

Original Article

The Effects of Regular Moderate- and Vigorous-Intensity Aerobic Exercise on Body Composition, Resting Metabolic Rate, and Blood Lipid Profile in Normal-Weight Obese Women in Their 20s

Jae-myun Ko¹ and Sung-eun Park^{2*}

¹Department of Physical Education, Yonsei University

²Department of Sport Science, University of Seoul

Article Info

Received 2024. 05. 31.

Revised 2024. 09. 15.

Accepted 2024. 09. 24.

Correspondence*

Sung-eun Park

qkrtjddms2@naver.com

Key Words

Aerobic exercise,
Normal-Weight obese,
Body composition,
RMR, Blood lipid profile

PURPOSE This study aimed to investigate the effects of regular moderate- and vigorous-intensity aerobic exercise on body composition, resting metabolic rate, and blood lipid profile in normal-weight obese women. **METHODS** The participants in the study were normal-weight obese women in their 20's, divided into moderate- and vigorous-intensity aerobic exercise (VIAE) groups. Aerobic exercise was performed three times a week for 8 weeks. To verify the exercise effect, pre- and post- body composition, resting metabolic rate, and blood lipid profile were analyzed. **RESULTS** Weight and body fat decreased in both groups, and lean body mass and resting metabolic rate increased in the VIAE group. Blood TC, TG, and LDL-C decreased in both groups and HDL-C increased in the VIAE group. **CONCLUSIONS** In normal-weight obese women, vigorous-intensity aerobic exercise is more effective than moderate intensity aerobic exercise for improving body composition, resting metabolic rate and blood lipid profile.

서론

최근 세계보건기구(WHO)에 의하면 전 세계 성인 인구의 39%(남성 39%, 여성 40%)가 과체중이고, 약 13%(남성 11%, 여성 15%)는 비만이라고 추정하고 있으며, 이는 1975년 이래 3배 가까이 증가하였다고 보고하고 있다(WHO, 2024). 국내의 경우 성인 비만 인구는 37.2%로 조사되며, 이중 여성 비만 유병률은 2001년 29.1%에서 2014년까지 25.3%로 감소세를 보이다가, 2021년에는 29.5%로 지속적인 증가세를 보이며 최근까지 성인 여성 10명 중 약 3명이 비만에 해당하는 것으로 보고되고 있다(Statistics Korea, 2023). 비만인 사람은 정상 체중을 가진 사람에 비해 심혈관계 질환 및 대사증후군 등의 심각한 질병에 걸릴 위험이 높고, 비만과 관련된 건강 문제는 국가 의료시스템에 상당한 경제적 영향을 미친다(CDC, 2022).

보편적으로 비만은 체질량지수(BMI) 25kg/m² 이상을 기준으로 판단하고 있으며(WHO, 2024), 이는 다양한 역학 연구에서 비만의

기준치로써 검증되고 있다. 그러나 체질량지수만으로는 비만을 판정하기에 다소 제한점이 있다고 보여진다. 이러한 체질량지수는 비만도에 높은 상관관계가 있는 것은 사실이지만, 특정 신체구성 요인을 구별하는 데 한계가 있다. 즉 체지방과 체지방을 확인할 수 없다. 더욱이 이러한 문제점은 정상체중을 가졌음에도 불구하고, 체지방률이 높은 상태인 마른 비만(normal weight obesity; NWO)을 구별해내기 어려운 점을 시사한다.

마른 비만이란 체질량지수가 정상 범위인 25kg/m² 미만에 해당하는 것과 동시에 체지방률이 30% 이상으로 정상 범위보다 높은 것이 특징인 비교적 새로운 범주의 비만으로 구분된다(De Lorenzo et al., 2016; Haghghat et al., 2020; Hosseini et al., 2020; Wijayatunga & Dhurandhar, 2021). 선행연구에 의하면 마른 비만을 가진 사람은 정상인에 비해 내당능장애(glucose tolerance), 산화적 스트레스(oxidative stress), 그리고 이상지질혈증(dyslipidemia)과 같은 대사성 위험이 증가되고(Martinez et al., 2017; Sahakyan et al., 2015; Wijayatunga & Dhurandhar, 2021), 근육감소증, 동맥경화성 및 인슐린 저항성과 병리학적으로 상호 연관성이 있음을 지적하고 있다(Kim et al., 2015).

이처럼 마른 비만의 경우 일반적인 비만 못지않게 위험성이 높

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

은데, 이러한 마른 비만의 유병률은 여성에게 더 많이 나타난다(Männistö et al., 2014; Marques-Vidal et al., 2010). 또한, 마른 비만 여성의 경우 남성에 비해 대사 위험 인자의 유병률 증가 및 심혈관계 질환으로 인한 사망률이 약 2배 이상 증가할 수 있다고 보고되고 있으며(Correa-Rodríguez et al., 2020; Kapoor et al., 2020; Kim et al., 2014, 2023; Ramsaran & Maharaj, 2017), 더 낮은 근육량 및 안정시 대사량(RMR)을 보이기에 이를 증진하고, 최적의 지방 감량 중재가 필요하다 고 지적하고 있다(Di Renzo et al., 2006; Haghghat et al., 2020). 특히, 안정시 대사량은 인체 제지방량과 밀접한 관계라 볼 수 있는데, 제지방량이 적을수록 안정시 대사량 또한 낮다고 보고되고 있고(Coutinho et al., 2018), 더욱이 낮은 안정시 대사량은 신체구성의 변화가 쉽게 일어날 가능성이 있기에 마른 비만인에게 안정시 대사량의 확인은 그 의미적 가치가 있다고 볼 수 있다.

중요하게도 안정시 대사량은 규칙적인 운동을 실시할 경우, 체내 제지방의 증가와 함께 증가한다고 알려져 있다. 그러나 MacKenzie-Shalders et al.(2020)의 review 논문에서는 운동을 실시하더라도 대사량의 변화가 일정하지 않음을 지적하고 있다. 이러한 이유는 같은 형태의 운동일지라도 대상자의 각기 다른 체력 수준 그리고 운동의 강도 및 기간에 따라 결과가 달라질 수 있기에 안정시 대사량의 변화는 일관성을 보이지 않는다는 것이다(Ko, 2021). 이에 따라 각 연구대상자의 체력 수준을 확인하고, 동일한 에너지 소비(운동량)를 기준으로 운동의 강도 및 운동 시간을 통제하여, 신체 변화를 입증할 수 있다면 마른 비만을 치료하려는 특정인에게 논리적이고 실현 가능한 운동처방 접근이 가능할 것으로 기대할 수 있다.

