

Effect of Home Training using the App on Metabolic Syndrome Risk Factors and Atherogenic Index in Obese Middle-Aged Women

Jin-Wook Lee*, Sung-Soo Park**

*Professor, Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Chungcheongnam-do, Korea

**Professor, Dept. of Sports Coaching, Suwon Women's University, Gyeonggi-do, Korea

[Abstract]

The purpose of this study was to analyze the effect of home training with app on metabolic syndrome risk factors and atherogenic index in on obese middle aged women. It was carried out to present as an intervention method for improving obesity in the pandemic era of COVID-19. The subjects of this study were 33 obese middle aged women, AHTG(n=15) and CG(n=18). Home training using the app for 8 weeks was conducted 3 times a week. The results of this study as follow, metabolic syndrome risk factors was WC($p<.001$) significantly decreased, HDL-C($p<.05$) significantly increased and atherogenic index was LDL-C/HDL-C($p<.01$) significantly increased in the AHTG. In the era of the COVID-19 pandemic, PA plays an important role in alleviating the severe COVID-19 pandemic, in addition to its ameliorating effects on several chronic diseases. The possibility of home training using an app is an effective intervention method for preventing obesity and metabolic syndrome.

▶ **Key words:** Obese middle-aged women, metabolic syndrome risk factors, Atherogenic index, Home training, App

[요 약]

본 연구는 앱을 이용한 홈 트레이닝이 비만중년여성의 대사증후군 위험이자 및 동맥경화지수 변화를 분석하여 COVID-19의 팬데믹 시대에 비만 개선의 하나의 중재방법으로 제시하고자 실시되었다. 연구의 대상자는 비만중년여성 33명을 대상으로 앱 홈트레이닝 그룹(AHTG) 15명, 통제그룹(CG) 18명을 모집하여 8주간의 앱을 이용한 홈트레이닝을 주 3회 실시하였다. 이 연구 결과 AHTG의 대사증후군 위험요인 중 WC($p<.001$)는 유의하게 감소하고 HDL-C($p<.05$)는 유의하게 증가하였으며, 동맥경화지수는 LDL-C/HDL-C($p<.01$) 유의하게 증가하였다. 따라서 COVID-19 팬데믹 시대에 PA는 여러 만성질환에 대한 개선 효과 외에도 심각한 COVID-19 대유행을 완화 하는데 중요한 역할을 하며 앱을 이용한 홈트레이닝이 비만 및 대사증후군을 예방에 효율적인 중재 방법이 될 수 있는 가능성을 확인하였다.

▶ **주제어:** 중년비만여성, 대사증후군 위험인자, 동맥경화지수, 홈트레이닝, 앱

-
- First Author: Jin-Wook Lee, Corresponding Author: Sung-Soo Park
 - *Jin-Wook Lee (rugby14@hanmail.net), Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University
 - **Sung-Soo Park (padi@swc.ac.kr), Dept. of Sports Coaching, Suwon Women's University
 - Received: 2022. 03. 10, Revised: 2022. 04. 05, Accepted: 2022. 04. 06.

I. Introduction

WHO는 2020년 코로나바이러스 감염증 19(COVID-19)이 여러 국가에서 발생했을 때 세계적인 유행병(pandemic)으로 정의하였다[1]. COVID-19 팬데믹(pandemic)의 원인이 되는 2형 중증급성호흡기증후군 코로나바이러스(SARS-CoV-2)의 확산으로 전세계적으로 감염자 수는 2억5000만명 이상, 사망자는 약 500만명에 육박한다고 보고하였다[2].

COVID-19의 팬데믹은 일상 생활 방식에 심각한 혼란을 야기하며, 필수 활동을 제외한 모든 활동이 중단되거나 집에서 재택근무로 전환되었으며, 확산을 늦추는 가장 효과적인 방법으로 사회적 거리두기가 권장하고 있다. 하지만 발병을 통제하기 위하여 사회적 거리두기에 초점을 맞춘 공중 보건 전략은 사회적 고립을 증가시켰으며, 이는 활동 시간 감소로 이어져 체중 증가와 좌식생활의 행동방식을 악화 시킨다[3].

선행연구에 의하면 팬데믹이 시작된 이후 신체활동(physical activity, PA) 수준이 47.5%, 운동강도 55.8%가 감소한 것으로 보고하고 있으며[4-5] 신체 활동 부족은 흡연, 비만, 당뇨병, 고혈압, 심혈관 질환 및 암을 포함하여 일반적으로 수정 가능한 위험 요소와 비교하여 모든 결과에서 가장 강력한 위험 요소이다[6]. 무엇보다 야외 및 실내 활동을 제한하는 것은 신체 활동이 적은 비만 인구에게 더 큰 영향을 미치며 좌식 활동은 에너지 소비를 감소시킬 뿐만 아니라 음식 섭취를 증가시키기 때문이다. 또한 비만이 증가함에 따라 대사증후군과 관련된 만성질환의 위험도가 증가하고 있으며 비만인들의 신체 활동 부족은 또 다른 중요한 문제로 대두되고 있다[7].

최신 증거에 의하면 비만인들은 COVID-19 감염 및 심각한 합병증의 위험이 높기 때문에 [8-9], COVID-19의 위험을 줄이기 위해서는 대사 장애를 조절하는 것을 권장하고 있다[10]. 신체활동을 중지하며 1~2주 후에 체지방[11-13]과 복부 지방량이 증가하며[12-14] 비만인의 경우 사회적 거리두기를 시작한 지 1개월 후부터 체중이 크게 증가한다[15]. 특히 과도한 이소성 지방(ectopic fat)은 보호적 심폐 예비량을 감소시킬 뿐만 아니라 면역 조절 장애 및 염증 유발 반응을 증가시키고 폐 기능에 악영향을 [13],[16] 미치기 때문에 비만을 관리하는 것이 필요하다.

또한 단기간의 신체 활동 부족과 긍정적인 에너지 균형은 대사 증후군의 주요 위험 요소인 인슐린 감수성 감소, 혈당 및 혈중지질(TC, TG, LDL-C)의 수치가 증가하며 [10],[17], 비만인의 지질대사 이상은 CVD에 대한 잠재적

위험인자이다[18]. 선행연구에 의하면 높은 중성지방(TG)과 낮은 고밀도 지단백 콜레스테롤(HDL-C) 수치는 심혈관질환(Cardiovascular Disease; CVD)의 강력한 지표로 [19] TG의 증가는 sdLDL(small dense LDL) 수치의 증가를 유발하고 최종적으로 CVD를 증가시킨다[20-22].

최근 CVD와 동맥경화증의 위험도를 나타내는 동맥경화지수(atherosclerosis indices: AI)는 혈중지질보다 CVD 위험도 예측에 더 유용하며[23], 남성은 5.0, 여성은 4.0 이상이면 동맥경화의 위험이 높아진다고 보고하고 있다 [24]. 특히 연령이 증가할수록 여성이 남성의 비해 대사증후군 유병률이 높고 이로 인해 CVD와 만성질환을 유발하며[25-26], COVID-19 증상은 CVD환자에서 더 취약하다 [27]. 따라서 코로나 시대에 PA 축진은 만성 질환이 있는 사람들에게 특히 중요하다고 생각된다.

규칙적인 PA는 대부분의 만성 질환을 예방하는데 근본적인 역할 한다[10]. 비 PA은 운동의 대사적 이점을 늦추는 반면, PA은 CVD의 위험 요소인 혈중지질 수준, 포도당 내성 및 인슐린 감수성을 개선시킬 수 있다[28]. 또한 PA는 면역 기능이 향상되고 규칙적으로 활동적인 사람들은 다양한 바이러스 감염으로 인한 발병률, 증상 강도 및 사망률이 낮으며[29-31], COVID-19로 인한 폐 손상의 주요 원인인 전신 염증의 위험을 감소시킨다고 하였다[6].

