

국내 비만 청소년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램의 혈중지질 효과에 대한 체계적 문헌고찰과 메타분석: 성별 차이 분석

김주리¹ · 이미경²

경민대학교 간호학과 조교수¹, 배재대학교 간호학과 조교수²

Systematic Literature Review and Meta-Analysis on the Effect of Exercise Intervention Programs on Blood Lipids in Obese Adolescents in Korea according to Sex

Juri Kim¹ · Mikyoung Lee²

¹Assistant Professor, Department of Nursing, University of Kyungmin

²Assistant Professor, Department of Nursing, Paichai University

ABSTRACT

Purpose: The authors used a meta-analysis approach to investigate the effects of exercise on gender-specific triglyceride (TG) and high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) in obese adolescents. **Methods:** This study is a systematic review and meta-analysis study to confirm the effect of exercise intervention according to gender for obese adolescents. PICO were obese adolescents, exercise intervention, comparative intervention (control and general group), TG and HDL-C. **Results:** The group of obese male adolescents showed a statistically significant decrease of 51.72 in TG (n=175, MD=-51.72; 95% CI -52.44 to -51.00). There was a statistically significant increase of 4.44 in HDL-C (n=175, MD=4.44; 95% CI 3.79 to 5.10) in the group of obese male adolescents. **Conclusion:** Triglyceride and high-density lipoprotein cholesterol were analyzed to determine the effect of exercise interventions in obese adolescents according to gender differences. The results of this study can be used as basic data for the design of future exercise intervention studies, subjects, exercise methods, and intervention periods.

Key Words: Obesity; Adolescent; Exercise; Intervention; Meta-analysis

서 론

1. 연구의 필요성

우리사회는 현재 코로나 바이러스와 같은 전염병으로 인하여 실외 활동이 제한되고 비대면 수업, 게임이나 쇼핑, 유튜브 시청 등 실내 중심의 생활이 비중이 점차 증가하고 있다. 또한

배달 음식과 패스트푸드, 야식의 섭취의 증가로 비만이 급격히 증가하고 있는 실정이다[1].

청소년기의 비만은 육체적, 정신적 건강뿐 아니라 성인기 삶의 질에도 많은 영향을 미치기 때문에 이 시기의 비만으로 인한 문제는 심각하다. 청소년기 비만의 문제점을 살펴보면 세포의 크기를 유지하면서 지방세포수만 증가하는 성인비만과는 달리 청소년기는 급성장기에 해당하는 시기로 지방세포

Corresponding author: Mikyoung Lee

Department of Nursing, Paichai University, 155-40 Baejae-ro, Seo-gu, Daejeon 35345, Korea.
Tel: +82-42-722-2534, Fax: +82-70-4850-8461, E-mail: mkleee@pcu.ac.kr

Received: May 10, 2021 / Revised: Jun 7, 2021 / Accepted: Jun 7, 2021

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

수의 증가와 더불어 세포의 크기도 증가하기 때문에 성인 비만 이환율의 가능성이 크다는 것이다[2]. 그리고 동맥혈관 내막이 두꺼워지고 콜레스테롤과 같은 혈중 지질이 증가하여 심혈관계의 위험을 증가시킨다[3]. 마지막으로 두꺼워진 혈관 내막은 혈류 속도를 감소시키며 심혈관 질환 및 대사성 질환, 혈중 지질 이상 등 만성질환의 이환율을 높인다[4]. 이렇듯 청소년기 비만이 문제가 되고 있음에도 불구하고 우리나라 청소년 대부분은 학원과 독서실에서 시간을 보내고 있어 비만 청소년에 대한 중재에 관심을 가질 필요가 있다. 세계보건기구에서도 심각한 21세기 보건의로 문제 점 중에 하나를 비만이라고 발표하였으며 즉시 치료가 어려운 면이 있으므로 생애주기별로 지속적이고 통합적인 중재가 필요하다고 하였다[5].

2017년 국민건강증진을 위한 청소년 비만 통계 보고에 따르면 비만 청소년 비율은 2013년 9.8%에서 2017년 13.9%로 증가되었으며, 남자와 여자 청소년의 비만율은 각각 18.5%, 9.0%로 보고된 바 있다[6]. 국내 비만 청소년 비율의 증가와 함께 성별에 따라서 청소년 비만율이 2배 가까이 차이가 난다는 것은 비만 중재에 대하여 성별에 따른 차별화된 접근이 필요하다는 것을 시사하고 있다.

비만을 관리하기 위한 중재방안으로는 약물, 영양, 운동, 심리중재 등이 있으며[7] 그 중 청소년을 대상으로 한 운동 중재 프로그램은 신체활동량을 증가시켜 비만율을 유의하게 감소시키는 것으로 알려져 있다[8]. 운동 중재는 대상자가 운동기술을 학습한 후 생활습관이 형성되어 스스로 건강을 유지 증진할 수 있도록 하는 간호중재방법이다[9]. 또한 청소년기의 운동 중재는 긍정적인 신체상과 체력을 증진시키며 비만을 예방하며, 평생 건강습관 형성에 목적이 있다[10]. 현재까지 실시된 메타분석 연구 동향을 살펴보면 비만 청소년에게 실시한 운동 중재 프로그램의 효과를 체중, BMI, 허리둘레, 혈당, 콜레스테롤 등으로 추정된 연구들이 주를 이루고 있으며[11-13] 연구대상자의 연령이나 성별과 같은 다양한 특성으로 인하여 이질성이 높다는 한계를 가지고 있다. 또한 비슷한 맥락으로 소아, 청소년을 대상으로 한 비만 예방 중재에 대한 메타분석 연구에서도 중재 대상의 특성에 따라 구분하여 효과적인 중재 방안을 분석할 것을 제언하기도 하였다[11].

이에 본 연구에서는 청소년기 비만은 만성질환의 이환율이 높다는 특징을 반영하여 국내 청소년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램이 혈관 내막에 영향을 미치는 혈중 지질인 HDL-C (High density lipoprotein cholesterol), TG (Triglyceride)에 미치는 효과를 통합적으로 제시하고자 한다. 또한 메타분석에서는 성별에 따른 운동 중재 프로그램의 효과 차이를 분석

함으로써 추후 성별에 따라 비만 청소년을 대상으로 한 운동 중재 프로그램을 개발하는데 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 최근까지 국내 비만 청소년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램의 효과를 확인하고 성별에 따른 효과의 크기를 확인하고자 시도하였다. 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 비만 청소년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램의 연구의 특성을 확인한다.
- 비만 청소년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램의 적용이 HDL-C, TG에 미치는 효과를 확인한다.

연구 방법

1. 연구설계

본 연구는 PRISMA (Preferred Reporting Items For Systematic Reviews and Meta-Analysis) 지침에 따라 비만 청소년을 대상으로 성별에 따른 운동 중재의 효과를 확인하기 위한 국내 실험연구들을 체계적으로 분석하고 양적 자료를 합성한 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 연구이다.