한편, 미국스포츠의학회(ACSM)에 의하면 건강 유지와 지방 감소를 촉진하기 위해서 신체활동을 늘리는 운동을 권장하고 있고, 규칙적인 운동은 체중의 증가를 예방하며 비만 관련 질병의 위험을 줄일 뿐만 아니라 상대적으로 근육량이 적고 근력이 약한 여성의 경우 필수적이라며 강조하고 있다(ACSM, 2021). 더욱이 마른 비만의 경우 외적으로 비만으로 보여지지 않기에 각종 질환의 위험성을 인식하지 못하는 부분에서 그 심각성이 존재하는데, 이를 해결하기 위한 운동의 중재는 마른 비만에 대한 치료 접근법이 될 수 있다는 점에 주목할 필요가 있다(Ashtary-Larky et al., 2023; Kapoor et al., 2020; Wiklund et al., 2017; Zhang et al., 2018).

그러나 대부분의 규칙적인 운동 적용이 비만인에게 효과적인 것으로 보고되고 있지만, 마른 비만인에게 다양한 유산소 운동 형태의 연구는 그 중요성에 비해 미비한 실정이며, 특히 유산소 운동 강도 차이를 입증하여 이들에게 현실적인 유산소 운동을 제안하는 연구는 전무하다. 이에 본 연구에서는 마른 비만 여성에게 중강도와 고강도 유산소 운동을 적용하여, 신체구성의 변화 및 안정시 대사량 그리고 이상지질혈증 인자에 어떠한 영향을 미치는지 확인하고, 마른 비만인을 위한 실질적인 유산소 운동처방의 기초자료를 제공하는 데 목적이 있다.

연구방법

연구대상

연구대상자는 S시에 거주하는 20-30대 여성으로 본 연구의 목적을

이해하고 자발적인 참여 의사를 밝힌 자로, 지난 6개월 이상 규칙적이며 체계적인 운동에 참여한 경험이 없고, 심혈관계 및 근골격계 질환을 포함한 의학적 질환이 없으며, 체질량지수 25kg/m² 미만인면서 체지방률 30% 이상인 마른 비만인을 모집하였다. 연구대상자 수 산출을 위해 G* Power 소프트웨어(G* Power 3.1.9.4, Heinrich-Heine-University, Düsseldorf, Germany)를 사용하였다. 최소 표본 크기는 16이었으며(effect size=0.40, α =0.05, power=0.80), 본 연구에서는 중도탈락을 고려하여 최종 20명을 대상자로 모집하였다.

전체 연구대상자는 고강도 유산소 운동 그룹(Vigorous-Intensity Aerobic Exercise: VIAE, n=10), 중강도 유산소 운동 그룹(Moderate-Intensity Aerobic Exercise: MIAE, n=10)으로 무작위 분류하였고, 각 연구대상자의 신체적 특성은 아래 <Table 1>에 제시한 바와 같다.

실험 절차 및 실험 방법

본 연구의 실험은 OO대학교 운동생리학실험실에서 진행되었으며, 모든 연구대상자에게 실험 전 실험과 관련된 절차 및 제반 사항 그리고 실험 도중 발생 가능한 위험 요인에 대해 충분히 설명하였고, 개인 사정으로 인해 실험 참여를 원하지 않을 경우, 언제든지 중단이 가능하다는 내용이 포함된 동의서를 작성하였다.

그리고 전체 실험 기간 중 결과에 영향을 미칠 수 있는 음주 및 흡연, 약물 복용 그리고 본 실험에서 제공되는 운동 프로그램 외 추가적인 운동을 금지하도록 교육하였다.

본 연구의 절차는 기본검사(신체구성, 운동부하검사, 안정시 대사량) 및 혈액검사로 구성되었으며, 실험 결과의 오차범위를 최소화하기 위해 실험과 관련된 시간 및 방법 모두 동일하게 진행되었다. 또한 모든 연구대상자는 사전·사후 각 실험 전날 과도한 신체적 활동을 금지하였고, 충분한 수면을 취하도록 하였다.

1. 신체구성 측정

모든 연구대상자의 신장은 자동 신체 계측기(Fanics, FE810, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 생체전기저항법에 의해 측정되는 체성분 측정 장비(Inbody 720, Biospace, Korea)를 이용하여 체중(kg), 체지방률(%) 그리고 제지방량(kg)을 측정하였다. 이때 정확한 측정을 위해 측정 전 8시간 이상 공복 상태를 유지하였고, 측정 직전

Table 1. Anthropometric characteristics (Mean \pm SD)

Variables	VIAE(N=10)	MIAE(N=10)
Age(yr)	24.3 \pm 2.75	25.1 \pm 2.65
Height(cm)	161.8 \pm 3.11	162.2 \pm 3.25
Weight(kg)	62.3 \pm 2.54	63.4 \pm 2.71
BMI(kg/m ²)	23.8 \pm 0.92	24.1 \pm 0.75
Body Fat(%)	31.2 \pm 2.09	31.6 \pm 2.71
Lean Body Mass(kg)	18.5 \pm 1.13	18.0 \pm 1.74
VO ₂ max(ml/kg/min)	32.5 \pm 2.69	31.7 \pm 3.19
Resting Metabolic Rate(kcal)	1059.0 \pm 24.18	1038.2 \pm 31.02

VIAE : High-Intensive Aerobic Exercise; MIAE : Moderate-Intensive Aerobic Exercise

배변 및 배뇨를 보도록 하였다.

2. 운동부하검사 측정

운동부하검사는 그룹 내 운동강도 설정을 위해 측정하였으며, 신체구성 측정 후 10분 이상 휴식 후 무선심박수측정기(FT2, Polar, Finland)를 착용하여, 심박수가 안정시 수준에 도달한 이후 측정을 시작하였다. 각 연구대상자는 트레드밀(TM65 Treadmill, Quinton, USA)에서 호흡 가스분석 장비인 Metabolic Measurement System(TrueOne 2400, ParvoMedics, USA)을 통해 Bruce Treadmill Max Protocol을 적용하여, 최대산소섭취량(VO₂max)을 측정하였다.

3. 안정시 대사량 측정

안정시 대사량의 측정을 위해 연구대상자는 측정 48시간 전부터 과도한 신체적 활동을 삼갔고, 7시간 이상 수면을 취한 후 다음날 오전 6시까지 최소한의 활동으로 실험실에 도착하게 하였다. 이는 마지막 신체적 과도한 활동이 EPOC(excess post-exercise oxygen consumption)와 같이 운동의 영향이 생리학적으로 남아 안정시 대사량 측정에 영향을 준다는 선행연구에 따른 것이며(Stiegler & Cunliffe, 2006), 특히, 사전 측정 시에는 신체계측, 혈액채취 그리고 운동부하검사를 실시하기 2주일 전부터 안정시 대사량을 순차적으로 측정하였다. 사후 측정 시에도 동일한 절차로 진행되었으며, 8주간 유산소 트레이닝이 종료된 후 2주일 동안 동일한 방식으로 안정시 대사량을 순차적으로 측정하였다.