따라서 비만은 일반적이고 심각하고 복합적이고 만성적이며 재발하는 질병이라는 점을 감안할 때 심각한 비만은 위기를 심화시키기 때문에 COVID-19 전염병 동안 특별한 주의를 기울이는 것이 중요하다.

COVID-19로 인한 사회적 거리두기 상황에서 PA를 증가시키는 대안으로 시간과 공간의 제약이 없으며, 맨손이나 간단한 소도구를 이용하여 할 수 있는 운동할 수 있는 홈트레이닝이 유용한 방법이 될 수 있다[32]. 최근 트레이너 없이도 체계적으로 운동관리가 가능한 홈 트레이닝 앱(app)이 인기를 얻고 있으며, 운동초보자들도 쉽게 따라할 수 있도록 동작마다 애니메이션 및 영상이 첨부되어 있어 운동 방법을 쉽게 습득할 수 있다. 또한 초급-중급-상급별로 운동 강도를 조절할 수 있으며, Direito 등[33]은 앱 사용자가 비사용자에 비해 신체 활동량 많다고 하였다.

따라서 본 연구는 앱을 이용한 홈 트레이닝이 비만중년 여성의 대사증후군 위험이자 및 동맥경화지수 변화를 분석하여 COVID-19의 팬데믹 시대에 비만 개선의 하나의 중재방법으로 제시하고자 실시되었다.

II. Methods

1. Subjects

이 연구의 참여 대상자는 S 기업에 종사하고 최근 1년 이내 시행한 건강검진 결과에서 체지방률이 30% 이상인 비만중년여성으로 신체적 이상이 없고 3개월 이내 규칙적인 운동 경험이 하지 않는 자로 모집 하였다.

실험의 설명과 목적을 충분히 이해하고 자발적 참여의 사에 대해 동의서를 작성한 40명 대상으로 무작위 배정하였으나 중도 포기와 참여율이 저조한 앱 홈트레이닝군 5명, 통제군 2명을 제외한 33명으로 앱 홈트레이닝 그룹(AHTG) 15명과 통제군(CG) 18명을 구성 하였다. 연구의 대상자들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. Measurement

이 연구에서 측정은 8주간 앱을 이용한 운동 전후에 신체 조성, 대사증후군 지표 및 동맥경화지수를 측정하였다. 측정 전 12시간의 공복상태를 유지한 상태로 오전 10시에 실시하고 소변을 본 후 30분 이상 안정을 취한 후 측정하였다.

2.1 Body composition

신장, 체중은 자동측정기(DS-102, Jenix, Korea)로 측정하였으며, 체지방률과 골격근량은 임피던스 측정법을 적용한 체성분 분석기 Inbody 720 (Biospace, Korea) 기기를 이용하여 측정하여 분석하였다.

2.2 Metabolic Syndrome factors

허리둘레(WC) 측정은 선 자세에서 숨을 내신 상태에서 줄자를 이용하여 갈비뼈 가장 아래 위치와 엉덩뼈 능선의 가장 높은 위치의 중간부위를 수평으로 2회 측정하여 평균값을 구하였다.

혈중 지질(TC, TG, LDL-C, HDL-C)과 공복혈당(FB)은 자동 혈액분석기 Cholestech LDX(Alere, USA) 장비를 이용하여 측정하였다. 핑거팁(finger tip) 방식으로 모세혈관에서 0.4μL를 채혈하여, 카세트(cassettes)에 혈액을 담고 카세트를 삽입한 후 분석하였으며, 프로토콜에 따라 5분 후 자동 산출되었다.

수축기(SBP)와 이완기(DBP) 혈압은 자동혈압계(BPBio320, InBody, Korea)를 이용하여 오른팔을 기준으로, 안정 상태에서 2분 간격으로 2회 측정하여 평균치를 구하였다.

2.3 Arteriosclerosis Index

동맥경화 지수를 얻기 위하여 TC/HDL-C 비율[34] TG/HDL-C 비율[35], 그리고 LDL-C/HDL-C 비율[36]을 산출하였다.

3. App Home Training Program

8주간의 앱을 이용한 운동프로그램으로 AHTG은 홈트레이닝 앱으로 사전의 사용방법을 설명 하였다. 앱에는 단계별, 부위별 운동을 선택할 수 있고 운동 단계(초급, 중급, 상급)뿐만 아니라 부위별로 구분되어 있으며, 낮은 운동은 유튜브 영상과 연결되어 있어 운동하는 모습을 직접 볼 수 있는 장점이 있어 선정하였다. 홈트레이닝 앱은 <Fig. 1. Home Training App>과 같다.



Fig. 1. Home Training App

AHTG은 운동 계획 알림을 설정하도록 하였으며 주 3일 이상 할 수 있도록 SNS로 동기부여를 제공하고 앱을 통해 했던 운동들은 자동으로 기록되어 2주 간격으로 운동 기록지를 SNS로 확인하였다.

8주간의 운동 프로그램은 각 부위별로 맨몸 운동법을 제공되며 마지막에는 운동한 부위를 스트레칭해 주는 동작으로 선정되었다. 1주차는 전신 7×4 챌린지(7분 11개운동) 실시하였다. 2~3주차는 전신 7×4 챌린지(7분 11개운동)와 복근 초급(20분 16개운동) 실시하였다. 4~5주차는 7×4 챌

Table 1. Subject Characteristic

Group	Age(yr)	Hight(cm)	Wight(kg)	SMM(kg)	%fat(%)
CG(n=18)	46.77±3.93	158.13±5.61	63.25±5.60	23.18±1.97	32.41±3.28
AHTG(n=15)	46.00±3.44	158.87±5.98	62.02±6.36	23.13±2.39	32.61±5.94
Mean±S.D. CG : Control Group, AHTG : App Home Training Group					

린지(7분 11개운동)와 하체 7×4 챌린지(18분 17개운동)를 실시하였다. 5~6주차는 전신 7×4 챌린지와 복근초급(20분 16개운동), 가슴초급(7분 11운동)을 실시하였다. 7~8주차는 복근초급(20분 16개운동), 가슴초급(7분 11운동), 하체 7×4 챌린지(18분 17개운동)를 실시하였다. 앱 운동프로그램은 <Fig. 2. App Exercise Program>과 같다.

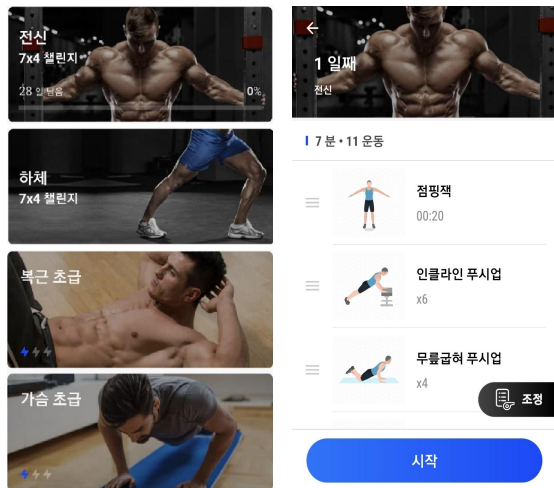


Fig. 2. App Exercise Program

4. Statistical analysis

본 실험을 통해서 얻어진 결과는 통계적 분석을 위해 SPSS 통계프로그램(22.0 for Window)을 이용하여, 각 변인들의 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다.