2. 핵심 질문

체계적 문헌고찰을 위한 구체적인 질문인 PICO (Patient, Intervention, Comparison, Outcome)는 다음과 같다. 최근 6개월간 비만 치료를 위한 약물을 복용하지 않은 자로 신체 질량 지수(Body Mass Index, BMI)가 25 kg/m^2 이상인 비만 청소년을 연구대상(patient)이며 운동 중재(intervention)를 적용하였고, 비교 중재(comparison)군은 실험처치를 제공받지 않거나, 일반적인 중재군으로 하였다. 또한 결과(outcome)는 HDL-C, TG를 측정하여 분석한 연구로 선정하였다.

3. 자료검색, 수집 및 선별 절차

1) 자료검색

자료검색은 관련 연구가 출판되기 시작한 시점부터 2021년 4월까지의 문헌을 대상으로 선별하였고 국내 데이터베이스로 DBpia, Korean studies Information Service System (KISS), Research Information Service System (RISS), 국회 전자도

서관, 스콜라, 구글 스칼라를 통해 출판된 학술지를 검색하였다. 국내 데이터베이스 검색은 MeSH 검색 기능이 없는 것을 고려하여 각 데이터베이스의 특징에 맞추어 검색하였다. 검색을 위한 주제로 청소년, 운동 중재 혹은 비만, 혈중 지질 등의 개념어를 넣어 검색하여 추출하였다. 또한 유사어는 콜레스테롤, 과체중, 학생으로 검색하였다. 문헌 검색의 민감성을 높이기 위하여 전자 데이터베이스 외에 학위논문, 뉴스, 발표자료 등 회색 저널(gray literature)을 수기로 검색하였다.

2) 자료수집과 선별

국내 비만 청소년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램의 효과를 확인하기 위해서 체계적 분석 대상 문헌의 선정기준은 국내 학술지(한국연구재단 등재 학술지)에 게재된 논문 중 한국어로 작성된 논문으로 하였다. 대상 문헌의 배제 기준은 1) 어린이 대상 연구, 전 임상시험 연구, 2) 정상 청소년 대상, 3) 종설, 관찰 등 실험연구가 아닌 연구, 4) 운동 교육 중재와 관련 없는 연구이다.

PRISMA흐름도가 체계적 문헌 고찰의 4단계를 표현하고 있으며, 검색 수와 선별, 선정, 포함으로 구성되어 있다(Figure 1). 국내 데이터 베이스에서 110편의 문헌이 검색되었고, 중복 검색된 문헌을 제거 후 89편을 2명의 연구자들이 연구의 초록과 제목을 중점으로 검색하였고, 기준에 부합하지 않는 연구

62편을 제거하고 27편을 1차 선별하였다. 27편 연구논문의 원문을 통해 과정과 기준에 따라서 검토한 결과 총 18편의 연구를 메타 분석을 시행하였다. 자료수집 선별 과정에서 2명의 연구자가 독립적으로 수행하였으며, 의견의 불일치가 있는 경우 의견 교환을 통해 최종 논문을 선별하였다.

4. 문헌의 질 평가

문헌의 질 평가는 RoBANS (Risk of Bias assessment tool for Non-randomized Studies)를 이용하였다[14]. 이 도구는 한국 연구자들이 비무작위 연구에 활용 가능하도록 개발하였으며 Cochrane의 Risk of Bias tool for randomized trials 도구와 유사하게 영역별로 비뚤림(bias)을 체크하는 방식이다. 선택 비뚤림(selection bias), 수행 비뚤림(performance bias), 결과확인 비뚤림(detection bias), 탈락 비뚤림(attrition bias), 보고비뚤림(reporting bias)의 5개의 항목에 대하여 그 위험성이 낮음, 높음, 불확실로 대답하여 평가하도록 되어 있다. 본 연구에서는 질 평가 판정 기준에 따라 RevMan에 입력하여 그 위험에 대한 평가결과를 제시하였다. 최종 선택된 24편의 연구를 2명의 연구자가 독립적으로 질 평가하였고, 의견의 불일치가 있는 경우 의견의 교환을 통해 결과를 도출하였다 (Figure 2).

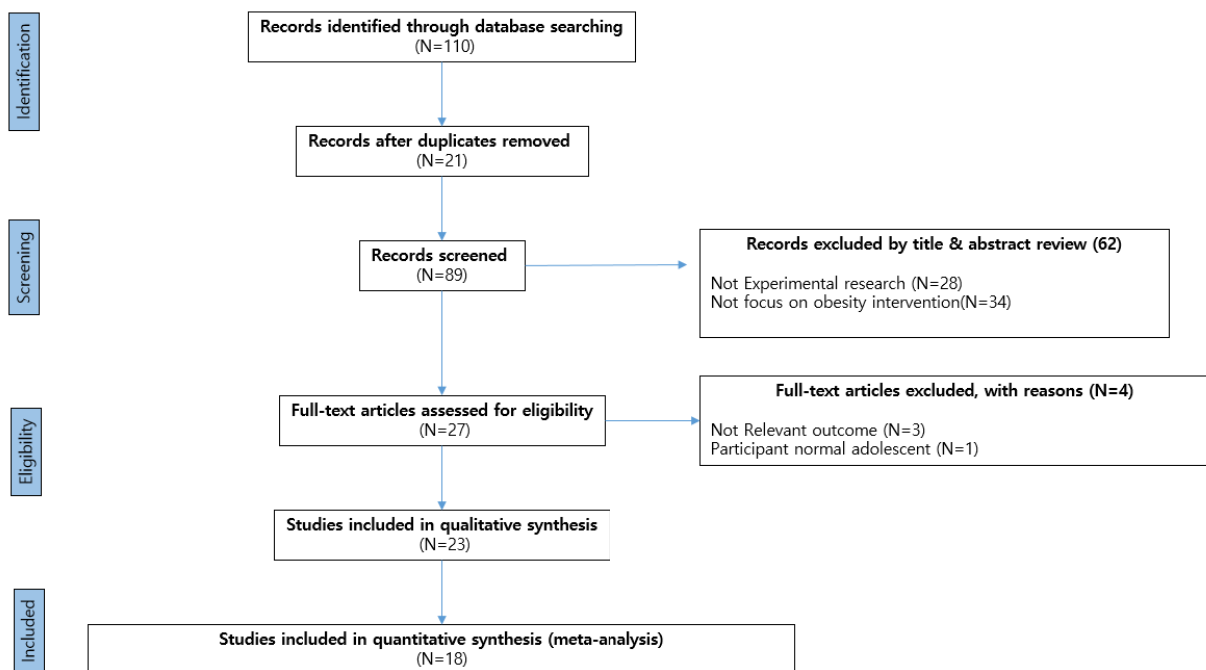


Figure 1. Flow chart of study selection process.