모든 연구대상자는 Quark RMR, Canopy Hood(Cosmed, Italy)를 사용하여, 머리부터 가슴 아래까지 외부 공기가 들어가지 않도록 밀폐시켰고, 측정 시에는 편안하고 자연스럽게 호흡하도록 하며, 잠이 들지 않도록 안내하였다.

이후 Metabolic Measurement System(TrueOne2400, ParvoMedics, USA)의 Canopy System을 통한 breath-by-breath 방법으로 안정시 대사량을 측정하였고, 이때 호흡교환율(R)을 통해 호흡의 안정성을 확인하며, Flowmeter fan speed를 조절하면서 약 30~40분 동안 측정하였다. 이때 초반 구간 10여분은 적응 기간으로 불안정하므로 삭제하였고, 남은 약 20여분에 대한 결과를 평균 내어, 산출하였다.

4. 혈액 채취 및 분석

운동강도에 따른 8주간 유산소 운동 사전·사후에 걸쳐 총 2회 혈액을 채취하였고, 혈액 채취 전 모든 연구대상자는 8시간 이상 공복 상태를 유지하였으며, 채혈 시 위생 상태를 점검하여 최대한 감염에 유의하였다. 그리고 무선심박수측정기를 착용하여 안정시 심박수(80bpm) 이하 도달 시 임상병리사에 의해 항응고 처리된 vacutainer tube와 22 gage needle을 사용하여, 상완주정맥(antecubital vein)에서 약 5mL 혈액을 채취하였고, 사전·사후 동일한 시간과 방법으로 실시하였다.

수집된 혈액은 원심분리기를 이용하여 3,000rpm의 속도로 약 10분간 원심분리하였고, 분리된 혈장(plasma)을 microtube에 옮긴 후 Modular analytics(c702, Roche, Germany) 자동화 장비를 이용하여, Enzymatic Colorimetric Assay 검사방법을 통해 총 콜레스테롤(Total Cholesterol: TC), 중성지방(Triglyceride: TG), 저밀도 지단백 콜레스테롤(Low Density Lipoprotein-Cholesterol:

LDL-C)과 고밀도 지단백 콜레스테롤(High Density Lipoprotein-Cholesterol: HDL-C)을 분석하였다.

5. 운동강도 설정 방법

본 연구에서 유산소 운동강도의 설정은 사전 수집된 각 연구대상자의 최대산소섭취량(VO₂max)을 토대로 ACSM(2021)에서 제시한 심폐지구력 운동강도 범위를 참고하여, 고강도 유산소 운동 그룹(VIAE)은 80~85%의 운동 강도를 설정하였고, 중강도 유산소 운동 그룹(MIAE)의 경우에는 60~65%로 설정하였다. 건강 증진을 위해 권장되는 운동 목표량인 주당 약 1,000kcal(1회 350kcal)를 소모할 수 있도록 운동량을 설정하였다. 이에 따라 각 그룹은 운동 강도에 따라 운동속도 및 운동시간에 차이가 있었으며, 두 그룹 모두 트레드밀을 사용하여 유산소 운동을 실시하였다.

그리고 운동속도 및 운동시간을 설정하기 위해 사전 수집된 최대 산소섭취량을 바탕으로 목표산소섭취량(Target VO₂)을 계산하였고, 이를 ACSM(2021)에 따른 공식을 참고하여, 각 개인별 운동속도와 운동시간을 산출하였다(Table 2, 3).

자료처리

모든 실험 결과는 SPSS/PC+Ver 26.0K 통계 프로그램을 사용하여, 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 그리고 각 그룹에 대한 체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질의 변화를 분석하기 위해 이원변량분석(two-way repeated ANOVA)를 실시하였으며, 상호작용이 나타났을 경우 독립변인에 대한 주효과를 알아보기 위해 paired *t*-test와 independent *t*-test를 실시하였다. 모든 통계적 유의수준은 α=.05로 설정하였다.

연구결과

평균 운동 시간

본 연구 결과 그룹 간 평균 운동 시간의 경우, VIAE 그룹 35.7분, MIAE 그룹 56.7분으로 VIAE 그룹이 MIAE 그룹보다 운동 시간이 짧았으며, 그룹 간 유의한 차이가 나타났다(p<.001). 평균 운동속도

Table 2. Method for calculating exercise velocity

$$\text{(Exercise Intensity \%)} \times \text{VO}_2\text{max(ml/kg/min)} = \text{Target VO}_2\text{(ml/kg/min)}$$

$$\text{Target VO}_2\text{(ml/kg/min)} = 3.5\text{ml/kg/min} + [(0.2 \times (\text{Exercise Velocity}))]$$

Table 3. Method for calculating exercise time

$$\text{(Exercise Intensity \%)} \times \text{VO}_2\text{max(ml/kg/min)} = \text{Target VO}_2\text{(ml/kg/min)}$$

$$\text{Target VO}_2\text{(ml/kg/min)} = 3.5\text{ml/kg/min} + [(0.2 \times (\text{Exercise Velocity}))]$$

는 VIAE 그룹 7.95(km/h), MIAE 그룹 5.37(km/h)으로 VIAE 그룹이 MIAE 그룹보다 운동속도가 높았으며, 그룹 간 유의한 차이가 나타났다($p < .01$).

신체구성 및 안정시 대사량 변화

신체구성 요인 중 체중에 대한 차이를 분석하기 위해 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 유의한 차이는 나타나지 않았고, 시기에 대한 주 효과에서도 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

체지방률에 대한 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 상호작용 효과는 $[F(1, 18)=10.414, p < .01]$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 시기에 대한 주 효과에서도 $[F(1, 18)=329.754,$

$p < .001]$ 로 통계적으로 유의하게 나타났다. 이에 사후검정을 위한 대응표본 t -검증을 실시한 결과, VIAE 그룹, MIAE 그룹 모두에서 유의한 차이가 나타났고($p < .001$), 독립표본 t -검증을 실시한 결과 그룹 간 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

또한, 제지방량에 대한 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 시기에 대한 주 효과는 $[F(1, 18)=5.870, p < .05]$ 로 유의한 차이가 나타났다. 이에 대응표본 t -검증을 실시한 결과 VIAE 그룹($p < .01$)에서 유의한 차이가 나타났으며, 독립표본 t -검증을 실시한 결과 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

안정시 대사량에 대한 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 유의한 차이는 나타나지 않았으나, 시기에 대한 주 효과는 $[F(1, 18)=7.787, p < .05]$ 로 유의한 차이가 나타났다. 이에 대응표본 t -검증을 실시한 결과 VIAE 그룹($p < .01$)에서 유의한 차이가 나타났으며, 독립표본 t -검증을 실시한 결과 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

혈중 지질 변화

혈중 TC에 대한 차이를 분석하기 위해 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시기에 대한 주 효과는 $[F(1, 18)=72.541, p < .001]$ 로 유의한 차이가 나타났다. 이에 대응표본 t -검증을 실시한 결과 VIAE 그룹($p < .001$),

