



유산소 운동이 고혈압 환자의 혈중지질, 체중 및 체질량지수에 미치는 효과: 체계적 문헌고찰 및 메타분석

채영란 · 이선희

강원대학교 간호대학

Effect of Aerobic Exercise on Serum Lipids, Weight and Body Mass Index in Patients with Hypertension: A Systematic Review and Meta-analysis

Chae, Young Ran · Lee, Sun Hee

College of Nursing, Kangwon National University, Chuncheon, Korea

Purpose: The purpose of this study was to evaluate the effect of aerobic exercise on serum lipids, body weight, and body mass index in adults with hypertension using a systematic review and meta-analysis. **Methods:** Six electronic databases (PubMed, EMBASE, Cochrane library, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscus) and five domestic databases were searched for randomized controlled trials studies. We used random effect models to derive weighted mean differences (WMD) and their 95% confidence intervals (CI) of aerobic exercise on serum lipids, body weight, and body mass index. **Results:** Nineteen studies met our inclusion criteria. In comparison with the control group, triglyceride level (TG) (-13.49 mg/dL, 95% CI: -26.74 to -0.24) and body weight (-0.62 kg, 95% CI: -1.08 to -0.16) difference between follow-up and baseline was significantly reduced in the aerobic exercise group. However, no difference was found in total cholesterol (TC), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and body mass index (BMI). **Conclusion:** Aerobic exercise is effective in reducing the TG level and body weight in adults with hypertension. In order to improve levels of serum TC, LDL-C and HDL-C of hypertensive patients, it's needed to combine other intervention methods such as diet therapy.

Key Words: Hypertension; Exercise; Lipids; Body weight; Body mass index

국문주요어: 고혈압, 유산소 운동, 지질, 체중, 체질량지수

서론

1. 연구의 필요성

고혈압의 유병률은 59.0%로 국내 만성질환 중 가장 많이 발생하는 질환이며[1], 고혈압이 초기에 진단되어 적절히 관리되지 않는다면 합병증 발생률이 증가된다. 생활습관 병이라고도 불리는 고혈압

의 관리를 위해 약물요법, 운동요법, 식이요법을 병용하는 것이 권장되고 있지만, 이 중에서도 특히 운동요법이 가장 많이 추천되고 있고[2], 미국고혈압협회에서는 혈압조절과 심혈관질환 위험을 줄이기 위해서는 여러 신체활동 중에서도 유산소 운동을 적극 실시할 것을 권장하고 있다[2].

정상보다 높은 혈압은 혈관 내벽에 지속적으로 스트레스를 주고

Corresponding author: Lee, Sun Hee

Musil-ipyehansang Apartment 208- 202, 89 Mandaero, Wonju 26386, Korea

Tel: +82-33-250-8880 Fax: +82-33-259-5636 E-mail: baezzang1224@hanmail.net

Received: December 31, 2019 Revised: February 5, 2020 Accepted: February 12, 2020

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (https://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.

혈관 내벽의 죽상경화증을 촉진시켜 심혈관질환, 뇌혈관질환, 말초혈관질환, 신장질환과 안질환 등 다양한 합병증을 일으킨다[3]. 고혈압은 동맥의 퇴화를 가속화 시키고, 이는 동맥의 탄성 섬유 퇴화와 내피세포 기능 장애를 가져오게 되어 동맥 경직도를 증가시키며[4], 생리학적 혈관 운동 기능을 상실시킨다[5]. 혈중지질은 심혈관질환과 높은 상관관계가 있으며, 이 중 저밀도 지단백 콜레스테롤(low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)이 감소할수록 허혈성 심질환 발생률이 낮아지고[6], 고밀도 지단백 콜레스테롤(high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)이 상승하면 심혈관계 고혈압의 발생이 줄어든다고 하였다[7]. 규칙적인 유산소 운동은 지방 대사를 촉진하여 혈중지질대사를 개선시키는데 효과적이라고 보고되고 있다[8]. 선행 개별 연구에서 고혈압 환자에게 유산소 운동이 총콜레스테롤(total cholesterol, TC), 중성지방(triglyceride, TG), HDL-C, LDL-C 등과 같은 혈중지질을 유의하게 개선시켰다고 보고한 연구[9,A1]도 있었지만, 유의한 차이를 보이지 않은 연구도 보고되었다[A2,A3].