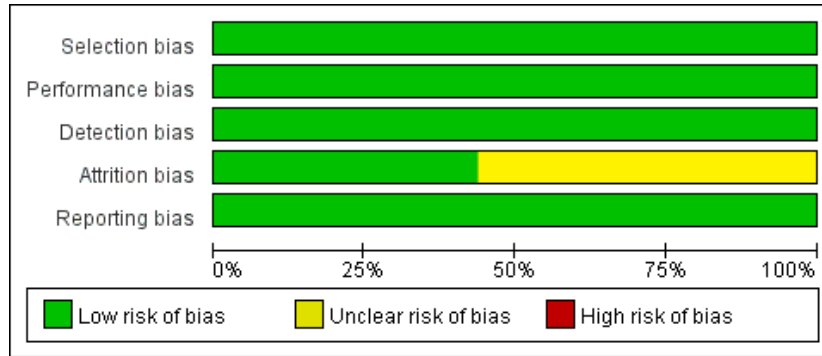


Figure 2. Risk of bias graph.

5. 자료추출

본 연구에서는 체계적 문헌 고찰에 포함되어 24편의 연구 논문들의 특성을 분석한 후 Age, Sex, Intervention Group, Intervention Method, Control Group, Results, Author's Conclusion 항목들로 자료 추출하였다(Table 1).

6. 자료분석

선택된 연구들에 대한 체계적인 중재방법과 결과 변수를 측정된 연구에 대하여 Cochrane Review Manager (RevMan) software 5.3을 사용하였다. 본 연구에서 합성된 각 연구들이 인구집단과 중재방법이 동일하고 효과 크기가 같다는 전제를 기본으로 하고 있으며, 연구들의 효과 크기의 차이가 표본추출오차(sampling error)라는 가정을 전제로 하는 고정 효과 모형(fixed effects model)으로 분석하였다. 각 연구의 인구집단이나 중재방법론 등이 서로 유사하고 결과 변수가 연속형 변수이므로 효과크기는 평균 차(mean difference) 또는 평균(mean)으로 분석하였다. 또한 동일한 측정도구들을 사용하였기 때문에 평균차(Mean Difference, MD)를 이용하여 계산하였고, 효과크기는 Hedge's g로 분석하였다. 연구 각각의 결과 변수의 효과와 95% 신뢰구간(95% confidence interval)은 역분산(inverse variance)를 이용하여서 분석하였다. 본 연구에서는 효과 크기의 구분은 0.10~0.30 작은 효과 크기, 0.40~0.70 중간 효과 크기, 0.80~1.00 큰 효과 크기로 하였다[13]. 본 연구에서는 메타 분석의 숲 그림(forest plot)을 통해 연구 간 신뢰구간과 효과 추정치에 공통적인 부분을 확인하는 시각적 방법과 통계적 수치를 통한 방법은 I^2 통계치로서 연구 간의 이질성을 분석하였다. I^2 값이 '25% 인 경우 이질성이 낮다', '50%인 경우 이질성이 중간이다', '75% 이상인 경우 이질성이 높다'고

분석할 수 있다[14].

연구결과

1. 체계적 문헌고찰 대상 문헌의 특성

본 연구에서 비만 청소년을 대상으로 운동 중재 효과에 관하여 선정된 문헌은 총 24편으로 문헌들의 특징들을 살펴보면 다음과 같다. 24편의 연구 중에 결과 변수, 중재방법이 동일한 측정도구를 사용하고, 실험 결과와 실험군과 대조군 대상자수가 정확하게 명시된 18편의 연구를 메타 분석을 하였다. 선정된 연구 총 24편은 모두 국내 출판 논문이며, 학술지 논문들이었다. 2008년 이후 게재된 논문이며, 남자 중학생 대상 연구가 12편(50%), 여자 중학생 대상 연구 9편(38%), 남자 고등학생 대상 연구가 2편(8%), 여자 고등학생 대상 연구 1편(4%)이었다. 연구 장소는 학교가 18편(75%), 미확인 5편(21%), 보건소 1편(29%)이었다. 운동 중재방법으로는 유산소 운동 5편(21%), 유산소+저항 운동 15편(67%), 기타(플라이오메트릭, 음악 줄넘기, 벤치스텝) 4편(17%)이었다. 운동의 주당 횟수는 주 3회 15편(63%), 주 4회 2편(8%), 주 5회 이상 7편(30%)이었다. 중재 기간은 16주 2편(8%), 12주 21편(88%), 9주 1편(4%)이었다.

2. 문헌의 질평가

최종 선택한 24편의 연구들의 질 평가는 다음과 같다(Figure 2). 평가항목 중 선택 비뚤림, 수행 비뚤림, 결과 확인 비뚤림, 보고 비뚤림은 24편 모두 동일한 연령대의 대상 선정과 대상군 비교가 적절하여 위험도가 낮은 것으로 평가하였다. 하지만 탈락 비뚤림은 14편(58.3%)으로 대상자의 탈락율의 설명 부분이 명시되어 있지 않아 불확실한 것으로 평가하였다.

Table 1. Summary of Domestic Studies in Combined Exercise Intervention in Obese Adolescents