사전검사에서 집단간의 사전 값이 차이가 있기 때문에 사전 검사 값을 공변량(covariate)으로 한 공변량분석(ANCOVA)을 실시하였다. 모든 유의수준은 .05로 하였다.

III. Results

1. Metabolic Syndrome factors

대사증후군 위험인자에 대한 집단 간 변화와 공분산분석 결과는 다음 <Table 3>와 같다.

WC에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $80.58 \pm 5.92\text{cm}$ 과 $87.40 \pm 5.88\text{cm}$ 이고 사후 값은 $83.33 \pm 6.51\text{cm}$ 과 $84.26 \pm 6.23\text{cm}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .001$) 사후 집단간 차이도 나타났다($p < .001$), 조정평균값은 CG은 $86.30 \pm 0.75\text{cm}$ 과 AHTG은 $80.69 \pm 0.83\text{cm}$ 로 산출되었다.

TG에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $134.72 \pm 41.61\text{mg/dL}$ 과 $180.93 \pm 55.02\text{mg/dL}$ 이고 사후

값은 $137.00 \pm 44.78\text{mg/dL}$ 과 $154.33 \pm 49.64\text{mg/dL}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .001$) 사후 집단 간에는 유의한 차이도 보이지 않았다. 조정평균값은 CG은 $151.24 \pm 8.55\text{mg/dL}$ 과 AHTG은 $137.23 \pm 9.46\text{mg/dL}$ 로 산출되었다.

HDL-C에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $56.44 \pm 6.87\text{mg/dL}$ 과 $47.00 \pm 7.46\text{mg/dL}$ 이고 사후 값은 $53.44 \pm 5.39\text{mg/dL}$ 과 $50.73 \pm 8.00\text{mg/dL}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .001$) 사후 집단간 차이도 나타났다($p < .05$). 조정평균값은 CG은 $50.34 \pm 1.12\text{mg/dL}$ 과 AHTG은 $54.45 \pm 1.25\text{mg/dL}$ 로 산출되었다.

FB에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $87.72 \pm 5.35\text{mg/dL}$ 과 $103.86 \pm 9.04\text{mg/dL}$ 이고 사후 값은 $90.55 \pm 6.11\text{mg/dL}$ 과 $92.93 \pm 5.88\text{mg/dL}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .01$) 사후 집단 간에는 유의한 차이도 보이지 않았다. 조정평균값은 CG은 $93.78 \pm 1.54\text{mg/dL}$ 과 AHTG은 $89.05 \pm 1.74\text{mg/dL}$ 로 산출되었다.

SBP에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $115.05 \pm 8.22\text{mmHg}$ 과 $125.46 \pm 11.66\text{mmHg}$ 이고 사후 값은 $121.22 \pm 7.87\text{mmHg}$ 과 $122.66 \pm 7.64\text{mmHg}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .05$) 사후 집단 간에는 유의한 차이도 보이지 않았다. 조정평균값은 CG은 $122.62 \pm 1.83\text{mmHg}$ 과 AHTG은 $120.98 \pm 2.03\text{mmHg}$ 로 산출되었다.

DBP에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $75.05 \pm 5.96\text{mmHg}$ 과 $79.33 \pm 5.52\text{mmHg}$ 이고 사후 값은 $77.83 \pm 6.16\text{mmHg}$ 과 $79.06 \pm 7.85\text{mmHg}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .01$) 사후 집단 간에는 유의한 차이도 보이지 않았다. 조정평균값은 CG은 $79.06 \pm 1.47\text{mmHg}$ 과 AHTG은 $77.59 \pm 1.62\text{mmHg}$ 로 산출되었다.

2. Arteriosclerosis Index

동맥경화지수에 대한 집단 간 변화와 공분산분석 결과는 다음 <Table 4>와 같다.

TC/HDL-C에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 $2.99 \pm 0.50\text{mg/dL}$ 과 $4.03 \pm 1.10\text{mg/dL}$ 이고 사후 값은 $3.29 \pm 0.65\text{mg/dL}$ 과 $3.43 \pm 0.69\text{mg/dL}$ 으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며($p < .01$) 사후 집단 간에는 유의한 차이도 보이지 않았다. 조정평균값은 CG은 $3.51 \pm 0.14\text{mg/dL}$ 과 AHTG은

Table 2. Metabolic Syndrome factors

Variables	Group	Pre	post	EMM
Waist circumference (cm)	CG(n=18)	80.58±5.92	83.33±6.51	86.30±0.75
	AHTG(n=15)	87.40±5.88	84.26±6.23	80.69±0.83
	F	112.629	21.513	
	P	.000***	.000***	
Triglyceride (mg/dL)	CG(n=18)	134.72±41.61	137.00±44.78	151.24±8.55
	AHTG(n=15)	180.93±55.02	154.33±49.64	137.23±9.46
	F	27.869	1.089	
	P	.000***	.305	
HDL-C (mg/dL)	CG(n=18)	56.44±6.87	53.44±5.39	50.34±1.12
	AHTG(n=15)	47.00±7.46	50.73±8.00	54.45±1.25
	F	43.723	5.001	
	P	.000***	.033*	
Fasting blood (mg/dL)	CG(n=18)	87.72±5.35	90.55±6.11	93.78±1.54
	AHTG(n=15)	103.86±9.04	92.93±5.88	89.05±1.74
	F	11.827	2.968	
	P	.002**	.095	
SBP (mmHg)	CG(n=18)	115.05±8.22	121.22±7.87	122.62±1.83
	AHTG(n=15)	125.46±11.66	122.66±7.64	120.98±2.03
	F	5.032	.321	
	P	.032*	.575	
DBP (mmHg)	CG(n=18)	75.05±5.96	77.83±6.16	79.06±1.47
	AHTG(n=15)	79.33±5.52	79.06±7.85	77.59±1.62
	F	11.295	.424	
	P	.002**	.520	

Mean±S.D. CG : Control Group. AHTG : App Home Training Group. HDL-C: high density lipoprotein cholesterol, SBP : Systolic blood pressure, DBP : Diastolic blood pressure. EMM : Estimated Marginal Means, * $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$

Table 3. Arteriosclerosis Index

Variables	Group	Pre	post	EMM
TC/HDL-C (mg/dL)	CG(n=18)	2.99±0.50	3.29±0.65	3.51±0.14
	AHTG(n=15)	4.03±1.10	3.43±0.69	3.16±0.16
	F	14.956	2.239	
	P	.001**	.145	
TG/HDL-C (mg/dl)	CG(n=18)	2.38±0.64	2.56±0.80	3.05±0.20
	AHTG(n=15)	4.01±1.63	3.17±1.38	2.58±0.22
	F	31.940	1.957	
	P	.000***	.172	
LDL-C/HDL-C (mg/dL)	CG(n=18)	1.83±0.46	2.01±0.53	2.19±0.07
	AHTG(n=15)	2.34±0.97	2.04±0.80	1.82±0.07
	F	131.409	12.027	
	P	.000***	.002**	

Mean±S.D. CG : Control Group. AHTG : App Home Training Group. EMM : Estimated Marginal Means, ** $p<.01$, *** $p<.001$

3.16±0.16mg/dL로 산출되었다.

TG/HDL-C에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 2.38±0.64mg/dL과 4.01±1.63mg/dL이고 사후 값은 2.56±0.80mg/dL과 3.17±1.38mg/dL으로 나타났다. 공분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며 ($p<.001$) 사후 집단 간에는 유의한 차이도 보이지 않았다. 조정평균값은 CG은 3.05±0.20mg/dL과 AHTG은 2.58±0.22mg/dL로 산출되었다.