Table 4. Average exercise time & velocity (Mean ± SD)

Variables	VIAE (N=10)	MIAE (N=10)	t	p	d
Exercise Time(min)	35.7 ± 2.75	56.7 ± 3.49	-14.924***	.000	6.67
Exercise Velocity (km/h)	7.95 ± 0.71	5.37 ± 0.83	11.577**	.003	3.34

** $p < .01$, *** $p < .001$

VIAE : Vigorous-Intensive Aerobic Exercise; MIAE : Moderate-Intensive Aerobic Exercise

Table 5. Change of body composition & resting metabolic rate (Mean ± SD)

Variables	Group	N	Pre	Post	Source	F	p	η^2
Weight (kg)	VIAE	10	62.3 ± 2.54	61.2 ± 2.17	Group	-1.444	.166	-0.087
					Time	11.286	.059	0.385
	MIAE	10	63.4 ± 2.71	62.6 ± 2.28	Group × Time	.402	.534	0.022
Body Fat (%)	VIAE	10	31.2 ± 2.09	25.0 ± 2.15***	Group	-2.413*	.027	-0.155
					Time	329.754***	.000	0.948
	MIAE	10	31.6 ± 2.71	27.3 ± 2.01***	Group × Time	10.414**	.005	0.367
Lean Body Mass (kg)	VIAE	10	18.5 ± 1.13	19.2 ± 1.29**	Group	.227	.078	0.012
					Time	1.871*	.026	0.094
	MIAE	10	18.0 ± 1.74	18.1 ± 1.16	Group × Time	2.412	.138	0.118
Resting Metabolic Rate (kcal)	VIAE	10	1059.0 ± 24.18	1065.1 ± 25.28**	Group	2.135	.052	0.106
					Time	7.787*	.012	0.302
	MIAE	10	1038.2 ± 31.02	1039.6 ± 28.05	Group × Time	3.192	.091	0.151

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

VIAE : Vigorous-Intensive Aerobic Exercise; MIAE : Moderate-Intensive Aerobic Exercise

Table 6. Change of blood lipid profile (Mean ± SD)

Variables	Group	N	Pre	Post	Source	F	p	η^2
TC (mg/dL)	VIAE	10	172.8 ± 6.08	159.84 ± 5.47***	Group	-4.46	.661	-0.025
					Time	72.541***	.000	0.801
	MIAE	10	172.0 ± 11.62	161.18 ± 7.76**	Group × Time	.551	.467	0.030
TG (mg/dL)	VIAE	10	78.7 ± 5.34	66.3 ± 5.31***	Group	-1.718	.103	-0.106
					Time	94.212***	.000	0.840
	MIAE	10	79.0 ± 4.68	70.1 ± 4.54**	Group × Time	2.460	.134	0.120
LDL-C (mg/dL)	VIAE	10	127.2 ± 2.82	110.2 ± 5.37***	Group	-1.376	.186	-0.083
					Time	172.837***	.000	0.906
	MIAE	10	128.4 ± 3.02	113.2 ± 4.23***	Group × Time	.529	.476	0.029
HDL-C (mg/dL)	VIAE	10	55.4 ± 4.51	63.5 ± 3.23***	Group	3.568**	.002	0.165
					Time	75.789***	.000	0.808
	MIAE	10	55.9 ± 5.42	56.1 ± 5.69	Group × Time	68.618***	.000	0.792

** $p < .01$, *** $p < .001$

VIAE : Vigorous-Intensive Aerobic Exercise; MIAE : Moderate-Intensive Aerobic Exercise

MIAE 그룹($p < .01$) 모두에서 유의한 차이가 나타났다. 그러나 독립 표본 t -검증을 실시한 결과 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

혈중 TG에 대한 차이를 분석하기 위해 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시기에 대한 주 효과는 $[F(1, 18)=94.212, p < .001]$ 로 유의한 차이가 나타났다. 이에 대응표본 t -검증을 실시한 결과 VIAE 그룹($p < .001$), MIAE 그룹($p < .01$) 모두에서 유의한 차이가 나타났다. 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

또한, 혈중 LDL-C에 대한 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 시기에 대한 주 효과는 $[F(1, 18)=172.837, p < .001]$ 로 유의한 차이가 나타났다. 이에 대응표본 t -검증을 실시한 결과 VIAE 그룹($p < .001$), MIAE 그룹($p < .001$) 모두에서 유의한 차이가 나타났고, 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다($p > .05$).

혈중 HDL-C에 대한 이원변량분석을 실시한 결과, 그룹과 시기 간 상호작용 효과는 $[F(1, 18)=68.618, p < .001]$ 로 통계적으로 유의한 차이가 나타났고, 시기에 대한 주 효과에서도 $[F(1, 18)=75.789, p < .001]$ 로 통계적으로 유의하게 나타났다. 이에 대응표본 t -검증을 실시한 결과 VIAE 그룹($p < .001$)에서만 유의한 차이가 나타났고, 독립표본 t -검증을 실시한 결과 그룹 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p < .01$).

논의

마른 비만과 정상인의 차이점은 마른 비만이 상대적으로 많은 체지방과 적은 근육량을 가지고 있다는 부분이며, 특히, 젊은 연령부터 마른 비만을 가질 경우 대사후후군 및 심혈관계 질환에 노출될 가능성이 높아지기에(Bellissimo et al., 2020; De Lorenzo et al., 2016) 이들에게 유산소적 신체 활동의 참여는 만성 질환을 줄이기 위한 효과적인 전략임은 분명하다(Blair, 2009; Fiuza-Luces et al., 2013; Warburton & Bredin, 2017).

이에 따라 본 연구에서는 마른 비만을 해소/예방하기 위한 목적으로 강도별 유산소 운동을 실시하였고, 이들의 신체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질 인자의 변화를 비교 분석하여, 마른 비만인에게 효과적이고 실질적인 유산소 운동 강도에 대한 기초자료를 제시하고자 하였다.

신체구성 및 안정시 대사량의 변화

본 연구 결과 MIAE 그룹과 VIAE 그룹 모두에서 체지방률이 감소하는 결과가 나타나며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이와 같은 결과는 운동강도와 관계없이 유산소 운동 자체에 대한 긍정적인 변화라고 볼 수 있는데, 무엇보다 규칙적인 운동을 적용함에 따른 신체 내 적응의 효과로써, 체내 지방 대사의 활성 및 지방 산화율의 효율적인 증가가 일어났기 때문으로 판단된다(Ko, 2021). 특히, 본 연구에서 유산소 운동 시 에너지 소모량을 동일하게 적용하여 운동을 실시했다는 부분을 고려해본다면, 체지방률의 감소가 주 목적인 마른 비만인에게 다양한 강도의 유산소 운동은 이들에게 의미 있는 효과를 보일 수 있다고 판단된다.