1st author (year)	Intervention group	Control group	Sex Age (year)	Length of program	Intervention	Author's conclusion
Ko* (2010)	(A) EEG (n=10) (B) EG (n=12)	(C) Control group (n=12)	Male (A) 13.00±0.66 (B) 13.33±0.07 (C) 13.66±0.77	9 wks	9 weeks of aerobic-resistance combined exercise (40~60 min/day, 3 days/week) and lifestyle education (45min/day, 1 day/week), EG completed 9 weeks of aerobic-resistance combined exercise (40~60 min/day, 3 days/week)	The intervention program resulted in significant improvements in body weight, percent body fat, fat weight, lean body mass, and BMI in EEG and EG. however, EEG was effectively improvement better than EG
Kim* (2011)	(A) Walking exercise group (n=10) (B) Resistance exercise group (n=10)	(C) Control group (n=10)	Male (A) 13.2±0.51 (B) 13.2±0.64 (C) 13.5±0.48	12 wks	Walking program on a treadmill, 4~5 times a week (1~5 week; at the intensity of 45~60% HR max, 6~12 week; at the intensity of 61~70% HR max), the resistance exercise group performed weight training in 20 min (intensity; 1RM 60~70%, repetition; 10~12 rpt. Per set, 3 sets)	The body compositions such as body weight, body fat mass and body mass index (BMI) in both the combined exercise group and the walking exercise group were significantly changed in positive, but the drop rate of the combined exercise group was larger than the walking group.
Kim* (2013)	(A) Walking and Behavior Modification Program (n=15)	(B) Control group (n=15)	Male (A) 14.86±0.59 (B) 14.10±0.94	12 wks	Walking exercise 60 min/day, three a week	In the body composition, weight, %fat, body mass index (BMI), basic metabolic rate (BMR) were significant difference between the exercise group (EG) and the control group (CG)
Kim (2008) ^a	(A) Combined exercise group (n=10)	(B) Control group (n=10)	Male (A) 12.70±0.67 (B) 12.60±0.51	12 wks	Walking and resistive exercise 3 times a week's 50~60 min	The intervention program resulted in significant improvements in body weight, percent body fat, BMI.
Kim (2012)	(A) Exercise group (n=10)	(B) Control group (n=10)	Male (A) 15.18±0.40 (B) 15.16±0.61	16 wks	Aerobic exercise at HR max 60% of exercise intensity for 30 minutes and resistance exercise consisted of 1RM60%, frequency 10~12 Repts, 3 sets, 30 minutes per week was continued to 16weeks.4 times a week's	Exercise training group significantly improved weight ($p < .05$), BMI ($p < .05$), fat ($p < .01$), waist circumference ($p < .05$) in exercise group
Kim (2008) ^b	(A) Exercise group (n=11)	(B) Control group (n=11)	Male (A) 12.70±0.67 (B) 12.60±0.51	12 wks	Walking and resistive exercise 3 times a week's	The intervention program resulted in significant improvements in body weight, percent body fat, BMI.
Sung* (2009)	(A) Combined exercise group (n=7)	(B) Control group (n=7)	Male (A) 15.58±0.58 (B) 15.86±0.38	16 wks	Walking and resistive exercise 3 times a week for 16 weeks with intensity of RPE 7~15. Each exercise was 70 minutes long	Combined exercise with garlic pill group had a significantly greater decrease in body fat than the control group
So (2014)	(A) Exercise group (n=15)	(B) Control group (n=14)	Male (A) 17.42±0.79 (B) 17.46±0.52	12 wks	Aerobic exercise at HR max 60% of exercise intensity for 40 minutes 5 times a week's	The intervention program resulted in significant improvements in body weight, percent body fat, BMI.
Shin (2012)	(A) Combined exercise group (EG: n=9)	(B) Control group (n=9)	Male (A) 13.00±0.71 (B) 12.78±0.83	12 wks	The combined exercise program required exercise 50~60 minutes per day, three times a wks, for 12 wks	Significant decrease in the EG compared with the CG: weight ($p < .01$), BMI ($p < 0.05$), %fat ($p < .05$), fat mas ($p < .01$)
Ha (2014)	(A) Exercise group (n=7)	(B) Control group (n=7)	Male (A) 13.43±0.54 (B) 13.29±0.49	12 wks	Combined exercise including aerobic exercise and resistance exercise for 12 weeks. 4 times a week's	Weight, BMI, and body fat were significant differences between groups and significantly decreased after combined exercise program.
Hwang* (2012)	(A) Combined exercise group (n=7) (B) Walking exercise group (n=7)	(B) Control group (n=7)	Male (A) 13.10±0.49 (B) 12.90±0.47 (C) 13.60±0.40	12 wks	The walking exercise group performed walking program on a treadmill, 4~5 times a week (1~5 week; at the intensity of 45~60% HR max, 6~12 week; at the intensity of 61~70% HR max), the resistance exercise group performed weight training in 20 min (intensity; 1RM 60~70%, repetition; 10~12 rpt. Per set, 3 sets).	The body compositions such as body weight, body fat mass and body mass index (BMI) in both the combined exercise group and the walking exercise group were significantly changed in positive, but the drop rate of the combined exercise group was larger than the walking group
Hwang (2016)	(A) Exercise group (n=11)	(B) Control group (n=11)	Male NR	12 wks	Walking program on a treadmill, 4~5 times a week (1~5week; at the intensity of 45~60% HRmax, 6~12 week; at the intensity of 61~70%HRmax), the resistance exercise group performed weight training in 20min (intensity; 1RM 60~70%, repetition; 10~12 rpt. Per set, 3sets)	Weight, BMI, and body fat were significant differences between groups and significantly decreased after combined exercise program.

*Studies excluded Meta-analysis; EEG=Lifestyle education plus exercise training group; EG=Exercise training group; NR=Not reported; I=Intervention; HR=Heart rate.

Table 1. Summary of Domestic Studies in Combined Exercise Intervention in Obese Adolescents (Continued)

1st author (year)	Intervention group	Control group	Sex Age (year)	Length of program	Intervention	Author's conclusion
Lee* (2018)	(A) Plyometric exercise group (n=10)	(B) Control group (n=10)	Male (A) 14.77±6.00 (B) 14.80±6.00	12 wks	Plyometric exercise group 3 times per week for 12 weeks	The difference of the body weight, BMI, and LBM were not significant
Shin* (2019)	(A) Exercise group (n=10)	(B) Control group (n=10)	Male (A) 15.00±0.76 (B) 14.56±0.73	12 wks	Walking and band exercise were performed for 5 times, 50 minutes per week for a total of 12 weeks	Positive effect on obesity indices such as weight, body fat, BMI, waist circumference, and obesity related factors such as energy substrate and insulin resistance.
Choi (2017)	(A) Exercise group (n=10)	(B) Control group (n=10)	Female (A) 14.90±0.57 (B) 14.80±0.42	12 wks	Combined exercise program (40~70%HRR, 3 times per week, 70 mins). 3 times per week	Combined exercise was effective in improving blood lipids and leptin in female obese middle school student.
Kim (2005)	(A) Exercise group (n=14)	(B) Control group (n=13)	Female (A) 14.00±0.50 (B) 13.80±0.30	12 wks	Participated in 30~60 minutes of walking exercise training with 55 to 75% of a maximal heart rate six days a week	There were significant differences in TG (F=5.34, p=.30), body weight (F=21.99, p<.001), fat mass (F=19.17, p<.001), and % body fat (F=17.93, p<.001) between the experimental and control group after the intervention
Kim (2007) ^a	(A) Exercise group (n=12)	(B) Control group (n=12)	Female (A) 14.5±5.22 (B) 14.5±5.54	12 wks	Walking programs 60 min. 3 times per week	The intervention program resulted in no significant improvements in body weight, percent body fat, BMI.
Kim (2007) ^b	(A) Exercise group (n=13)	(B) Control group (n=13)	Female (A) 18.84±0.38 (B) 18.76±0.44	12 wks	Bench step exercise group 60 min. 3 times per week	The triglyceride and free fatty acid in the Bench step exercise group had significantly decreased and total cholesterol and triglyceride in the Control group had significantly increased
Kim (2015)	(A) Exercise group (n=12)	(B) Control group (n=12)	Female (A) 15.17±0.83 (B) 15.25±0.75	12 wks	A music jump rope of 50~80%THR was conducted for 60 minutes per day, three times per week	Decreased TC, TG, and LDL-C, and improved the secretion of GH and IGF-1 hormones in obese middle school girls. It suggests that the music jump rope is effective to improve physical problems caused by obesity
Oh (2008)	(A) Exercise group (n=7)	(B) Control group (n=7)	Female (A) 14.57±0.53 (B) 14.29±0.49	12 wks	A music jump rope of 50~80%THR was conducted for 60 minutes per day, three times per week	Decreased TC, TG, and LDL-C in obese middle school girls. It suggests that the music jump rope is effective to improve physical problems caused by obesity
Park (2009) ^a	(A) Exercise group (n=19)	(B) Control group (n=13)	Female (A) 13.72±0.44 (B) 14.00±0.59	12 wks	Circuit type that combines weight training and music skipping 3 times a week (Mon, Thursday, Friday) for 12 weeks Conducted using after-school classes	TG and waist circumference were significantly decreased and HDL-C was significantly increased after 12 weeks in the exercise group.
Park (2007)	(A) Exercise group (n=10)	(B) Control group (n=10)	Female (A) 13.50±0.80 (B) 13.30±0.30	12 wks	Weight train exercise and the yoga. Three times per week	Decreased TC, TG, and LDL-C and HDL-C was significantly increased after 12 weeks in the exercise group. In obese middle school girls
Park (2009) ^b	(A) Aerobic exercise group (n=7)	(B) Control group (n=12)	Female (A) 15.17±0.83 (B) 15.25±0.75	12 wks	Walking exercise (30~60 min/day, 65~75% HR max, 6 days/week)	Had significantly greater improvements in waist circumference, triglycerides, blood glucose and systolic blood pressure than the control group, while there were no significant difference in HDL cholesterol.
Park (2013)	(A) exercise group (n=20)	(B) Control group (n=18)	Female (A) 12.55±0.54 (B) 12.67±0.42	12 wks	Exercise treatment such as walk, circuit training, stretching, badminton, home program has been executed 3~5times a week for 12 weeks with 50~64%HRR or RPE 13~15	Positive improvement to HDL-C, TG, CRP and it also made a positive progress in cardiovascular disease risk factors with no loss of %fat.