LDL-C/HDL-C에 대한 변화는 CG과 AHTG의 사전 값은 1.83±0.46mg/dL과 2.34±0.97mg/dL이고 사후 값은 2.01±0.53mg/dL과 2.04±0.80mg/dL으로 나타났다. 공

분산 분석결과 사전 값에서 유의한 차이가 나타났으며 ($p<.001$) 사후 집단 간 차이도 나타났다($p<.01$), 조정평균값은 CG은 2.19±0.07mg/dL과 AHTG은 1.82±0.07mg/dL로 산출되었다.

IV. Discussion

이 연구는 앱을 이용한 홈 트레이닝이 비만중년여성의 대사증후군 위험인자 및 동맥경화지수 변화를 분석하여 COVID-19의 팬데믹 시대에 비만 개선의 하나의 중재방법

으로 제시하고자 실시되었다.

비만은 선진국과 개발도상국 모두에서 높은 유병률(11~15%)과 의료부담으로 세계적으로 공중 보건 문제로 대두되고 있다[37]. 칼로리 제한과 체중감소에 관계없이 PA와 운동이 비만에 긍정적인 영향을 미친다는 방대한 연구 결과에도 불구하고[38-41] 비만과 PA 부족의 유병률은 여전히 높은 것으로 보고하고 있다[42-43].

비만과 PA의 부족은 대사증후군의 원인으로 대사증후군의 유병률이 증가함에 따라 증가된 제2형 당뇨병 및 CVD의 질병부담도 증가하기 때문에 COVID-19 팬데믹 기간 동안 CVD를 예방하기 위해서 대사 장애가 있는 사람의 관리하는 것이 중요하며, 대사증후군은 허리둘레(WC), 혈압(SBP, DBP), 중성지방(TG), 공복혈당(FB)이 증가하고 HDL-C은 감소하는 특징을 가지고 있다.

이 연구 결과 AHTG에서 WC는 감소하고 HDL-C은 증가하였으며 SBP, DBP, TG, FB은 변화가 나타나지 않았다.

일반적인 WC는 복부비만을 판단하는 가장 효과적인 지표로[44] 비만 관련 질병 및 사망의 독립적인 위험인자로 인식되고 있다[45]. 중심 비만이라고 알려진 복부 비만은 주로 피하와 내장지방 영역에 지방이 축적되는 것이 특징으로 체지방이 과도하게 축적되면 고인슐린혈증, 인슐린 저항증, 고혈압, 이상지질혈증을 비롯한 여러 심혈관위험인자의 유병률이 증가한다[46]. 또한 복부 지방 조직의 양이 증가는 정상 체중의 개인이라도 인슐린 저항성 및 이상지질혈증을 동반한 대사 비만이 될 수 있기 때문에[47-48] WC를 관리하는 것이 중요하다.

선행연구에 의하면 중년여성을 대상으로 12주간 HR 50~85% 강도로 순환운동(4%)과 유산소운동(5%) 후 WC가 유의하게 감소하였고 중년여성을 대상으로 비만과 대사증후군 개선을 위한 적정운동량을 연구한 Kang 등[49]에 연구에서도 낮은 운동량(1,000kcal/w), 중간 운동량(1,300kcal/w), 높은 운동량(1,600Kcal/w) 모두 WC가 감소하였으며 과식과 좌식생활습관에 따른 비만지표를 개선에 필요한 최소한의 운동량은 주당 1,000kcal로 보고 하였다. 이와 유사한 폐경 전·후의 중년여성을 대상으로 운동량을 비교한(낮은 운동량 :1,000~1,500kcal/w, 중간 운동량 :1,500~2,000kcal/w, 높은 운동량 :2,000~2,500kcal/w) Yoon 등[50] 연구에서도 WC를 감소시키기 위해서는 주당 최소 1,500kcal운동에 요구되며 운동량이 증가할수록 더 큰 감소폭이 나타난다고 하였고, 폐경 후 여성은 폐경 전 여성에 비해 동일한 운동의 효과를 얻기 위해서 더 많은 운동량이 필요하다고 하였다. 강도별(저/1RM 40%, 중/1RM 70%, 고/1RM 90%)로 12주간 저항운동을 대사증후군 중년

여성을 대상으로 한 Kim과 Lee[51]연구에서는 대조군에 비해 모든 운동군에서 유의하게 감소하였고 고강도보다는 중강도 운동이 효율적 운동 강도임을 제안하였다. 이 연구와 유사한 택시 운전사를 대상으로 Choi와 Chael[52]는 연구에서는 12주간 스마트폰 앱 기반 걷기 운동(6,000~7,000보)후 1.93cm 감소하였으나 사무직 30대 여성을 대상으로 모바일 헬스케어 이용한 An 등[53] 연구에서는 만보 걷기운동 후 대조군에서는 WC가 증가하였고 운동군에서는 감소하는 경향을 보였다.

이 연구 결과 CG에서는 약 3cm 증가하였으나 AHTG에서 약 3cm 유의하게 감소하였다. Mulligan 등[54]은 허리둘레가 5cm 증가하면 모든 위험요인(51%)과 CVD 사망률(84%)이 증가하며, 1cm의 증가만으로도 CVD 위험이 증가하기 때문에 임상적으로 중요하기 때문에[55] 앱을 이용한 홈트레이닝이 WC에 감소에 긍정적인 영향을 주었다고 생각된다.

대사증후군의 치료는 LDL-C과 Aop B를 감소시키고 HDL-C를 높이는 데 중점을 두어야 한다. HDL-C은 LDL-C의 산화를 막아 단핵구와 내피세포의 상호작용 및 흡착을 저해하고, 콜레스테롤 역수송(RCT)으로 콜레스테롤을 배출시키며 강력한 혈관수축 물질인 엔도텔린(endothelin)의 분비를 막아 혈관 수축을 줄여줌으로써[56] 심장보호 역할을 한다. 또한 HDL-C은 항축상 효과를 가지고 있다고 보고되고 있으며, 건강한 성인의 내피세포에서 항염증(anti-inflammatory) 항세포사멸(anti-apoptotic) 및 항혈전(anti-thrombotic) 효과를 보고하고 있다[56].

이 연구 결과 CG에서는 약 3mg/dL 감소하였으나 AHTG에서 약 3mg/dL 유의하게 증가하였다.

신체활동이 감소는 HDL-C 수준의 낮은 원인으로 간주되며[57] 운동 수행은 HDL-C를 증가시킨다[58]. 선행연구에 의하면 장기간의 신체활동 시 에너지 소비량과 비례하여 증가하고[59] Durstine 등[60]은 운동으로 주당 1,200~2,200kcal의 에너지 소모 되었을 때 HDL-C는 증가하고 TG, LDL-C는 유의하게 감소한다고 하였으며 규칙적인 운동은 HDL-C를 높여주어 고혈압, 동맥경화증 및 CVD 등의 위험을 감소시킨다[59],[61].

하지만 낮은 HDL-C를 포함한 이상지질혈증은 자가면역질환과 만성적 염증성질환을 유발하는데[62], 특히 비만 환자에서는 HDL-C의 항산화 효과가 감소하며 염증물질 발현을 더욱더 증가시키고[63] CVD에 의한 사망률 증가하기 때문에[64] HDL-C 수치의 관리가 중요하다.

Yoon 등[47]은 비만지표를 예방하기 위해서 최소 주당 1,000kcal의 운동량이 효과적이며 대사증후군 지표를 개

선을 위해서는 주당 2000~2500kcal이 운동이 요구되며, Kang 등[46]은 중년여성의 혈당, 혈중지질, 혈압의 지표를 개선하기 위해서 주당 운동에너지 소비량이 1600kcal 필요함을 증명하였다.