더욱이, 유산소 운동강도 차이를 확인한 여러 선행연구에서는 고강도 유산소 운동과 중강도 유산소 운동 모두 긍정적인 체구성의 개선을 확인하였다고 주장하고 있기에(Boutcher, 2011; Guo et al., 2023; Ramos et al., 2015; Wewege et al., 2017), 이는 본 연구의 결과를 뒷받침한다고 볼 수 있다.

단, 체중의 경우 두 그룹 모두 수치상 감소하는 경향이 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 마른 비만의 경우 체지방률은 높지만, 체중은 정상 범위에 해당하기에 비만인에 비해 상대적으로 체중의 감소는 비교적 낮았을 것으로 생각된다. 그럼에도 체지방률 감소와 함께 체중 또한 감소한 결과는 마른 비만 여성에게 상대적 근육 소실에 의한 근력 저하 및 대사율 감소와 같은 또 다른 건강 문제를 야기할 수 있어 주의가 필요하다(Janssen et al., 2000; Kim et al., 2014). 본 연구 결과에서 체지방률의 감소 변화를 함께 종합해본다면, 마른 비만인에게 주당 약 1,000kcal의 운동 소모는 이들에게 적용 가능한 목표로 설정할 수 있음을 확인한 것으로, 이는 마른 비만인의 관리적 측면에서 특히 운동을 지도하는 필드에 긍정적인 시사점을 줄 것으로 기대되어 진다.

흥미롭게도 Bellicha et al.(2021)은 운동 시 에너지 소비가 동일할 경우, 체중 및 체지방률이 비슷한 감소로 이어진다고 주장하고 있으며, Wewege et al.(2017)의 연구에서도 고강도의 유산소 운동 시간이 중강도의 유산소 운동 시간에 대비해 약 40%가 감소했음에도 불구하고, 체구성의 변화를 확인하였다.

이는 마른 비만인에게도 부분적으로 동일 적용이 가능하다고 생각되는데, 본 연구에서도 평균 운동 시간의 경우 MIAE 그룹에서는 약 57분 그리고 VIAE 그룹에서는 약 35분의 평균 운동시간을 보이며, 두 그룹 모두 체중 및 체지방률이 감소하는 결과를 확인하였다.

따라서 마른 비만인에게 유산소 운동을 실시할 때 에너지 소비량을 고려할 경우, 운동강도의 선택은 실현 가능성과 지속 가능성을 고려하는 등 개인 선호도에 맞춰 진행되어도 무방할 것으로 사료되며, 운동의 필요성을 인지하고 있지만 시간 분배에 어려움을 겪는 마른 비만인의 경우 강도 높은 유산소 운동이 이상적인 선택이 될 것이라 판단된다.

한편, 본 연구결과 체지방률 및 안정시 대사량의 경우 MIAE 그룹에서 수치상 유지되었고, VIAE 그룹에서만 증가하는 경향이 나타나며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 다만, 그룹 간 유의한 차이는 나타나지 않았다.

비록 그룹 간 통계적인 차이는 나타나지 않았지만, 역설적으로 마른 비만인에게 고강도 유산소 운동은 체지방률의 감소 및 체지방률 그리고 안정시 대사량을 유지/증가시켜 체구성에 긍정적인 변화를 보일 수 있다는 결과에 주목할 필요가 있다.

다양한 선행연구에 의하면 안정시 대사량은 주로 체지방과 관련된 신체구성의 차이에 기인된다고 볼 수 있으며, 특히 체지방은 안정시 대사량의 주요 결정 요인이다(Hirsch et al., 2017; Müller et al., 2009; Yu et al., 2021; Zurlo et al., 1990).

아울러, 고강도의 운동은 중강도의 운동보다 운동 후 초과산소 소비량(EPOC)을 증가시키며, 지방 산화를 강화하고, 근육의 적응을 초래하는 이점이 있기에(Larsen et al., 2014; Panissa et al., 2021), 본 연구에서의 강한 강도의 유산소 운동은 마른 비만인에게 체중/체지방률의 감소가 발생했음에도 불구하고, 전체 체중에 대한 체지방 비율이 증가함으로 인해 안정시 대사량이 유지 또는 증가한 것으로 판단된다.

특히, 제지방과 안정시 대사량 간의 관계가 상호 연관성이 있다는 부분을 고려해 본다면 안정시 대사량의 눈에 띄는 향상을 보이기 위해서는 제지방량의 더 큰 증가가 필요할 것은 분명할 것이다.

따라서 마른 비만 여성의 경우 상대적으로 근육량이 적기 때문에, 대사량 관점에 국한되어 안정시 대사량의 더 많은 증진이 목적인 경우라면 저항성 운동을 병행하는 선택도 추천할 수 있으며, 추후 연구에서는 마른 비만인에게 적용 가능한 다양한 운동 형태의 영향을 살펴보는 후속 연구가 제안된다.

혈중 지질의 변화

인체의 지질 성분은 TC, TG, LDL-C, HDL-C 등을 의미하며, 혈중 TC, TG, LDL-C의 증가는 각종 심혈관계 질환 및 대사증후군 발생 위험을 증가시키고, 이와는 반대로 HDL-C은 이들의 위험성을 감소시키는 주요 인자로 알려져 있다(Klop et al., 2013; Mann et al., 2014).

특히, 혈중 지질 수치와 비만은 상호 밀접한 관계가 있다는 것이 이미 많은 연구에서 입증되고 있는데, 비만인의 경우 혈액 내 TC, TG, LDL-C이 증가되어 있고, HDL-C은 낮아 각종 질환에 상당한 영향력을 미치게 된다(Correll et al., 2014; Isomaa et al., 2001; Ounis et al., 2008).

이에 따라 선행연구에서는 이를 관리하기 위한 방안으로 운동을 제안하고 있으며, 이중 대표적으로 유산소 운동은 혈중 지질의 수치를 효과적으로 낮출 수 있기에 비만인에게 운동의 필요성이 강조되고 있다(ACSM, 2021).

특정인에게 중강도의 유산소 운동과 고강도 유산소 운동을 실시한 다양한 선행연구를 살펴보면, 유산소 운동 강도와 관계없이 혈중 TC, TG 및 LDL-C의 수치를 감소시킨다고 보고되고 있고, 이중 강한 강도의 유산소 운동은 HDL-C의 수치를 유의하게 증가한다고 보고하고 있다(Botero et al., 2014; Despres et al., 1991; Kraus et al., 2002; Lamarche et al., 1992; Oh & Lee, 2023; Ouerghi et al., 2014; Shaw et al., 2009; Wewege et al., 2017).