*Studies excluded Meta-analysis; NR=Not reported I=Intervention; HR=Heart rate.

3. 비만 청소년에게 적용한 운동 중재 프로그램의 효과

1) 비만 청소년의 TG에 미치는 효과에 대한 성별에 따른 비교

총 24편의 분석 논문 중에서 효과크기 분석이 가능한 18편을 대상으로 운동 중재 프로그램이 비만 청소년에게 TG에 미치는 효과를 비교하였다. 남자 비만 청소년인 경우 실험군이 비교군보다 $-51.72(n=175, MD=-51.72; 95\% CI: -52.44 \text{ to } -51.00)$ 감소 효과가 있었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($Z=140.63, p=.003$). 이질성 $I^2=68\%$ 였으며, 고정 효과 모형(Fixed Effects Model)으로 분석하였으며 여자 비만 청소년인 경우 실험군이 비교군보다 $-16.00(n=259, MD=-16.00; 95\% CI: -20.20 \text{ to } -11.81)$ 감소 효과가 있었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($Z=7.48, p<.00001$). 문헌들 간 이질성은 $I^2=70\%$ 였으며, 고정 효과 모형(fixed effects model)으로 분석하였다(Figure 3-1).

2) 비만 청소년의 HDL-C에 미치는 효과에 대한 성별에 따른 비교

총 24편의 분석 논문 중에서 효과크기 분석이 가능한 18편을 대상으로 운동 중재가 비만 청소년의 HDL-C에 미치는 효과를 비교하였다. 남자 비만 청소년인 경우 실험군이 비교군보다 $4.44(n=175, MD=4.44; 95\% CI: 3.79 \text{ to } 5.10)$ 증가 효과가 있었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다($Z=13.32, p<.00001$). 문헌의 이질성 $I^2=61\%$ 였으며, 고정 효과 모형(Fixed Effects Model)으로 분석하였다. 여자 비만 청소년인 경우 실험군이 비교군보다 $2.81(n=259, MD=2.81; 95\% CI: -1.38 \text{ to } 4.24)$ 증가 효과가 있었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였고($Z=3.86, p=.00001$), 이질성 $I^2=42\%$ 였으며, 고정 효과 모형(Fixed Effects Model)으로 분석하였다(Figure 3-2).

4. 출판 편향

메타 분석에 분석된 18편의 각 연구는 효과 추정치 부근 산포 되어 있고 큰 규모의 연구는 그래프 상단에 분포하고 있다. 작은 규모의 연구들은 그래프 하단에 분포하며, 그래프의 모양은 대체로 깔대기를 뒤집은 모양으로 출판 편향은 없는 것으로 판단된다(Figure 4).

년을 대상으로 실시한 운동 중재 프로그램의 성별에 따른 효과를 확인하고자 시도되었다. 연구대상(patient)은 최근 6개월간 비만 치료를 위한 약물을 복용하지 않은 자로 신체 질량 지수(Body Mass Index, BMI)가 25 kg/m^2 이상인 비만 청소년을 대상으로 선정하였다. 실험군은 운동 중재(intervention)를 적용한 군이며 비교 중재(comparison)군은 실험처치를 제공받지 않거나, 일반적인 중재를 시행한 군으로 선정하였다. 결과(outcome)는 TG, HDL-C를 측정하여 분석한 연구를 선정하였다. 본 연구에서 선정된 문헌은 총 24편이며, 이 중 동일한 측정 도구를 사용하여 결과 변수를 나타내고, 실험군과 비교군 대상자수가 정확하게 명시된 18편의 연구를 메타 분석을 하였다.

먼저 메타분석 결과를 토대로 논의하고자 한다. 본 연구결과에서는 운동 중재 프로그램을 적용하였을 때 비만 청소년들에게 TG는 유의하게 감소하였다. 이 결과는 비만 청소년에게 실시한 운동중재 프로그램의 효과를 확인했던 선행 메타분석의 결과와[15] 일치하며 운동으로 인하여 낮은 TG 농도를 유지할 수 있고 초저밀도지단백 청소율이 향상되었다는 연구결과를[16] 뒷받침하는 것이다. 또한 비만 청소년에게 운동 중재 프로그램 적용 후 HDL-C이 향상되었는데 이는 청소년을 대상으로 신체 운동을 통해 혈관 내피 기능을 향상시키고 지질 혈증을 포함한 심혈관 위험요인이 감소하였다는 선행연구결과와[17] 일치하였다. HDL-C는 콜레스테롤을 제거하고 간으로 돌려보내는 콜레스테롤 역수송하는 과정에 관여하는데 운동을 하게 되면 HDL-C의 향상을 기대할 수 있다는 선행연구를 지지하는 결과이기도 하다[18].