이러한 결과를 종합해 보면 앱을 이용한 홈트레이닝은 주당 운동량은 주당 약1,000Kcal으로 예상할 수 있으며, 대사증후군 지표를 개선하기에는 부족한 운동량으로 생각된다. An 등[50]은 운동피드백과 상담이 같이 이루어질 때 신체활동의 개선과 운동 지속에도 긍정적인 역할을 한다고 하였으며 홈 트레이닝 시 운동량 측정 및 운동량을 증가시키기 위한 추가적인 피드백이 적용된 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Galisteo 등[65]은 비만과 대사증후군 치료는 동맥경화와 같은 CVD와 관련된 합병증을 예방하는 것이 주요 전략이라고 하였다. 최근 동맥경화증과 CVD의 위험도를 나타내는 동맥경화지수(atherogenic index, AI)가 주목받기 시작하면서 지질농도보다 CVD 위험도 예측하는데 유용하며[23], 비만에 대해 더 나은 생체표지자(biomarker)라고 보고하고 있다[66]. AI는 혈중지질 수치를 정량화하는데 사용되었으며 TC/HDL-C의 비율이 남성은 5.0, 여성은 4.0을 이상이면 동맥경화 위험이 높아지고[24], TG/HDL-C의 비율은 죽상동맥경화증[67]과 심근경색[68] 강력한 예측인자이며, LDL-C/HDL-C의 비율이 낮거나 높을수록 CVD와 모든 사망률이 높아진다고 보고하고 있다[69].

이 연구 결과 AHTG에서 TC/HDL-C와 TG/HDL-C의 비율은 유의한 차이가 나타나 않았으나 LDL-C/HDL-C의 비율($1.83 \pm 0.46 > 2.01 \pm 0.53$)은 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

전향적 연구인 Assmann 등[70]과 Manninen 등[71]은 높은 TG와 결합된 높은 LDL-C/HDL-C는 관상동맥심장병(coronary heart disease, CHD)위험이 가장 높다고 하였다. 선행연구를 살펴보면 Yu 등[69]은 LDL-C/HDL-C의 비율의 최적의 범위는 1.67~2.10으로 LDL-C/HDL-C의 비율이 낮거나 높은 그룹에 비해 생존율이 높았다고 하였으며, 1937명의 급성관상동맥 증후군을 대상으로 한 Zhong 등[72]은 LDL-C/HDL-C의 비율을 2.7이하로 조절하여야 CVD를 감소시킨다고 하였고, 3250명의 뇌졸중 환자를 대상으로 한 Liu 등[73] 연구에서는 LDL-C/HDL-C의 비율이 2.23~2.88일 때 사망률이 가장 낮았다고 보고하였다.

또한 낮은 LDL-C/HDL-C의 비율은 염증이 유발하며 호흡에 필요한 에너지를 증가시켜 호흡부전을 악화시킬 수 있으며[74], 높은 LDL-C/HDL-C의 비율은 관상동맥에 염증이 촉진될 수 있으며[75], 관상동맥 플라크가 파열될

수 있는 가능성이 증가한다고 하였다[76].

이러한 결과는 앱을 이용한 홈트레이닝 운동이 LDL-C는 감소시키고 HDL-C는 증가한 것으로 생각되며 HDL-C는 심장 보호 지질로 폐경 전 여성에 비해 폐경 후 여성은 TC, TG, LDL-C, VLDL-C 수준이 이 증가하기 때문에 [77] AI가 여성에게 유용한 위험인자임을 알 수 있으며 혈중지질(TC, TG, LDL-C, VLDL-C)을 개선과 감소된 HDL-C의 수치는 관리가 필요하다.

따라서 앱을 이용한 홈 트레이닝은 여러 만성질환에 대한 유의한 효과 외에도 심각한 COVID-19 대유행을 완화하는데 중요한 역할을 할 수 있는 메커니즘인 것을 알 수 있다. 다만 본 연구는 개인의 체력 차이와 신체적 특성에 의해 운동의 한계점이 있으며 운동의 최대 효율을 높이기에는 부족할 수 있을 것으로 생각된다. 후속 연구에서는 개인의 체력 수준과 체형에 따라 선택적인 운동과 정확한 동작으로 실시되고 있는지 확인이 필요할 것으로 생각된다.

V. Conclusions

비만중년여성을 대상으로 앱을 이용한 홈 트레이닝을 실시하여 대사증후군 위험이자 및 동맥경화지수에 미치는 영향을 알아보려 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

앱을 이용한 홈트레이닝은 대사증후군 위험요인 중 WC는 유의하게 감소하고($p < .001$) HDL-C는 유의하게 증가하였으며($p < .05$), 동맥경화지수는 LDL-C/HDL-C 유의하게 증가하였다($p < .01$). 따라서 COVID-19 팬데믹 시대에 PA는 여러 만성질환에 대한 개선 효과 외에도 심각한 COVID-19 대유행을 완화 하는데 중요한 역할을 하며 앱을 이용한 홈트레이닝이 비만 및 대사증후군을 예방에 효율적인 중재 방법이 될 수 있는 가능성을 확인하였다.

REFERENCES

- [1] World Health Organization, "WHO announces COVID-19 outbreak a pandemic", 2020. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/3/who-announces-covid-19-outbreak-a-pandemic>.
- [2] COVID-19 Dashboard, "World", <https://coronaboard.com/global/>. October, 2021.
- [3] V. Balanzá-Martínez, B. Atienza-Carbonell, F. Kapczynski, and R. B. De Boni, "Lifestyle behaviours during the COVID-19-time to connect", *Acta Psychiatrica Scandinavica*, Vol. 141, No. 5, pp.