또한, HDL-C의 경우 신체적 활동의 결과 즉, 운동을 실시함에 따라 개선될 가능성이 높은 혈중 지질 인자로, 규칙적이고 지속적인 강한 강도의 운동은 HDL-C의 증가 경향이 일관되게 나타나는 것으로 보고되고 있고(Mann et al., 2014; Wang & Xu, 2017), TG와 LDL-C의 감소를 위해서 높은 강도의 운동도 필요하다고 주장하고 있다(Mann et al., 2014).

본 연구 결과에서도 VIAE 그룹과 MIAE 그룹 모두에서 혈중 TC, TG, LDL-C의 감소를 나타냈고, HDL-C의 경우 VIAE 그룹에서만 유의하게 증가하며, 통계적으로 유의한 차이가 나타났다.

이는 선행연구의 결과와 일치되는 경향을 보이는데, 이러한 결과는 유산소 운동 시 지방분해효소인 lipoprotein lipase(LPL)의 활성을 증가시켜 TG의 분해를 촉진시키고, HDL-C의 증가 기전에 따라 혈중 지질을 개선하는 것으로 설명할 수 있다(Fenkci et al., 2006; Lin, 2021; Marandi et al., 2013; Pirahanchi et al., 2023).

특히, 혈중 TC, TG, LDL-C의 감소 및 HDL-C의 증가 유도를 위해 주당 약 1,000kcal의 에너지 소비가 필요하다고 보고되고 있는데(Fagard & Cornelissen, 2007; Gonçalves et al., 2022), 본 연구 방법에 따른 운동 시 1,000kcal의 에너지 소모 제안 역시 마른 비만인에게 적절한 설정 방법이었음을 혈중 지질의 결과로도 재확인

하였다는 점에서 의미 있는 결과가 도출되었다고 사료된다.

이에, 유산소 운동은 비만인뿐만 아니라 마른 비만인에게도 명백한 지질 대사의 긍정적인 변화를 시사하며, 신체구성의 긍정적인 변화를 야기하기에 이들에게 운동의 필요성을 더욱 강조할 수 있을 것으로 생각된다.

결론

유산소 운동은 비만인에게 각종 생활습관병의 개선 및 예방을 위한 효과적인 방법으로 보고되고 있고, 비만인에게 검증된 운동 유형이라고 할 수 있다. 그러나 비만과 병리학적으로 유사한 마른 비만인의 운동 적용 연구는 날로 증가하고 있는 마른 비만인의 현실에 비추어 볼 때, 연구의 필요성 및 지속성이 요구된다.

이에 따라 본 연구에서는 마른 비만인을 대상으로 중강도 유산소 그룹과 고강도 유산소 그룹으로 나누어 8주간 주 3회 그룹간 설정된 운동강도에 따라 유산소 운동을 실시하였다.

그 결과, 두 그룹 모두 체중 및 체지방률이 감소하였고, 고강도 그룹에서는 제지방량과 안정시 대사량이 증가하는 결과를 얻었다. 그리고 혈중 지질의 변화를 확인한 결과 두 그룹 모두에서 TC, TG, LDL-C이 감소하였고, 고강도 그룹에서만 HDL-C이 유의하게 증가하는 결과를 확인하였다.

이러한 결과는 비만인을 대상으로 진행된 다양한 선행연구와 서로 유사 또는 부분적으로 일치하는 것으로 확인되었고, 이를 통해 마른 비만인의 경우에도 비만인으로 간주하여 유산소 운동 형태의 참여를 강조할 수 있다는 부분에서 본 실험의 결과는 의미가 있음을 결론 지을 수 있다.

단, 본 연구 결과를 통해서 알 수 있듯이 강한 강도의 운동이 마른 비만인에게 더 나은 효과를 얻을 수 있다는 부분에 국한되어 비교적 신체적 장애요인이 없고, 안정시 대사량 및 전체 혈중 지질의 긍정적인 변화를 위해서라면, 운동의 강도를 높여 유산소 운동을 실시하는 것이 마른 비만인에게 더욱 효과적일 수 있다고 사료된다.

CONFLICT OF INTEREST

논문 작성에 있어서 어떠한 조직으로부터 재정을 포함한 일체의 지원을 받지 않았으며 논문에 영향을 미칠 수 있는 어떠한 관계도 없음을 밝힌다.

AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: J Ko, Data curation: J Ko, Formal analysis: J Ko, S Park, Methodology: J Ko, S Park, Project administration: J Ko, S Park, Visualization: J Ko, S Park, Writing-original draft: J Ko, S Park, Writing-review & editing: J Ko, S Park