비만은 고혈압과 같은 심혈관질환의 위험요인 중의 하나이다. 비만의 지표로는 주로 체중과 체질량지수가 활용되고 있다. 특히 체질량지수(body mass index, BMI)는 성인에서 과체중과 비만을 분류하는데 흔히 사용되며 비만을 설명하기 위해 거의 보편적으로 사용된다[10]. 비만은 전체 혈액량과 심박출량을 증가시켜 심장부하를 가중시키며, 비만 환자의 심박출량 증가는 대부분 일회 박출량의 증가에 따른 것으로 정상인에 비하여 고혈압이 발생하기 쉬워진다[11]. 또한 비만은 동맥을 경직시켜 고혈압을 유발하며[A4], 고혈압을 촉진시켜 직·간접적으로 심혈관질환에 영향을 미친다[12].

과체중이거나 비만한 성인은 혈중지질이 증가되어 있고 체중을 줄이면 혈압 및 혈중지질이 개선된다[13]. 고혈압 환자에게 유산소 운동 후 체중과 체질량지수를 보고한 개별 연구들이 다수 있지만, 체중 및 체질량지수에 유의한 효과를 보인 연구[A5,A6]가 있는 반면에 유의하지 않은 결과를 보고한 연구[A7,A8]도 있어서 체중 및 체질량지수의 감소효과는 일관된 결과를 보이지 않고 있다.

이상지질혈증과 비만은 고혈압 및 심혈관질환과 매우 밀접한 관련이 있는 것으로 알려져 있고 예방 및 관리를 위해 지속적인 연구가 진행되고 있지만 개별 연구 결과가 일관되지 않고, 고혈압 환자에게 유산소 운동 중재 후 혈중지질과 체중 및 체질량지수의 효과를 규명하기 위한 메타 분석 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 유산소 운동이 고혈압 환자의 혈중지질, 체중 및 체질량지수에 미치는 효과를 연구한 개별 연구들을 종합하여 체계적으로 분석하고 그 효과를 통합적으로 규명하고자 한다. 이러한 연구결과는 혈중지질, 체중 및 체질량지수의 긍정적인 개선을 위해서

고혈압 환자에게 유산소 운동을 권고할 때 필요한 지침을 제공할 수 있을 것이다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 고혈압 환자에게 유산소 운동이 혈중지질(TC, TG, HDL-C, LDL-C), 체중 및 체질량지수에 미치는 효과를 보고한 무작위 실험 연구들을 체계적으로 고찰하고 메타분석을 통하여 효과크기를 파악하기 위함이다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 국내외 고혈압 환자에게 유산소 운동을 수행한 연구를 고찰하여 유산소 운동의 효과크기를 분석하기 위한 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 연구이다. 본 연구는 PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses)[14]의 체계적 문헌고찰 보고 지침에 따라 수행하였다.

2. 문헌 선정기준

문헌 선정을 위한 구체적인 질문은 PICO-SD (Participants, Intervention, Comparisons, Outcomes, Timing, Study Design)를 포함하였고 구체적 기준은 다음과 같았다. 1) 연구대상 (Participants)은 고혈압 진단을 받은 18세 이상의 성인으로 하였고, 고혈압 환자가 아닌 대상자를 포함한 논문은 제외하였다. 2) 중재(Interventions)는 규칙적으로 시행한 유산소 운동으로 하였고, 유산소 운동 이외의 중재가 포함된 연구(eg, 근력운동, 식이요법, 무산소 운동)는 제외하였다. 3) 비교대상(Comparison)은 유산소 운동을 제공하지 않은 경우이다. 4) 중재결과(Outcome)는 혈중지질(TC, TG, HDL-C, LDL-C)과 체중, 체질량지수로 하였다. 5) 연구 유형(Study Designs)은 무작위 대조군 실험연구(randomized controlled trial, RCT)만 포함하였고, 동료평가를 받은 학술지 논문만을 포함하였다. 대조군이 없는 단일 실험 설계, 실험 설계가 아닌 연구(조사연구, 질적연구 등)는 제외하였다.

3. 자료검색 및 선정과정

문헌 검색은 출간연도에 제한을 두지 않고 검색하였으며 2019년 12월 11일까지의 문헌을 대상으로 하였다.

국내 데이터베이스는 한국의학논문 데이터베이스(Korean Medical Database, KMBase), Korean Studies Information Service System (KISS), Research Information Sharing Service (RISS), 과학기술정보센터(National Digital Science Library, NDSL), 과학기술학회마을(Korea

Institute of Science and Technology Information, KISTI)을 이용하였고, 국외 데이터베이스로는 Pubmed, Embase, Cochrane library, Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature (CINAHL), PsycINFO, SPORTDiscus를 사용하였으며, 한국어와 영어로 발표된 논문을 대상으로 검색하였다.