- 399-400, May. 2020. doi: 10.1111/acps.13177
- [4] J. P. Almandoz, L. Xie, J. N. Schellinger, M. S. Mathew, C. Gazda, A. Ofori, ... and S. E. Messiah, "Impact of COVID-19 stay-at-home orders on weight-related behaviours among patients with obesity", *Clinical obesity*, Vol. 10, No. 5, pp. e12386, June. 2020. <https://doi.org/10.1111/cob.12386>.
- [5] A. Ammar, M. Brach, K. Trabelsi, H. Chtourou, O. Boukhris, L. Masmoudi, ... and ECLB-COVID19 Consortium, "Effects of COVID-19 home confinement on eating behaviour and physical activity: results of the ECLB-COVID19 international online survey", *Nutrients*, Vol. 12, No. 6, pp. 1583, May. 2020. <https://doi.org/10.3390/nu12061583>.
- [6] R. Sallis, D. R. Young, S. Y. Tartof, J. F. Sallis, J. Sall, Q. Li, ... and D. A. Cohen, "Physical inactivity is associated with a higher risk for severe COVID-19 outcomes: a study in 48 440 adult patients", *British journal of sports medicine*, Vol. 55, No. 19, pp. 1099-1105, April. 2021. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2021-104080>.
- [7] S. Lim, S. M. Shin, G. E. Nam, C. H. Jung, and B. K. Koo, "Proper management of people with obesity during the COVID-19 pandemic", *Journal of Obesity and Metabolic Syndrome*, Vol. 29, No. 2, pp. 84, June. 2020. doi: 10.7570/jomes20056.
- [8] U. Zafar, S. Khaliq, H. U. Ahmad, S. Manzoor, and K. P. Lone, "Metabolic syndrome: an update on diagnostic criteria, pathogenesis, and genetic links", *Hormones*, Vol. 17, No. 3, pp. 299-313, August, 2018. <https://doi.org/10.1007/s42000-018-0051-3>.
- [9] E. K. Oikonomou, and C. Antoniades, "The role of adipose tissue in cardiovascular health and disease", *Nature Reviews Cardiology*, Vol. 16, No. 2, pp. 83-99, October. 2019. <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0097-6>.
- [10] M. Martinez-Ferran, F. de la Guía-Galipienso, F. Sanchis-Gomar, and H. Pareja-Galeano, "Metabolic impacts of confinement during the COVID-19 pandemic due to modified diet and physical activity habits", *Nutrients*, Vol. 12, No. 6, pp. 1549, May. 2020. <https://doi.org/10.3390/nu12061549>.
- [11] F. Bartoli, C. Crocamo, A. Alamia, F. Amidani, E. Paggi, E. Pini, ... and G. Carrì, "Posttraumatic stress disorder and risk of obesity: systematic review and meta-analysis", *The Journal of clinical psychiatry*, Vol. 76, No. 10, pp. e1253-61, Oct. 2015. doi: 10.4088/JCP.14r09199.
- [12] M. J. Butler, and R. M. Barrientos, "The impact of nutrition on COVID-19 susceptibility and long-term consequences", *Brain, behavior, and immunity*, Vol. 87, pp. 53-54, July. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.04.040>.
- [13] N. Sattar, I. B. McInnes, and J. J. McMurray, "Obesity is a risk factor for severe COVID-19 infection: multiple potential mechanisms", *Circulation*, Vol. 142, No. 1, pp. 4-6, July. 2020. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.120.047659.
- [14] R. H. Olsen, R. Krogh-Madsen, C. Thomsen, F. W. Booth, and B. K. Pedersen, "Metabolic responses to reduced daily steps in healthy nonexercising men", *Jama*, Vol. 299, No. 11, pp. 1261-1263, Mar. 2008. DOI: 10.1001/jama.299.11.1259.
- [15] M. Pellegrini, M. Roda, E. Lupardi, N. Di Geronimo, G. Giannaccare, and C. Schiavi, "The impact of COVID-19 pandemic on ophthalmological emergency department visits", *Acta ophthalmologica*, June. 2020. doi: 10.1111/aos.14489.
- [16] A. E. Malavazos, M. M. C. Romanelli, F. Bandera, and G. Iacobellis, "Targeting the adipose tissue in COVID-19", *Obesity (Silver Spring, Md.)*, May. 2020. doi: 10.1002/oby.22844.
- [17] S. Rahmati-Ahmadabad, and F. Hosseini, "Exercise against SARS-CoV-2 (COVID-19): Does workout intensity matter?(A mini review of some indirect evidence related to obesity)", *Obesity medicine*, Vol. 19, pp. 100245, September. 2020. doi: 10.1016/j.obmed.2020.100245.
- [18] A. Hussain, I. Ali, W. A. Kaleem, and F. Yasmeen, "Correlation between Body Mass Index and Lipid Profile in patients with Type 2 Diabetes attending a tertiary care hospital in Peshawar, Pakistan", *Journal of medical sciences*, Vol. 35, No. 3, pp. 591-597, March. 2019. doi: 10.12669/pjms.35.3.7.
- [19] T. T. Wu, Y. Gao, Y. Y. Zheng, Y. T. Ma, and X. Xie, "Atherogenic index of plasma (AIP): a novel predictive indicator for the coronary artery disease in postmenopausal women", *Lipids in health and disease*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-7, August. 2018. doi: 10.1186/s12944-018-0828-z.
- [20] A. R. Folsom, H. Yatsuya, J. A. Nettleton, P. L. Lutsey, M. Cushman, W. D. Rosamond, and ARIC Study Investigators, "Community prevalence of ideal cardiovascular health, by the American Heart Association definition, and relationship with cardiovascular disease incidence", *Journal of the American College of Cardiology*, Vol. 57, No. 16, pp. 1690-1696, April. 2011. doi:10.1016/j.jacc.2010.11.041.
- [21] R. S. Rosenson, "Low high-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease: risk reduction with statin therapy", *American heart journal*, Vol. 151, No. 3, pp. 556-563, March. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2005.03.049>.
- [22] P. W. Wilson, R. B. D'Agostino, D. Levy, A. M. Belanger, H. Silbershatz, and W. B. Kannel, "Prediction of coronary heart disease using risk factor categories", *Circulation*, Vol. 97, No. 18, pp. 1837-1847, May. 1998. doi: 10.1161/01.CIR.97.18.1837.
- [23] A. Acay, M. S. Ulu, A. Ahsen, G. Ozkececi, K. Demir, U. Ozuguz, ... and G. Acarturk, "Atherogenic index as a predictor of atherosclerosis in subjects with familial Mediterranean fever", *Medicina*, Vol. 50, No. 6, pp. 329-333, November. 2014. doi: 10.1016/j.medic.2014.11.009.
- [24] R. S. Safeer, and P. S. Ugalat, "Cholesterol treatment guidelines update", *American family physician*, Vol. 65, No. 5, pp. 871-881, March, 2002.
- [25] B. Jiang, Y. Zheng, Y. Chen, Y. Chen, Q. Li, C. Zhu, ... and Y. Lu, "Age and gender-specific distribution of metabolic

