해 겪을 수 있는 비만에 따른 심·뇌혈관질환을 예방할 수 있을 것이다. 하지만, 운동의 다양한 운동의 형태, 운동 횟수 등을 변화하여 후속연구들이 진행된다면 폐경 후 비만 중년 여성에게 더욱 효과적

인 운동 프로그램 및 강도를 알 수 있을 것이라 생각되므로 이 연구를 토대로 다양한 연구들이 진행된다면 좋을 것이라 사료된다. 또한, 운동수행이 없던 중년 여성을 대상으로 지속적인 운동의 수행을 적극 권장한다.

References

1. S. J. Kim, Y. R. Kim, O. S. Lee, S. Y. Choi, "The Relationship Between Menopausal Symptoms, Perceived Awareness of Menopausal Symptom, Menopausal Attitude and Menopausal Management in Middle Age Women", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol.12, No.2 pp. 347-356, (2021).
2. Journal of Obesity and Metabolic Syndrome "Obesity Prevalence Report". *Journal of Obesity and Metabolic Syndrome*, (2021).
3. N. S. Kim, S. H. Kim, "Effects of a 10 week Aerobic Exercise on Body Composition, Blood Lipid, Oxidative Stress and hs-CRP of Adult Obese Women", *The Korean Society of Sports Science*, Vol.26, No.2 pp. 1007-1017, (2017).
4. M. R. N. Choi, S. M. Ha, D. Y. KIM, "Effects of Elastic Band Exercise on Body Composition, Blood lipids and AMPK in the Elderly Women" *Journal of the Korean Oil Chemists' Society*, Vol.36, No.3 pp. 995-1007, (2019).
<https://dx.doi.org/10.12925/jkocs.2019.36.3.995>
5. I. Y. Park, D. J. Oh, "Effect of Combine Exercise on Body Composition, Blood Lipid Profiles and IL-6, TNF- α , VEGF in Obese Elderly Women", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.28, No.3 pp. 897-908, (2019).
<http://dx.doi.org/10.35159/kjss.2019.06.28.3.897>
6. M. S. Hyun, H. S Jung, "Effect of Half-body Bath Recovery Following

- Aerobic Exercise on Body Temperature Growth Hormone Levels and Lipid Components”, *The Korea Journal of Sport*, Vol.17, No.2 pp. 741-750, (2019).
7. D. B. Horvathy, M. Simon, C. M. Schwarz, M. Masteling, G. Vacz, I. Hornyak, Z. Lacza, “Serum Albumin as a Local Therapeutic Agent in Cell Therapy and Tissue Engineering”, *Biofactors*, Vol.43, No.3 pp. 315-330, (2017). <http://dx.doi.org/10.1002/biof.1337>
 8. S. Arques. “Human Serum Albumin in Cardiovascular Diseases”, *European Journal of Internal Medicine*, Vol.52 pp. 8-12, (2018). <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejim.2018.04.014>
 9. O. Kayapinar, C. Ozde, A. Kaya, “Relationship Between the Reciprocal Change in Inflammation-related Biomarkers(Fibrinogen-to-Albumin and hsCRP-to-Albumin ratios) and the Presence and Severity of Coronary Slow Flow”, *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, Vol.25 pp. 1-10, (2019). <http://dx.doi.org/10.1177/1076029619835383>
 10. G. C. Henderson, “Plasma Free Fatty Acid Concentration as a Modifiable Risk Factor for Metabolic Disease”, *Nutrients*, Vol.13, No.8 pp. 2590, (2021). <http://dx.doi.org/10.3390/nu13082590>
 11. J. S. Shin. “The Effects of 12-week Combined Exercise on Obesity Index, Energy Substrates, Insulin Resistance and CRP in Obese Youth.” *Korean Journal of Sports Science. The Korean Society of Sports Science*. Vol.28, No.5 pp. 789-797. (2019). <http://dx.doi.org/10.35159/kjss.2019.10.28.5.789>
 12. J. S. Ye, J. H. Park, J. H. Kim, “Effects of Exercise Intensity on Lipid Metabolism, Substrate Use and Oxygen Uptake on Resistance Exercise”, *Korean Journal of Sports Science*, Vol.21, No.2 pp. 1019-1031, (2012).
 13. J. I. Park, S. H. Kim, “Effects of Aerobic Exercise Training on Body Composition, Cardiovascular Function, Insulin resistance and Leptin in Middle-age Obese Women”, *The Korea Journal of Sport*, Vol.15, No.4 pp. 413-424, (2017).
 14. M. Yang, Y. Jekal, “The Effects of 8 Weeks Resistance Training among Chinese Middle-Aged Women with Metabolic Syndrome.” *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*, *Korean Physical Education Association for Women*. Vol.32, No.3 pp. 167-180, (2018). <http://dx.doi.org/10.16915/jkapesgw.2018.09.32.3.167>
 15. B. H. Kim, “Effects of Combined Exercise Using Outdoor Exercise Equipment on Body Fat Related Factors and Metabolic Syndrome Factors in Obese Middle Aged Women”, *The Korea Journal of Sport*, Vol.18, No.1 pp. 429-435, (2020).
 16. American College of Sports Medicine “*ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription 10th*”, Lippincott Williams & Wilkins, (2018).
 17. J. M. Ko, “The Effects of Difference in Aerobic Exercise Intensity on Body Composition and Resting Metabolic Rate(RMR), Blood Lipid Profile in Obese Man”, *Korean Journal of Convergence Science*, Vol.10, No.5 pp. 417-432, (2021).
 18. D. H. Kwak, S. H. Koh, S. M. Ha, D. W. Kang, D. Y. Kim, “Effects of Combined Exercise on Insulin Resistance, Leptin, GLP-1 in Postmenopause Obesity Women”, *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*, Vol.36, No.3 pp. 207-225, (2022).
 19. S. H. Eun, M. Gu, “The Effect of Obese Male Jumping Exercise Activity on Blood Lipid and Obesity Index Improvement”, *The Korean Journal of Growth and Development*, Vol.28, No.3 pp. 357-361,