국내 논문 검색어는 '고혈압' and ('운동' OR '유산소 운동' OR '자전거' OR '수영' OR '아쿠아로빅' OR '트레드밀' OR '조깅' OR '댄스' OR '에어로빅') 으로 하였다. 국외 논문의 검색어는 ('hypertension' or 'high blood pressure' or 'hypertensive') and ('exercise' or 'physical activity' 'physical fitness' or 'treadmill', or 'jogging' or 'walking' or 'running' or 'swimming' or 'aquatic' or 'bicycle' or 'cycling') and ('cholesterol' or 'triglyceride' or 'HDL' or 'LDL' or 'weight' or 'BMI')로 하였다.

2명의 연구자가 각각 데이터베이스를 독립적으로 검색하고 문서관리 프로그램인 EndNote X9와 Microsoft Excel 2016 프로그램을 이용하여 중복된 문헌을 삭제하였다. 그 다음 제목과 초록을 검토하여 선정기준과 배제기준에 따라 해당 논문을 선별하였다.

4. 개별연구의 비뚤림 위험평가

선택된 문헌의 비뚤림 위험평가를 위해 무작위 대조군 실험연구(RCT) 평가도구인 Revised Cochrane Risk-of-Bias tool (이하 RoB 2) [15]을 사용하였다.

RoB 2는 기존에 사용되고 있던 ROB을 2019년도에 수정 보완한 도구로 무작위 과정(randomization process), 의도된 중재(intended interventions), 누락된 결과(missing outcome data), 결과 측정(measurement of the outcome), 결과보고(reported result) 등 5개 영역(domain)으로 구성되어 있다. 총 22개의 문항으로 구성되어 있으며, 기준에 따라 '예(yes)', '아마도 그렇다(probably yes)', '아마도 아닐 것이다(probably no)', '아니다(no)', '정보 없음(no information)' 으로 평가하게 된다. 문항별 평가결과를 바탕으로 '낮음(low risk)', '일부 우려가 있음(some concerns)', '높음(high risk)'으로 각 영역별 비뚤림 편향을 판단하게 된다. '일부 우려가 있음(some concerns)' 결과는 세부항목 중 우려가 제기되는 문항은 있지만 영역 전체가 편향될 위험이 높지 않다는 것을 의미한다.

5. 자료 추출과 분석 방법

체계적 문헌고찰을 위한 자료 추출 양식은 연구자들이 합의하여 항목을 결정하였으며, 이 양식에는 연구정보(저자, 출판년도, 연구국가), 연구대상(연령, 성별, 총 참여자 수), 중재방법(중재집단 수, 운동형태, 운동시간, 운동강도, 운동빈도), 연구결과 등을 포함하였다.

메타분석은 R 프로그램의 메타분석 패키지를 이용하였으며, 평

균 효과크기는 각 연구들의 연구 대상자, 개입방법, 연구 환경 등이 서로 다르기 때문에 무선흐모형을 적용하여 산출하였다. 효과크기는 혈중지질, 체중 및 체질량지수는 결과변수별 척도가 동일한 연속형 변수인 점을 고려하여 가중평균차이(weight mean difference, WMD)와 95% 신뢰구간(95% Confidence Interval, CI)으로 기술하였고, 95% 신뢰구간을 구한 후 하한값과 상한값 사이에 제로(0) 값이 포함되어 있는지의 여부를 통하여 효과크기의 유의성을 확인하였다[16].

이질성(heterogeneity)은 시각적으로는 forest plot, 통계적 검정을 위해서는 연구 간 분산의 비율을 나타내는 I^2 값을 활용하였다. I^2 값이 75%가 넘으면 큰 크기의 이질성, $25% < I^2 \leq 75%$ 는 중간 수준의 이질성, 25% 이하이면 작은 크기의 이질성이라 볼 수 있다[17]. 이질성이 크게 나타날 경우 원인을 탐색하기 위해 메타 ANOVA를 시행하였다. 출판 비뚤림(publication bias)을 검토하기 위해 시각적으로 funnel plot으로 확인하였으며 정확한 통계적 검증을 위해 Egger's 회귀분석을 실시하였다.

연구 결과

1. 문헌 선정

국내외 데이터베이스 검색을 통해 검색된 결과 중복된 연구를 제외한 논문은 3,399편이었다. 3,399편의 연구를 자료선정 및 제외 기준에 따라 제목과 초록을 중심으로 검토하여 3,328편이 제외되었고 71편이 선정되었다. 이와 병행하여 선정된 논문의 참고문헌을 확인하는 수기검색을 시행하였으나 본 연구에 적합한 추가 문헌이 검색되지는 않았다. 선정된 71편의 문헌은 전문을 확인하였고, 그 중에서 대상자가 부적합한 문헌 4편, 비교군이 부적합한 문헌 3편, 연구 설계가 선정기준에 부적합한 문헌 24편, 운동중재 이외의 중재가 추가된 문헌 1편, 영어나 한국어로 출판되지 않은 문헌 2편, 동료평가가 이루어지지 않은 문헌 2편, 원본을 찾을 수 없는 문헌 1편, 부적절한 결과를 제시한 문헌 15편 등 총 52편을 제외하고 19편의 문헌이 최종 선정되었다(Figure 1, Appendix).