성별에 따른 운동 중재 프로그램 효과 비교에서는 국내에서 실시한 운동 중재 프로그램이 여성 비만 청소년에 비해 남성 비만 청소년에게 TG를 감소시키고 HDL-C를 향상시키는 효과가 더 큰 것으로 나타났다. TG는 운동시 먼저 사용되는 에너지원으로 운동 후 수치가 낮아지며[19] 이는 지방대사 증진을 도와 혈중 지질 효과를 나타낸다[20]. 청소년기의 지질 지표변화를 확인한 선행연구에 따르면 TG는 여자에 비해 남자가 높고 HDL-C는 남자에 비해 여자가 더 높다고 하였다[21]. 선행연구의 결과로 미루어 볼 때 본 연구의 결과는 주목할 만하다. 남자 청소년이 여자 청소년에 비해 심혈관계 위험이 높은 성별 특성에도 불구하고 운동 중재 프로그램을 통한 지질 지표 개선이 남자 청소년에게 더 많이 이루어졌기 때문이다. 또한 여성 청소년의 경우 호르몬 변화로 인해 체지방이 증가하는 시기이므로 운동 중재 프로그램 적용만으로는 큰 효과를 나타내기 어려웠던 것으로 생각된다. 따라서 추후 연구에서는 운동 중재 뿐 아니라 청소년 비만 관리에 효과적인 다른 중재를 포함하여

논 의

본 연구는 메타분석과 체계적 문헌고찰을 통해 비만 청소년

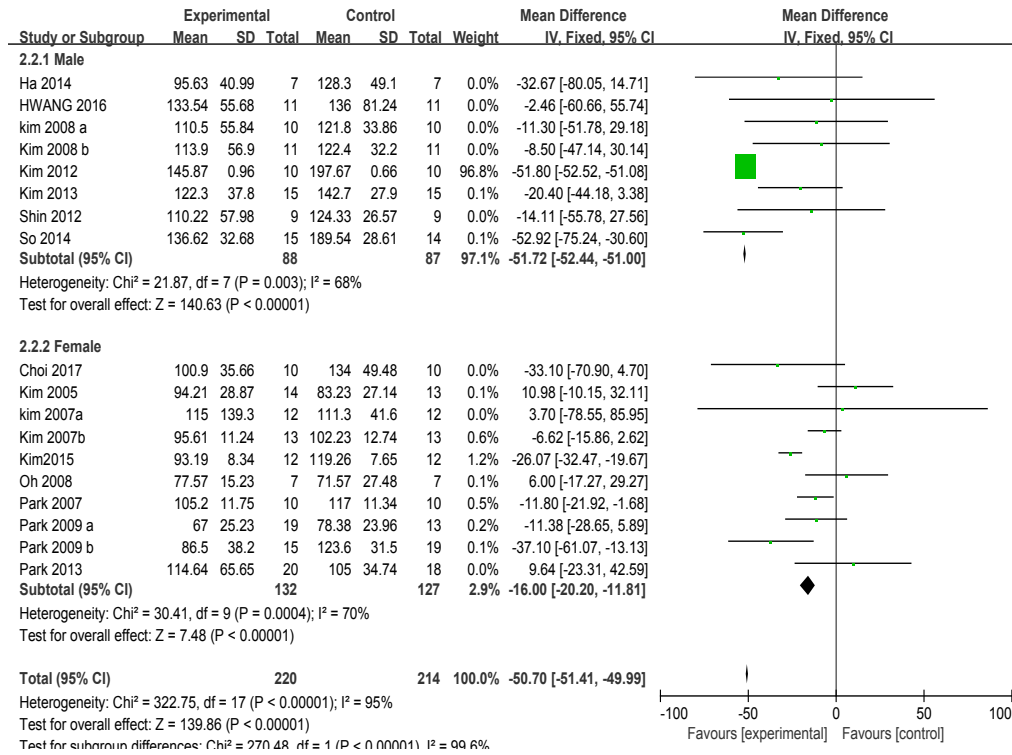


Figure 3-1. Forest plot of exercise intervention on the TG of obese adolescents.

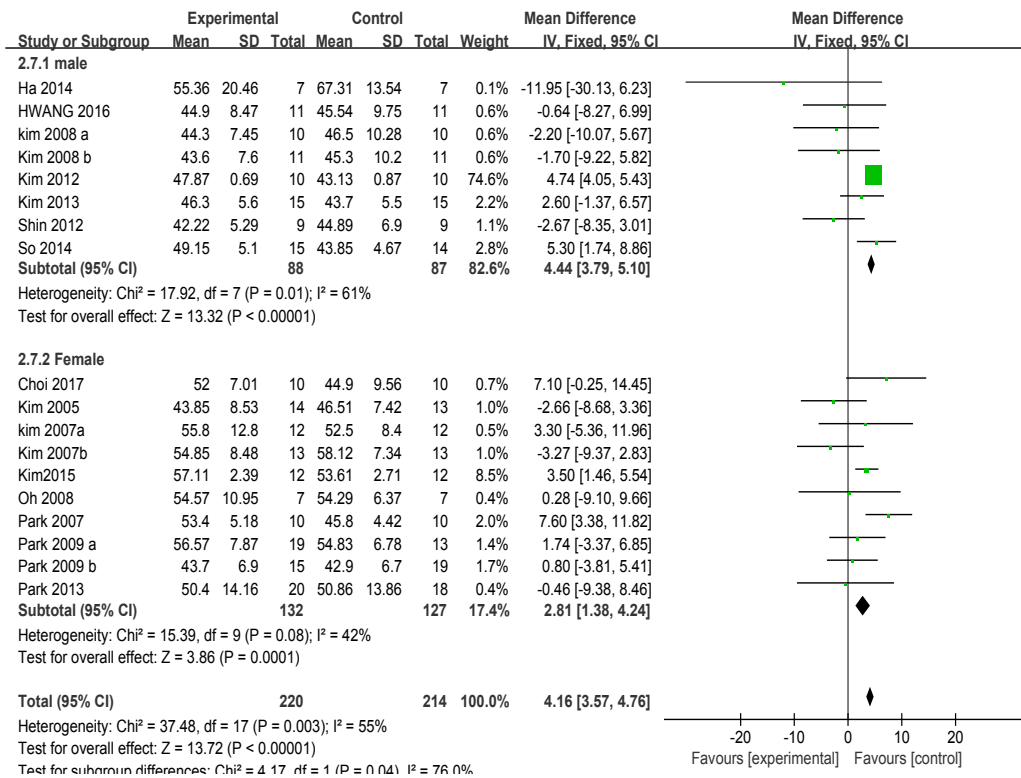


Figure 3-2. Forest plot of exercise intervention on the HDL of obese adolescents.

Figure 3. Forest plot of the effects of exercise intervention in obese adolescents.

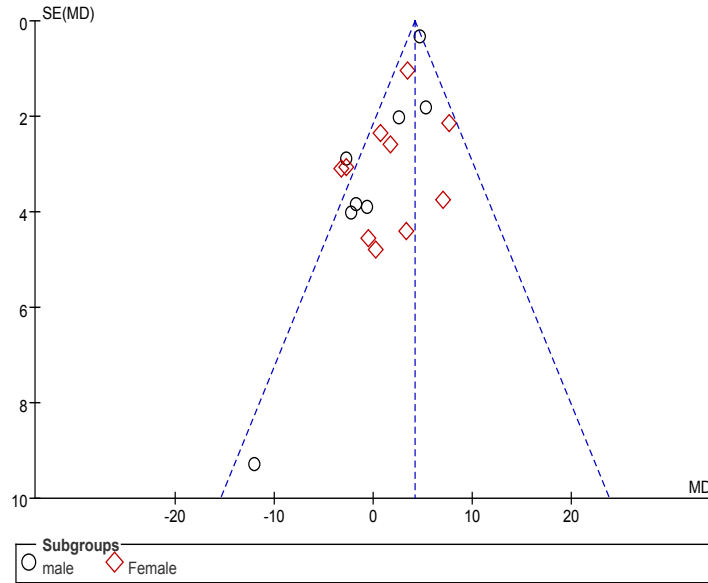


Figure 4. Funnel plot of comparison.