- (2020).
<http://dx.doi.org/10.34284/KJGD.2020.08.28.3.357>
20. M. C. Kim, S. M. Ha, S. H. Koh, J. W. Kim, D. Y. Kim, "Effect of 10 Weeks Smart Machine Circulation Exercise on Body Composition, Lung Function, Blood Lipids and Insulin Resistance in Obesity Middle-aged Women", *Journal of the Korean Oil Chemists' Society*, Vol.38, No.4 pp. 951-962, (2021).
<http://dx.doi.org/10.12925/jkocs.2021.38.4.951>
21. S. M. Yoon, E. S. Han, and J. R. Oh, "Effects of Difference in Intensity of Complex Exercise on Changes in Blood Lipids and Blood Pressure in Obese Men with Hypertension", *Korean Society of Growth and Development*, Vol.32, No.2 pp. 201-205, (2022).
<http://dx.doi.org/10.34284/KJGD.2022.05.30.2.201>
22. C. Xin, M. Ye, Q. Zhang, H. He, "Effect of Exercise on Vascular Function and Blood Lipids in Postmenopausal Women: A systematic review and network meta-analysis", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol.19, No.19 p. 12074, (2022).
<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph191912074>
23. K. S. Song, "The Effect of Full Spectrum and Low Intensity Aerobic Exercise on Plasma Lipid in Rats", *Exercise Science*, Vol.25, No.2 pp. 85-91, (2016).
24. E. S. Lee, S. C. Kyung, "Effects of a 12 Week-walking Program on Cardio-respiratory Fitness, Serum Lipids, Vaspin, and Obesity-related Markers in Middle-aged Women", *Journal of The Korean Data Analysis Society*, Vol.15, No.2 pp. 919-935, (2013).
25. M. H. Seok, Y. A. Shin, "The Effect of 16 Weeks Combined Exercise Training on Lipid Metabolism and DNA Damage in Middle-aged Diabetic Women", *Official Journal of the Korea Exercise Science Academy*, Vol.21, No.2 pp. 201-212, (2012).
<http://dx.doi.org/10.15857/ksep.2012.21.2.201>
26. S. C. Chien, C. Y. Chen, C. F. Lin, H. I. Yeh, "Critical Appraisal of The Role of Serum Albumin in Cardiovascular Disease", *Biomarker Research*, Vol.5, No.1 pp. 31, (2017).
<http://dx.doi.org/10.1186/s40364-017-0111-x>
27. D. R. Bakaloudi, A. Siargkas, K. A. Poulia, E. Dounousi, M. Chourdakis, "The Effect of Exercise on Nutritional Status and Body Composition in Hemodialysis: A systematic review", *Nutrients*, Vol.12, No.10 pp. 3071, (2020).
<http://dx.doi.org/10.3390/nu12103071>
28. J. W. Jeon, "The Effect of Creatine Supplementation with High Intensity Endurance Exercise on Energy Substrates and Fatigue Factors", *Korean Journal of Sports Science*, Vol.20, No.1 pp. 881-889, (2011).
29. C. H. Kim, A. R. Soon, "The Effects of Exercise Types on Metabolic Syndrome Risk Factors, FFA, HOMA-IR and hs CRP in Menopausal Middle-aged Women", *Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*, Vol.30, No.2 pp. 271-293, (2016).
<http://dx.doi.org/10.16915/jkapesgw.2016.06.30.2.271>