2. 선정된 문헌의 특성

최종 메타분석에 포함된 연구는 총 19편으로 분석대상 논문의 특성은 다음과 같다(Table 1). 연구 발표연도는 1985년부터 2018년도까지 고루 분포되어 있었고, 2000년 이전에 수행된 연구가 5편(26.3%) [A7,A9-A12], 2000년부터 2010년 이전에 발표된 연구가 3편(15.8%) [A5,A13,A14], 2010년 이후 발표된 연구가 11편(57.9%) [A1-A4,A6,A7,A15-A19]이었다. 연구가 진행된 국가는 한국 6편

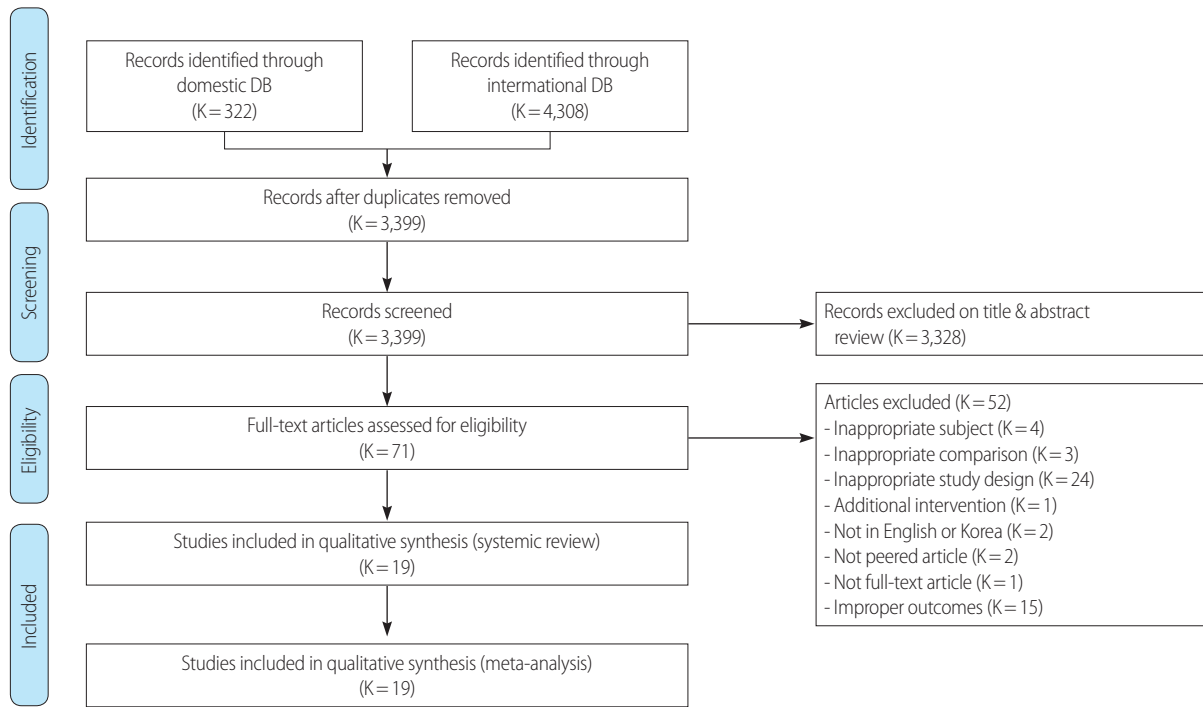


Figure 1. PRISMA flow chart.

[A1,A2,A6,A8,A16,A19], 미국 4편[A7,A9,A11,A12], 덴마크[A14,A15]와 독일[A4,A5]이 각각 2편, 스위스[A13], 일본[A10], 브라질[A3], 나이지리아[A17], 페로제도[A18]에서 각각 1편이었다. 연구 대상자는 남자만을 대상으로 한 연구가 8편(42.1%) [A2,A7,A9,A12-A15,A19], 여자만을 대상으로 한 연구가 6편(31.6%) [A1,A3,A6,A8,A16,A18], 남녀 혼합 또는 제시하지 않은 연구는 5편 (26.3%)[A4,A5,A10,A11,A17]이었다. 대상자의 나이는 30대부터 70대까지 고루 분포되어 있으며, 노인을 대상으로 한 연구는 5편(26.3%) [A1,A2,A5,A8,A11]을 차지하였다.