참고문헌

- ACSM (American College of Sports Medicine). (2021). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Philadelphia, PA: Wolters Kluwer.
- Ashtary-Larky, D., Niknam, S., Alipour, M., Bagheri, R., Asbaghi, O., Mohammadian, M., ... & Afrisham, R. (2023). Are women with normal-weight obesity at higher risk for cardiometabolic disorders? *Biomedicines*, *11*(2), 341.
- Bellicha, A., van Baak, M. A., Battista, F., Beaulieu, K., Blundell, J. E., Busetto, L., ... & Oppert, J.-M. (2021). Effect of exercise training on weight loss, body composition changes, and weight maintenance in adults with overweight or obesity: An overview of 12 systematic reviews and 149 studies. *Obesity Reviews*, *22*(S4), e13256.
- Bellissimo, M. P., Bettermann, E. L., Tran, P. H., Crain, B. H., Ferranti, E. P., Binongo, J. N., ... & Alvarez, J. A. (2020). Physical fitness but not diet quality distinguishes lean and normal weight obese adults. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, *120*(12), 1963-1973.
- Blair, S. N. (2009). Physical inactivity: The biggest public health problem of the 21st century. *British Journal of Sports Medicine*, *43*(1), 1-2.
- Botero, J. P., Prado, W. L., Guerra, R. L. F., Speretta, G. F. F., Leite, R. D., Prestes, J., ... & da Silva, R. G. (2014). Does aerobic exercise intensity affect health-related parameters in overweight women? *Clinical Physiology and Functional Imaging*, *34*(2), 138-142.
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, *2011*, 868305.
- CDC (Centers for Disease Control and Prevention). (2022). *Consequences of obesity*. Retrieved from <https://www.cdc.gov/obesity/basics/consequences.html>
- Correa-Rodríguez, M., González-Ruiz, K., Rincón-Pabón, D., Izquierdo, M., García-Hermoso, A., Agostinis-Sobrinho, C., ... & Ramírez-Vélez, R. (2020). Normal-weight obesity is associated with increased cardiometabolic risk in young adults. *Nutrients*, *12*(4), 1106.
- Correll, C. U., Robinson, D. G., Schooler, N. R., Brunette, M. F., Mueser, K. T., Rosenheck, R. A., ... & Kane, J. M. (2014). Cardiometabolic risk in patients with first-episode schizophrenia spectrum disorders: Baseline results from the RAISE-ETP study. *JAMA Psychiatry*, *71*(12), 1350-1363.
- Coutinho, S. R., With, E., Rehfeld, J. F., Kulseng, B., Truby, H., & Martins, C. (2018). The impact of rate of weight loss on body composition and compensatory mechanisms during weight reduction: A randomized control trial. *Clinical Nutrition*, *37*(4), 1154-1162.
- De Lorenzo, A., Soldati, L., Sarlo, F., Calvani, M., Di Lorenzo, N., & Di Renzo, L. (2016). New obesity classification criteria as a tool for bariatric surgery indication. *World Journal of Gastroenterology*, *22*(2), 681-703.
- Despres, J. P., Pouliot, M. C., Moorjani, S., Nadeau, A., Tremblay, A., Lupien, P. J., ... & Bouchard, C. (1991). Loss of abdominal fat and metabolic response to exercise training in obese women. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, *261*(2), E159-E167.
- Di Renzo, L., Del Gobbo, V., Bigioni, M., Premrov, M. G., Cianci, R., & De Lorenzo, A. (2006). Body composition analyses in normal weight obese women. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *10*(4), 191-196.
- Fagard, R. H., & Cornelissen, V. A. (2007). Effect of exercise on blood pressure control in hypertensive patients. *European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation*, *14*(1), 12-17.
- Fencki, S., Sarsan, A., Rota, S., & Ardic, F. (2006). Effects of resistance or aerobic exercises on metabolic parameters in obese women who are not on a diet. *Advances in Therapy*, *23*(3), 404-413.
- Fiuza-Luces, C., Garatachea, N., Berger, N. A., & Lucia, A. (2013). Exercise is the real polypill. *Physiology*, *28*(5), 330-358.
- Gonçalves, R., Motta-Santos, D., Szmuchrowski, L., Couto, B., Soares, Y. M., Damasceno, V. D. O., ... & Silva, A. S. (2022). Combined training is not superior to strength and aerobic training to mitigate cardiovascular risk in adult healthy men. *Biology of Sport*, *39*(3), 727-734.
- Guo, Z., Li, M., Cai, J., Gong, W., Liu, Y., & Liu, Z. (2023). Effect of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on fat loss and cardiorespiratory fitness in the young and middle-aged a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(6), 4741.
- Haghighat, N., Ashtary-Larky, D., Bagheri, R., Mahmoodi, M., Rajaei, M., Alipour, M., ... & Wong, A. (2020). The effect of 12 weeks of euenergetic high-protein diet in regulating appetite and body composition of women with normal-weight obesity: A randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, *124*(10), 1044-1051.
- Hirsch, K. R., Smith-Ryan, A. E., Blue, M. N., Mock, M. G., & Trexler, E. T. (2017). Influence of segmental body composition and adiposity hormones on resting metabolic rate and substrate utilization in overweight and obese adults. *Journal of endocrinological investigation*, *40*, 635-643.
- Hosseini, S. A., Aghamohammadi, V., Ashtary-Larky, D., Alipour, M., Ghanavati, M., & Lamuchi-Deli, N. (2020). Are young Iranian women with metabolically healthy obesity at increased risk of CVD incidence? *Jornal Vascular Brasileiro*, *19*, e20190106.
- Isomaa, B., Almgren, P., Tuomi, T., Forsén, B., Lahti, K., Nissén, M., ... & Groop, L. (2001). Cardiovascular morbidity and mortality associated with the metabolic syndrome. *Diabetes Care*, *24*(4), 683-689.

- Janssen, I., Heymsfield, S. B., Wang, Z. M., & Ross, R. (2000). Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of Applied Physiology*, 89(1), 81-88.
- Kapoor, N., Lotfaliany, M., Sathish, T., Thankappan, K. R., Thomas, N., Furler, J., ... & Tapp, R. J. (2020). Prevalence of normal weight obesity and its associated cardio-metabolic risk factors - Results from the baseline data of the Kerala Diabetes Prevention Program (KDPP). *PLoS ONE*, 15(8), e0237974.
- Kim, J., Kang, S., & Kang, H. (2023). Normal-weight obesity and metabolic syndrome in Korean adults: A population-based cross-sectional study. *Healthcare*, 11(6), 2303.
- Kim, M. K., Han, K., Kwon, H.-S., Song, K.-H., Yim, H. W., Lee, W.-C., & Park, Y.-M. (2014). Normal weight obesity in Korean adults. *Clinical Endocrinology*, 80(2), 214-220.
- Kim, S., Kyung, C., Park, J. S., Lee, S.-P., Kim, H. K., Ahn, C. W., ... & Kang, S. (2015). Normal-weight obesity is associated with increased risk of subclinical atherosclerosis. *Cardiovascular Diabetology*, 14, 58.
- Klop, B., Elte, J. W. F., & Castro Cabezas, M. (2013). Dyslipidemia in obesity: Mechanisms and potential targets. *Nutrients*, 5(4), 1218-1240.
- Ko, J.-M. (2021). 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*, 10(5), 417-432.
- Kraus, W. E., Houmard, J. A., Duscha, B. D., Knetzger, K. J., Wharton, M. B., McCartney, J. S., ... & Slentz, C. A. (2002). Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*, 347(19), 1483-1492.
- Lamarque, B., Després, J.-P., Pouliot, M.-C., Moorjani, S., Lupien, P.-J., Thériault, G., ... & Bouchard, C. (1992). Is body fat loss a determinant factor in the improvement of carbohydrate and lipid metabolism following aerobic exercise training in obese women? *Metabolism*, 41(11), 1249-1256.
- Larsen, I., Welde, B., Martins, C., & Tjønnå, A. E. (2014). High- and moderate-intensity aerobic exercise and excess post-exercise oxygen consumption in men with metabolic syndrome. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(3), e174-e179.
- Lin, W.-Y. (2021). A large-scale observational study linking various kinds of physical exercise to lipoprotein-lipid profile. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18, 35.
- MacKenzie-Shalders, K., Kelly, J. T., So, D., Coffey, V. G., & Byrne, N. M. (2020). The effect of exercise interventions on resting metabolic rate: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 38(14), 1635-1649.
- Mann, S., Beedie, C., & Jimenez, A. (2014). Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: Review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine*, 44(2), 211-221.
- Männistö, S., Harald, K., Kontto, J., Lahti-Koski, M., Kaartinen, N. E., Saarni, S. E., ... & Jousilahti, P. (2014). Dietary and lifestyle characteristics associated with normal-weight obesity: The national FINRISK 2007 study. *British Journal of Nutrition*, 111(5), 887-894.
- Marandi, S. M., Abadi, N. G. B., Esfarjani, F., Mojtahedi, H., & Ghasemi, G. (2013). Effects of intensity of aerobics on body composition and blood lipid profile in obese/overweight females. *International Journal of Preventive Medicine*, 4(Suppl 1), S118-S125.
- Marques-Vidal, P., Pécout, A., Hayoz, D., Paccaud, F., Mooser, V., Waeber, G., & Vollenweider, P. (2010). Normal weight obesity: Relationship with lipids, glycaemic status, liver enzymes and inflammation. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 20(9), 669-675.
- Martinez, K. E., Tucker, L. A., Bailey, B. W., & LeCheminant, J. D. (2017). Expanded normal weight obesity and insulin resistance in US adults of the National Health and Nutrition Examination Survey. *Journal of Diabetes Research*, 2017, 9502643.
- Müller, M. J., Bosy-Westphal, A., Later, W., Haas, V., & Heller, M. (2009). Functional body composition: Insights into the regulation of energy metabolism and some clinical applications. *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(9), 1045-1056.
- Oh, D.-H., & Lee, J.-K. (2023). Effect of different intensities of aerobic exercise combined with resistance exercise on body fat, lipid profiles, and adipokines in middle-aged women with obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 3991.
- Ouerghi, N., Khammassi, M., Boukorraa, S., Feki, M., Kaabachi, N., & Bouassida, A. (2014). Effects of a high-intensity intermittent training program on aerobic capacity and lipid profile in trained subjects. *Open Access Journal of Sports Medicine*, 5, 243-248.
- Ounis, O. B., Elloumi, M., Chiekh, I. B., Zbidi, A., Amri, M., Lac, G., & Tabka, Z. (2008). Effects of two-month physical-endurance and diet-restriction programmes on lipid profiles and insulin resistance in obese adolescent boys. *Diabetes & Metabolism*, 34(6), 595-600.
- Panissa, V. L. G., Fukuda, D. H., Staibano, V., Marques, M., & Franchini, E. (2021). Magnitude and duration of excess of post-exercise oxygen consumption between high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise: A systematic review. *Obesity Reviews*, 22(1), e13099.
- Pirahanchi, Y., Anoruo, M., & Sharma, S. (2023.7.30.). Biochemistry, lipoprotein lipase. *StatPearls*. Retrieved from <https://www.statpearls.com/point-of-care/24324>
- Ramos, J. S., Dalleck, L. C., Tjønnå, A. E., Beetham, K. S., & Coombes, J. S. (2015). The impact of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on vascular function: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 45(5), 679-692.