- syndrome components in East China: role of hypertriglyceridemia in the SPECT-China study”, *Lipids in health and disease*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-11. April. 2018. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0747-z>.
- [26] Z. Meng, M. Liu, Q. Zhang, L. Liu, K. Song, J. Tan, ... and ZJ. hang, “Gender and age impact on the association between thyroid-stimulating hormone and serum lipids”, *Medicine*, Vol. 94, No. 49, pp. e2186. Dec. 2015. doi: 10.1097/MD.0000000000002186.
- [27] Y. Y. Zheng, Y. T. Ma, J. Y. Zhang, and X. Xie, “COVID-19 and the cardiovascular system”, *Nature Reviews Cardiology*, Vol. 17, No. 5, pp. 259-260. March. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0360-5>.
- [28] M. A. Wewege, J. M. Thom, K. A. Rye, and B. J. Parmenter, “Aerobic, resistance or combined training: A systematic review and meta-analysis of exercise to reduce cardiovascular risk in adults with metabolic syndrome”, *Atherosclerosis*, Vol. 274, pp. 162-171. July. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2018.05.002>.
- [29] J. Burtcher, M. Burtcher, and G. P. Millet, “The central role of mitochondrial fitness on antiviral defenses: An advocacy for physical activity during the COVID-19 pandemic”, *Redox biology*, Vol. 43, pp. 101976. July. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2021.101976>.
- [30] M. P. da Silveira, K. K. da Silva Fagundes, M. R. Bizuti, É. Starck, R. C. Rossi, and D. T. D. R. e Silva, “Physical exercise as a tool to help the immune system against COVID-19: an integrative review of the current literature”, *Clinical and experimental medicine*, Vol. 21, pp. 15-28. February. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10238-020-00650-3>.
- [31] D. C. Nieman, and L. M. Wentz, “The compelling link between physical activity and the body's defense system”, *Journal of sport and health science*, Vol. 8, No. 3, pp. 201-217. May. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>.
- [32] D. C. Chi, S. H. Kim, “Home training trend analysis using newspaper big data and keyword analysis”, *Journal of the Korea Convergence Societ*. 2021, vol.12, no.6, pp. 233-239. June. DOI : 10.15207/JKCS.2021.12.6.233.
- [33] A. Direito, Y. Jiang, R. Whittaker, and R. Maddison, “Apps for Improving FITness and increasing physical activity among young people: the AIMFIT pragmatic randomized controlled trial”, *Journal of medical Internet research*, Vol. 17, No. 8, pp. e4568. August. 2015. doi: 10.2196/jmir.4568.
- [34] I. Lemieux, B. Lamarche, C. Couillard, A. Pascot, B. Cantin, J. Bergeron, ... and J. P. Després, “Total cholesterol/HDL cholesterol ratio vs LDL cholesterol/HDL cholesterol ratio as indices of ischemic heart disease risk in men: the Quebec Cardiovascular Study”, *Archives of internal medicine*, 161(22), 2685-2692. December. 2001. doi:10.1001/archinte.161.22.2685.
- [35] M. Dobias̃ova, “Atherogenic index of plasma [log (triglycerides/HDL-cholesterol)]: theoretical and practical implications”, *Clinical Chemistry*, Vol. 50, No. 7, pp. 1113-1115. July. 2004. doi: 10.1373/clinchem.2004.033175.
- [36] D. Colquhoun, A. Keeh, D. Hung, I. Marschner, J. Simes, P. Glaziou, H. White, P. Barter, and A. Tokin, “Effects of pravastatin on coronary events in 2,073 patients with low levels of both low-density lipoprotein cholesterol and high-density lipoprotein cholesterol: results from the LIPID study”, *Europe Heart Journal*, Vol. 25, No. 9, pp. 771-777. May. 2004. doi:10.1016/j.ehj.2003.12.024
- [37] C. Meisinger, M. Ezzati, and M. Di Cesare, “Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants”, *Collaboration NCDRF* Vol. 387, pp. 1377-1396. April. 2016. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30054-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30054-X).
- [38] S. J. Kay, and M. A. Fiatarone Singh, “The influence of physical activity on abdominal fat: a systematic review of the literature”, *Obesity Reviews*, Vol. 7, No. 2, pp. 183-200. April. 2006. doi: 10.1111/j.1467-789X.2006.00250.x.
- [39] R. J. H. M. Verheggen, M. F. H. Maessen, D. J. Green, A. R. M. M. Hermus, M. T. E. Hopman, and D. H. T. Thijssen, “A systematic review and meta-analysis on the effects of exercise training versus hypocaloric diet: distinct effects on body weight and visceral adipose tissue”, *Obesity Reviews*, Vol. 17, No. 8, pp. 664-690. May, 2006. <https://doi.org/10.1111/obr.12406>.
- [40] D. Vissers, W. Hens, J. Taeymans, J. P. Baeyens, J. Poortmans, and L. Van Gaal, “The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis”, *PloS one*, Vol. 8, No. 2, pp. e56415. February. 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0056415.
- [41] M. Wewege, R. Van Den Berg, R. E. Ward, and A. Keech, “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*, Vol. 18, No. 6, pp. 635-646. April. 2017. <https://doi.org/10.1111/obr.12532>.
- [42] R. Guthold, G. A. Stevens, L. M. Riley, and F. C. Bull, “Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants”, *The lancet global health*, Vol. 6, No. 10, pp. e1077-e1086. October. 2018. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7).
- [43] World Health Organization, “Obesity and overweight”, <http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. August 2018.
- [44] M. E. J. Lean, T. S. Han, and C. E. Morrison, “Waist circumference as a measure for indicating need for weight

- management”, *Bmj*, Vol. 311, No. 6998, pp. 158-161. July. 1995. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.311.6998.158>.
- [45] Y. Matsuzawa, “Establishment of a concept of visceral fat syndrome and discovery of adiponectin”, *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, Vol. 18, No. 2, pp. 131-141. February. 2010. <https://doi.org/10.2183/pjab.86.131>.
- [46] M. C. Carr and J. D. Brunzell, “Abdominal obesity and dyslipidemia in the metabolic syndrome: importance of type 2 diabetes and familial combined hyperlipidemia in coronary artery disease risk”, *The journal of clinical endocrinology and metabolism*, Vol. 89, No. 6, pp. 2601-2607. June, 2004. doi: 10.1210/jc.2004-0432.
- [47] W. Y. Fujimoto, S. L. Abbate, S. E. Kahn, J. E. Hokanson, and J. D. Brunzell, “The visceral adiposity syndrome in Japanese-American men”, *Obesity Research*, Vol. 2, No. 4, pp. 364-371. July. 1994. doi: 10.1002/j.1550-8528.1994.tb00076.x.
- [48] N. Ruderman, D. Chisholm, X. Pi-Sunyer, and S. Schneider, “The metabolically obese, normal-weight individual revisited”, *Diabetes*, Vol. 47, No. 5, pp. 699-713. May. 1998. <https://doi.org/10.2337/diabetes.47.5.699>.
- [49] H. S. Kang, J. Y. Lee, H. R. Hong, K. H. Kang, Y. S. Jin. “Effect of Weekly Exercise Volume on obesity and its metabolic syndrome in centrally obese mid-Life women”, *exercise science*, Vol. 15, No. 4, pp. 301-308. 2006.
- [50] E. S. Yoon, J. Y. Lee, H. S. Kang, E. S. Ann, S. G. Woo, D. J. Kim. “Optimal exercise volume for prevention, treatment of obesity and metabolic syndrome in central obese mid-Life women -Focused on pre,post menopausal women”, *The Korean journal of Physical Education*, Vol. 47, No. 6, pp. 669-681. November. 2008.
- [51] J. H. Kim, H. j. Lee, “The Effects of 12 Weeks Resistance Exercise Intensity on the Metabolic Syndrome Risk Factors in Middle-Aged Women with Metabolic Syndrome”, *he Korean Journal of Physical Education*, Vol. 56, No. 2, pp. 541-552. May. 2017. doi: 10.23949/kjpe.2017.03.56.2.39.
- [52] Y. H. Choi, M. J. Chae, “Development and Effects of Smartphone App-Based Walking Exercise Program for Taxi Drivers: Based on Bandura’s Self Efficacy Theory”, *J Korean Acad Nurs*. Vol.50 No.2, 242-254, January. 2020. <https://doi.org/10.4040/jkan.2020.50.2.242>.
- [53] J. H. An, Y. M. Lee, S. W. Choi, “The effects of Physical Activity Intervention in Mobile Healthcare on Obesity, Cardiorespiratory fitness, Metabolic Syndrome Risk factors”, *The Korea Journal of Sports Science*, Vol. 29, No. 3 pp.795-806. May, 2020, DOI : 10.35159/kjss.2020.06.29.3.795.
- [54] A. A. Mulligan, M. A. Lentjes, R. N. Luben, N. J. Wareham, and K. T. Khaw, “Changes in waist circumference and risk of all-cause and CVD mortality: results from the European Prospective Investigation into Cancer in Norfolk (EPIC-Norfolk) cohort study”, *BMC cardiovascular disorders*, Vol. 19, No. 1, pp. 1-15. October. 2019. <https://doi.org/10.1186/s12872-019-1223-z>.
- [55] L. De Koning, A. T. Merchant, J. Pogue, and S. S. Anand, “Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies”, *European heart journal*, Vol. 28, No. 7, pp. 850-856. April. 2007. doi: 10.1093/eurheartj/ehm026.
- [56] A. R. Tall, L. Yvan-Charvet, N. Terasaka, T. Pagler, and N. Wang, “HDL, ABC transporters, and cholesterol efflux: implications for the treatment of atherosclerosis”, *Cell metabolism*, Vol. 7, No. 5, pp. 365-375. May. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2008.03.001>.
- [57] National Cholesterol Education Program (US). Expert Panel on Detection, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. (2002). Third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) (No. 2). The Program.
- [58] S. Kodama, S. Tanaka, K. Saito, M. Shu, Y. Sone, F. Onitake, ... and H. Sone, “Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis”, *Archives of internal medicine*, Vol. 169, No. 10, pp. 999-1008. May. 2007. doi:10.1001/archinte.167.10.999.
- [59] F. S. Lira, A. S. Yamashita, M. C. Uchida, N. E. Zanchi, B. Gualano, E. Martins, ... and M. Seelaender, “Low and moderate, rather than high intensity strength exercise induces benefit regarding plasma lipid profile”, *Diabetology and metabolic syndrome*, Vol. 2, No. 1, pp. 1-6. May, 2010. DOI : 10.1186/1758-5996-2-31.
- [60] J. L. Durstine, S. F. Crouse, and R. J. Moffatt, “Lipids in exercise and sports”, *Energy-yielding macronutrients and energy metabolism in sports nutrition*, Vol. 1, pp. 87-117. 2000.
- [61] P. T. Williams, P. D. Wood, W. L. Haskell, and K. Vranizan, “The effects of running mileage and duration on plasma lipoprotein levels”, *Jama*, Vol. 247, No. 91, pp. 2674-2679. May. 1982. doi:10.1001/jama.1982.03320440022026.
- [62] H. Johnsson, M. Panarelli, A. Cameron, and N. Sattar, “Analysis and modelling of cholesterol and high-density lipoprotein cholesterol changes across the range of C-reactive protein levels in clinical practice as an aid to better understanding of inflammation-lipid interactions”, *Annals of the Rheumatic Diseases*, Vol. 73, No. 8, pp. 1495-1499. August. 2014. doi: 10.1136/annrheumdis-2013-203293
- [63] C. M. Madsen, A. Varbo, and B. G. Nordestgaard, “Low HDL cholesterol and high risk of autoimmune disease: two population-based cohort studies including 117341 individuals”, *Clinical Chemistry*, Vol. 65, No. 5, pp. 644-652. May. 2019. doi: 10.1373/clinchem.2018.299636.
- [64] W. Annema, and A. von Eckardstein, “Dysfunctional high-density lipoproteins in coronary heart disease: implications for diagnostics