성별의 차이에 따른 분석을 실시할 것을 제안한다.

체계적 문헌고찰 결과에 따르면 남자 및 여자 청소년 모두 중학생을 대상으로 한 연구가 대부분이었고 고등학생을 대상으로 한 연구는 3편으로 나타났다. 국내에서는 비만 청소년을 대상으로 한 운동 중재 프로그램이 중학생을 대상으로 집중적으로 이루어지고 있다는 것을 알 수 있었으며 고등학생들이 시간을 내어 운동하는 기회가 중학생에 비해 적기 때문에 연구대상으로의 선정에 어려움이 있었을 것이라 생각한다. 비만 청소년의 약 80%가 성인이 되어서도 비만 상태를 유지할 수 있다는 근거를 [22] 감안할 때 추후 연구에서는 성인기를 앞둔 고등학생의 비만에 대한 운동 중재 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

문헌의 질 평가에서는 대상자의 탈락률에 대한 설명이 없는 문헌이 절반 이상으로 탈락 비율은 불확실한 것으로 평가하였다. 이에 운동 중재 프로그램의 효과에 대한 연구 진행 시 대상자 탈락율과 이유에 대한 명시가 필요할 것으로 사료된다. 또한 국내에서 비만 청소년을 위한 운동 중재 프로그램이 모두 비무작위 실험연구로만 진행되었던 점을 고려할 때 추후에 더 명확한 근거를 찾기 위해서는 국내에서 무작위 실험연구가 많이 진행되어야 할 것이다.

연구의 제한점으로 국내 연구를 중심으로 메타분석과 체계적 문헌고찰이 이루어졌고 비무작위 연구를 대상으로 하였으므로 결과를 해석하거나 일반화하는데 신중하게 접근할 필요가 있다. 그럼에도 불구하고 비만 청소년들을 대상으로 성별에 따른 운동 중재의 효과를 규명하기 위해 혈중 지질인 TG, HDL-C를 분석한 것이 새로운 시도였다는 점에서 본 연구의

의의를 찾을 수 있다.

결론

본 연구는 2021년 4월까지 국내 데이터베이스를 통하여 검색된 비만 청소년에게 운동 중재가 미치는 효과에 대한 연구를 분석하였다. 총 24편의 문헌을 분석대상으로 선정하였고, 그 중 18편의 연구가 메타 분석하였다. 그 결과로 운동 중재는 TG를 감소시키고, HDL-C를 유의하게 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다. 최근의 메타 분석 연구는 이질성을 감소시키기 위한 방법으로 각 연구들 간의 중재 프로그램이나 대상자들의 특징으로 세분화하여 효과크기를 파악하여 효율적인 중재 프로그램을 제공할 수 있는 추세이다. 세분화하여 메타분석을 성별로 비교하였을 때 효과의 차이가 나타났으며 남자에게 더 효과적이었다. 국내 선행연구로는 비만 청소년을 대상으로 혈중 지질의 결과를 성별의 차이를 나타낸 연구가 없었으므로 본 연구의 의의가 있다고 하겠다.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

REFERENCES

1. Pietrobelli A, Pecoraro L, Ferruzzi A, Heo M, Faith M, Zoller T, et al. Effects of COVID-19 lockdown on lifestyle behaviors in

- children with obesity living in Verona, Italy: a longitudinal study. *Obesity*. 2020;28(8):1382-1385.
<https://doi.org/10.1002/oby.22861>
2. Guo R-F, Ward PA. Mediators and regulation of neutrophil accumulation in inflammatory responses in lung: insights from the IgG immune complex model. *Free Radical Biology and Medicine*. 2002;33(3):303-310.
[https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(02\)00823-7](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(02)00823-7)
 3. Steinberger J, Daniels SR. Obesity, insulin resistance, diabetes, and cardiovascular risk in children: an American heart association scientific statement from the atherosclerosis, hypertension, and obesity in the young committee (council on cardiovascular disease in the young) and the diabetes committee (council on nutrition, physical activity, and metabolism). *Circulation*. 2003;107(10):1448-1453.
<https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000060923.07573.F2>
 4. Thompson DR, Obarzanek E, Franko DL, Barton BA, Morrison J, Biro FM, et al. Childhood overweight and cardiovascular disease risk factors: the national heart, lung, and blood institute growth and health study. *The Journal of Pediatrics*. 2007;150(1):18-25. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2006.09.039>
 5. World Health Organization. Consideration of the evidence on childhood obesity for the commission on ending childhood obesity: report of the ad hoc working group on science and evidence for ending childhood obesity [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2016 [cited 2021 April 20]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/206549>.
 6. Oh YM, Jo AR, Lee DH. Obesity fact sheets 2013-2017. Obesity Fact Sheets. Seoul: Health and Welfare Department Health Policy Division; 2018 December. Report No.: 2018-01B-005.
 7. Heo EJ, Shim JE, Yoon EY. Systematic review on the study of the childhood and adolescent obesity in Korea: dietary risk factors. *Korean Journal of Community Nutrition*. 2017;22(3):191-206.
<https://doi.org/10.5720/kjcn.2017.22.3.191>
 8. Pearson N, Braithwaite R, Biddle SJ, van Sluijs EM, Atkin AJ. Associations between sedentary behaviour and physical activity in children and adolescents: a meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2014;15(8):666-675.
<https://doi.org/10.1111/obr.12188>
 9. Crawford MJ, McGuire H, Moncrieff J, Martinsen EW. Exercise therapy for depression and other neurotic disorders (protocol for a cochrane review). *Cochrane Library*. 2002;4.
 10. Melnyk B, Small L, Morrison-Beedy D, Strasser A, Spath L, Kreipe R, et al. Mental health correlates of healthy lifestyle attitudes, beliefs, choices, and behaviors in overweight adolescents. *Journal Pediatric Health Care*. 2006;20:401-406.
<https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2006.03.004>
 11. Kim S, Sung E, Yoo S. Evidence of interventions for preventing obesity of children and adolescents using existing systematic reviews and meta-analyses. *Korean Journal of Health Promotion*. 2016;16(4):231-250.
<https://doi.org/10.15384/kjhp.2016.16.4.231>
 12. Kim YA, Seo YA, Yoon S. The effects of obesity intervention programs for adolescents in Korea: a systematic review and meta-analysis. *The Korean Data & Information Science Society*. 2018;29(3):689-703.
<https://doi.org/10.7465/jkdi.2018.29.3.689>
 13. Jeon HK, Yoo HY. Analysis of obesity intervention programs in adolescents: focused on endothelium functions. *Journal of Korean Biological Nursing Science*. 2019;21(2):99-107.
<https://doi.org/10.7586/jkbns.2019.21.2.99>
 14. Korea Institute of Health and Medical Care. Easy to understand EBM: risk assessment of bias in non-random studies Korea [Internet]. Seoul: Korea Institute of Health and Medical Care; 2014 [cited 2021 April 20]. Available from: <https://hineca.kr/63>
 15. Lee JA, Koh JO. A meta-analysis on the effectiveness of exercise intervention programs for obese Korean adolescents. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2016;63:691-702.
 16. Magkos F, Wright DC, Patterson BW, Mohammed BS, Mitten-dorfer B. Lipid metabolism response to a single, prolonged bout of endurance exercise in healthy young men. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2006;290(2):E355-E362. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00259.2005>
 17. Mueller UM, Walther C, Adam J, Fikenzer K, Erbs S, Mende M, et al. Endothelial function in children and adolescents is mainly influenced by age, sex and physical activity an analysis of reactive hyperemic peripheral artery tonometry. *Circulation Journal*. 2017;81(5):717-725.
<https://doi.org/10.1253/circj.CJ-16-0994>
 18. Marques LR, Diniz TA, Antunes BM, Rossi FE, Caperuto EC, Lira FS, et al. Reverse cholesterol transport: molecular mechanisms and the non-medical approach to enhance HDL cholesterol. *Frontiers in Physiology*. 2018;9:526.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00526>
 19. Kraus WE, Houmard JA, Duscha BD, Knetzger KJ, Wharton MB, McCartney JS, et al. Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *New England Journal of Medicine*. 2002;347(19):1483-1492.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa020194>
 20. Earnest CP, Artero EG, Sui X, Lee D-c, Church TS, Blair SN, editors. Maximal estimated cardiorespiratory fitness, cardio-metabolic risk factors, and metabolic syndrome in the aerobics center longitudinal study. *Mayo Clinic Proceedings: Elsevier*; 2013. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2012.11.006>
 21. Eissa MA, Mihalopoulos NL, Holubkov R, Dai S, Labarthe DR. Changes in fasting lipids during puberty. *The Journal of Pediatrics*. 2016;170:199-205.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.11.018>
 22. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*. 2016;17(2):95-107.
<https://doi.org/10.1111/obr.12334>