- Ramsaran, C., & Maharaj, R. G. (2017).** Normal weight obesity among young adults in Trinidad and Tobago: Prevalence and associated factors. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 29(2), 20150042.
- Sahakyan, K. R., Somers, V. K., Rodriguez-Escudero, J. P., Hodge, D. O., Carter, R. E., Sochor, O., ... & Lopez-Jimenez, F. (2015).** Normal-weight central obesity: Implications for total and cardiovascular mortality. *Annals of Internal Medicine*, 163(11), 827-835.
- Shaw, I., Shaw, B. S., & Krasilshchikov, O. (2009).** Comparison of aerobic and combined aerobic and resistance training on low-density lipoprotein cholesterol concentrations in men: Cardiovascular topic. *Cardiovascular Journal of Africa*, 20(5), 290-295.
- Statistics Korea. (2023).** *Obesity: ≥19 years, by sex*. Retrieved from https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=177&tblId=DT_11702_N101&vw_cd=&list_id=&scrId=&seqNo=&lang_mode=ko&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=E1&docId=0148132938&markType=S&itmNm=%EC%A0%84%EA%B5%AD
- Stiegler, P., & Cunliffe, A. (2006).** The role of diet and exercise for the maintenance of fat-free mass and resting metabolic rate during weight loss. *Sports Medicine*, 36(3), 239-262.
- Wang, Y., & Xu, D. (2017).** Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. *Lipids in Health and Disease*, 16, 132.
- Warburton, D. E. R., & Bredin, S. S. D. (2017).** Health benefits of physical activity: A systematic review of current systematic reviews. *Current Opinion in Cardiology*, 32(5), 541-556.
- Wewege, M., van den Berg, R., Ward, R. E., & Keech, A. (2017).** The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 18(6), 635-646.
- WHO (World Health Organization). (2024.3.1.).** *Obesity and overweight*. Retrieved from <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Wijayatunga, N. N., & Dhurandhar, E. J. (2021).** Normal weight obesity and unaddressed cardiometabolic health risk—A narrative review. *International Journal of Obesity*, 45(10), 2141-2155.
- Wiklund, P., Törmäkangas, T., Shi, Y., Wu, N., Vainionpää, A., Alen, M., & Cheng, S. (2017).** Normal-weight obesity and cardiometabolic risk: A 7-year longitudinal study in girls from prepuberty to early adulthood. *Obesity*, 25(6), 1077-1082.
- Yu, W. W., Lee, S. J., Arslanian, S., Tamim, H., & Kuk, J. L. (2021).** Effects of exercise on resting metabolic rate in adolescents with overweight and obesity. *Childhood Obesity*, 17(4), 249-256.
- Zhang, M., Schumann, M., Huang, T., Törmäkangas, T., & Cheng, S. (2018).** Normal weight obesity and physical fitness in Chinese university students: An overlooked association. *BMC Public Health*, 18, 1334.
- Zurlo, F., Larson, K., Bogardus, C., & Ravussin, E. (1990).** Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *The Journal of Clinical Investigation*, 86(5), 1423-1427.

중강도 및 고강도 유산소 운동이 20대 마른비만 여성의 신체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질에 미치는 영향

고재면¹, 박성은²

¹연세대학교 체육교육학과 강사

²서울시립대학교 스포츠과학과 강사

[목적] 본 연구는 마른 비만 여성을 대상으로 중강도 및 고강도 유산소 운동을 실시하여, 신체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질 성분에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고자 하였다. 본 연구는 마른 비만 여성을 대상으로 중강도 및 고강도 유산소 운동을 실시하여, 신체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질 성분에 어떠한 영향을 미치는지 규명하고자 하였다.

[방법] 연구대상자는 20대 마른 비만 여성을 대상으로 중강도 유산소 그룹(MIAE, n=10), 고강도 유산소 그룹(VIAE, n=10)으로 구분하였고, 8주간 주 3회 유산소 운동을 실시하였다. 운동 강도에 따른 효과를 확인하기 위해 사전·사후 신체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질 성분을 분석하였다.

[결과] 본 연구 결과 두 그룹 모두 체중 및 체지방률이 감소하였고, 제지방 및 안정시 대사량은 VIAE 그룹에서만 증가하였다. 그리고 혈중 지질 중 TC, TG, LDL-C의 경우 두 그룹 모두 감소하였고 HDL-C의 경우에만 VIAE 그룹에서 증가하였다.

[결론] 마른 비만 여성에게 고강도 유산소 운동은 중강도 유산소 운동에 비해 신체구성 및 안정시 대사량 그리고 혈중 지질 변화에 효과적임을 확인하였다.

주요어

유산소 운동, 마른 비만, 신체구성, 안정시 대사량, 혈중 지질