- and therapy”, *Translational Research*, Vol. 173, pp. 30-57. July. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.trsl.2016.02.008>.
- [65] M. Galisteo, J. Duarte, and A. Zarzuelo, “Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome”, *The Journal of nutritional biochemistry*, Vol. 19, No. 2, pp. 71-84. February. 2008. doi: 10.1016/j.jnutbio.2007.02.009.
- [66] X. Zhu, L. Yu, H. Zhou, Q. Ma, X. Zhou, T. Lei, ... and L.S. ei, “Atherogenic index of plasma is a novel and better biomarker associated with obesity: a population-based cross-sectional study in China”, *Lipids in Health and Disease*, Vol. 17, No. 1, pp. 1-6. March. 2018. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0686-8>.
- [67] M. Dobiasova and J. Frohlich, “The plasma parameter log (TG/HDL-C) as an atherogenic index: correlation with lipoprotein particle size and esterification rate in apoB-lipoprotein-depleted plasma (FER(HDL))”, *Clin Biochem*, Vol. 34, No. 7, pp. 583-588. October. 2001. [https://doi.org/10.1016/S0009-9120\(01\)00263-6](https://doi.org/10.1016/S0009-9120(01)00263-6).
- [68] J. M. Gaziano, C. H. Hennekens, C. J. O'Donnell, J. L. Breslow, and J. E. Buring, (1997). Fasting triglycerides, high-density lipoprotein, and risk of myocardial infarction”, *Circulation*, Vol. 96, No. 8, pp. 2520-2525. October. 1997. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.96.8.2520>.
- [69] Y. Yu, M. Li, X. Huang, W. Zhou, T. Wang, L. Zhu, ... and X. Cheng, “A U-shaped association between the LDL-cholesterol to HDL-cholesterol ratio and all-cause mortality in elderly hypertensive patients: a prospective cohort study”, *Lipids in health and disease*, Vol. 19, No. 1, pp. 1-9. November. 2020. doi:10.1186/s12944-020-01413-5.
- [70] G. Assmann, H. Schulte, H. Funke, and Von A. Eckardstein, “The emergence of triglycerides as a significant independent risk factor in coronary artery disease”, *European heart journal*, Vol. 19, pp. M8-14. October. 1998.
- [71] V. Manninen, L. Tenkanen, P. Koskinen, J. K. Huttunen, M. Mänttari, O. P. Heinonen, and M. H. (Frick, “Joint effects of serum triglyceride and LDL cholesterol and HDL cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki Heart Study”, *Implications for treatment. Circulation*, Vol. 85, No. 1, pp. 37-45. January, 1992. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.85.1.37>.
- [72] Z. Zhong, J. Hou, Q. Zhang, W. Zhong, B. Li, C. Li, ... and P. Zhao, “Assessment of the LDL-C/HDL-C ratio as a predictor of one year clinical outcomes in patients with acute coronary syndromes after percutaneous coronary intervention and drug-eluting stent implantation”, *Lipids in Health and Disease*, Vol. 18, No. 1, pp. 1-8. February. 2019. <https://doi.org/10.1186/s12944-019-0979-6>.
- [73] L. Liu, P. Yin, C. Lu, J. Li, Z. Zang, Y. Liu, ... and Y. Wei, “Association of LDL-C/HDL-C ratio with stroke outcomes within 1 year after onset: a hospital-based follow-up study”, *Frontiers in Neurology*, Vol. 11, pp. 408. May. 2020. <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00408>.
- [74] A. Chiò, A. Calvo, A. Ilardi, E. Cavallo, C. Moglia, R. Mutani, ... and G. Mora, “Lower serum lipid levels are related to respiratory impairment in patients with ALS”, *Neurology*, Vol. 73, No. 20, pp. 1681-1685. November. 2009. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e3181c1df1e>.
- [75] M. Cushman, A. M. Arnold, B. M. Psaty, T. A. Manolio, L. H. Kuller, G. L. Burke, ... and R. P. Tracy, “C-reactive protein and the 10-year incidence of coronary heart disease in older men and women: the cardiovascular health study”, *Circulation*, Vol. 112, No. 1, pp. 25-31. June. 2005. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.104.504159>.
- [76] T. Kimura, T. Itoh, T. Fusazaki, H. Matsui, S. Sugawara, Y. Ogino, ... and M. Nakamura, “Low-Density Lipoprotein-Cholesterol/High-Density Lipoprotein-Cholesterol Ratio Predicts Lipid-Rich Coronary Plaque in Patients With Coronary Artery Disease-Integrated-Backscatter Intravascular Ultrasound Study -”, *Circulation Journal*, Vol. 74, No. 7, pp. 1392-1398, May, 2010. DOI: 10.1253/circj.cj-09-0849.
- [77] M. P. Warren, and S. Halpert, “Hormone replacement therapy: controversies, pros and cons”, *Best Practice and Research Clinical Endocrinology and Metabolism*, Vol. 18, No. 3, pp. 317-332. September. 2004. doi:10.1016/j.beem.2004.02.005.

Authors



Jin-Wook Lee received B.S. degree in Korea University. in 1999. He received his M.S. degree in sports medicine Ph.D. degree in physical education from the University of Dankook in 2010 and 2017, respectively.

Dr. Lee is a Assistant Professor at the Dept. of Exercise Prescription & Rehabilitation, Dankook University, Korea. His research interests are in sports medicine, exercise prescription, sports Rehabilitation, exercise physiology.



Sung-Soo Park received the B.S. in Physical Education. from Yongin University, Korea, in 2001 and the M.S. and Ph.D. degrees in Physical Education. from Dankook University, Korea, in 2004 and 2012, respectively.

Dr. Park joined the faculty of the Department of Leisure Sports at Suwon Women's University, Hwasung, Korea, in 2013. He is currently a Professor in the Department of Sports coaching, Suwon Women's University. He is interested in Marine sports industry, Development of marine contents, and Marine Sports Education.