Appendix 1. List of Studies Included in a Systematic Review

- Choi GJ, Park SY, Son WM. The effects of combined exercise on blood lipids and leptin in female obese middle school student. *Korean society for Wellness*. 2017;12(3):479-487.
- Kim YH. Effects of walking exercise on metabolic syndrome risk factors and body composition in obese middle school girls. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2005;35(5):858-867.
- Kim JW, Jung JY, Kim TU. Effects of walking and behavior modification program on body composition, physical fitness and metabolic syndrome related factors in obese girls. *Korean Society of Life Science*. 2007;17(12):1744-1753.
- Kim YJ, B KK. Effects of bench step exercise on body composition and energy metabolism in obese high school girls. *Health & Sports Medicine*. 2008;10(1):27-35.
- Kim KH. The effects of a music jump rope on blood lipid and growth hormone in obese middle school girls. *The Korea Journal of Sports Science*. 2005;13(1):33-41.
- Oh DJ, Kim HJ. Effects of music rope-jumping exercise on physical fitness and blood lipid profiles in overweight and obesity middle school girls. *Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women*. 2008;22(2):191-201.
- Park CH, Kim TU. The effect of weight circuit with rhythmic rope skipping on physical fitness, body composition and metabolic Syndrome in overweight and obese middle school Girls. *Korea Coaching Development Center*. 2009;11(4):221-235.
- Park SK, Kim YC, Kim EH. Effects of 12 weeks complex training on body composition and risk factors of metabolic syndrome in the obese middle school girls. *the Korea Journal of Physical Education*. 2007;46(1):813-822.
- Park CH. Effects of aerobic exercise plus lifestyle modification program on obese-Induced metabolic syndrome in obese adolescent girls. *Korean Society of Life Science*. 2009;19(2):198-205.
- Park CW, Jang JH, Yang JH. Effects of school of sports program on body composition, blood lipid and CRP in obesity middle school girls. *Korean Society For The Study of Physical Education*. 2013;18(3):219-228.
- Ko SS. The effects of educational weight control program on body composition and physical fitness in obese middle school student. *Korean Society for the Study of Physical Education*. 2010;15(3):169-180.
- Kim JS, Cho HC. Effect of twelve weeks combined exercise on cytokine in relation to body fat in obese adolescents. *Exercise Science*. 2011;20(3):329-338.
- Kim TU, KimHY, KimHJ, Jeon JY, Choi MG, Lee KH. The effect of combined exercise on overweight and obese male middle school students' bone mineral density, blood lipid and body composition. *Journal of Spot and Leisure Studies*. 2008;32:941-950.
- Kim JW, Kim DY, Lee JA. Effects of walking and behavior modification program on body composition, blood lipid and metabolic syndrome factors in obese middle school boys. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*. 2013;53(2):637-651.
- Kim HG, Yang EH, Park JY. The effect of 16 weeks combined exercise program on obesity index and blood lipid in obese adolescence. *Journal of Exercise Rehabilitation*. 2012;8(4):151-160.
- Kim HJ. Relationship between C-reactive protein and metabolic syndrome risk factors after combined exercise in overweight and obese adolescent. *Journal of Sport and Leisure Studies* 2008; 33(2):787-794.
- Sung KD, Lee SH, Back YH. The combined effects of exercise and garlic pill intake on body composition, CRP and adiponectin in obese high school male students. *Journal of Life Science*. 2009; 19(11):1605-1610.
- So YS, Se JM. Effects of 12weeks aerobic exercise on body composition, blood lipid profiles and adipokines in obese adolescent. *The Korean Entertainment Industry Association*. 2014: 304-310.
- Shine MS. Effects of combined exercise on body composition, blood lipids, and BDNF in obese adolescents. *Journal of Life Science*. 2012;22(9):1231-1236.
- Ha JG, Kim HJ. The Effects of combined exercise on body composition, serum lipid and creatinine in overweight and obese adolescents. *The Korean Society of Living Environmental System*. 2014;21(2):187-194.
- Hwang EA, Kim SH, Kang HS, Kim SS. The purpose of this study was to investigate the effects of twelve weeks combined exercise on IL-6, CRP, Resistin related to cardiovascular disease in obese adolescents. *Exercise Science*. 2012;21(1):31-40.
- Hwang EA, Jung JH, Kim JS, Yang SH. The effects of the complex exercise on body composition, blood lipid, growth hormone, insulin-like growth factor-1 and physical plate of calcaneus in obese adolescents. *Korean Society of Sport and Leisure Studies*. 2016;64:931-942.
- Lee MJ, Park SH. The effects of 12-week plyometric training on health-related physical fitness and bone mineral density in obese adolescent. *Korean Journal of Convergence Science*. 2018;7(4): 279-293.
- Shine JS. The Effects of 12-week combined exercise on obesity index, energy substrates, insulin resistance and CRP in obese youth. *The Korean Journal of Sport Science* 2019;28(5):789-797.