유산소 운동중재 종류는 걷기 또는 달리기 그룹이 9편(47.4%), [A4-A6,A9,A11,A13-A15,A19] 수영, 아쿠아로빅, 물속에서 걷기와 같은 수중 운동이 3편(15.8%) [A8,A16,A18], 자전거를 이용한 운동이 3편(15.8%) [A7,A10,A12], 전통춤과 에어로빅과 같은 Dance가 3편(15.8%) [A1,A2,A17], 수영과 자전거를 각각 대조군과 비교한 연구가 1편(5.3%) [A3] 순이었다. 운동중재 기간은 8주부터 37주까지 다양하게 적용하였으며 12주 기간이 11편(57.9%) [A1,A3-A6,A13-A17,A19]으로 가장 많았다. 주당 운동 횟수는 2회가 3편 (15.8%)[A2,A14,A15], 3회가 13편(68.4%) [A1,A3-A5,A7,A9-A13,A16-A18], 3-4회가 1편(5.2%) [A8], 4회 이상이 2편(10.5%) [A6,A19]이었다. 운동강도의 기준은 %HRmax (maximal heart rate), % HRR (heart rate reserve), RPE (rating of perceived exertion), % VO₂max (maximum oxygen consumption)로

다양하였고, 운동강도에 대한 기술이 없는 연구가 2편(10.5%) [A4,A5]이었다(Table 1).

3. 문헌의 비뚤림 위험 평가

본 연구에 포함된 19편의 연구를 RoB 2 도구를 이용하여 비뚤림 위험을 평가하였고, 코크란 그룹에서 제공하는 'Excel tool to implement Rob 2'를 이용하여 분석하였다. 그 결과 첫 번째 영역인 무작위 배정 과정(randomization process)에서는 무작위 배정과정을 상세히 기술하고, 운동군과 통제군의 기준선의 차이가 없어 'low risk'로 판단된 연구가 2편(10.5%), 무작위 과정에 대해 상세한 설명이 없지만 운동군과 통제군의 기준선이 다르지 않거나, 배정되기 전까지 은폐에 대한 설명이 명확하여 'some concerns'으로 판단된 연구가 15편(78.9%), 무작위 과정에 대한 상세 설명이 없고, 대상자에 대한 기준치 또는 배정 비율이 달라 'high risk'로 판단된 연구가 2편(10.5%)이었다.

의도된 중재(intended interventions) 영역에서는 의도된 중재로 탈락한 대상자도 통계에 포함시키고, 배제한 경우 결과에 미칠 영향이 적어 'low risk'로 판단한 연구가 10편(52.6%), 결과에 영향을 미칠 영향은 적지만 탈락한 대상자를 연구에 포함시키지 않아 'some concerns'으로 판단된 연구가 8편(42.1%), 탈락한 대상자를 통계에서 배제하여 연구 결과에 영향을 미칠 영향이 크다고 판단하여 'high

Table 1. Characteristics of Included Studies

No	First author (year)	Study country	Sample size(n)		M:W	Participants	Intervention		Outcome variable			
			EG	CG			Type	Duration (weeks)		Frequency	Time (min)	Intensity
A1	Kim JH (2014)	Korea	8	8	All women	Age > 60 years women with BMI < 25 kg/m ²	Traditional dance of Korea	12	3	60	40-60 (HRmax)	-TC, HDL-C, LDL-C
A2	Kim NJ (2011)	Korea	12	12	All men	Elderly hypertension without any metabolic disease	Dance	26	2	90	11-14 (RPE)	- Weight, BMI -TC, TG, HDL-C
A3a	Arca EA (2014a)	Brazil	19	14	All women	Postmenopausal hypertensive women	Deep water running	12	3	50	50-60 (HRR)	- Weight, BMI
A3b	Arca EA (2014b)	Germany	24	26	EG 11:13 CG 10:16	Resistant hypertension	Stationary cycling	8-12	3	NA	NA	-TC, TG, HDL-C, LDL-C
A4	Dimeo F (2012)	Germany	27	27	EG 14:13 CG 14:13	Age ≥ 60 years	Walking	12	3	30-36	NA	- Weight, BMI
A5	Westhoff TH (2007)	Germany	20	21	All women	Age 49-67 years postmenopausal women	Treadmill exercise	12	4	NA	11-13 (REF)	- Weight, BMI
A6	Wong A (2018A)	USA	17	19	All men	Aged 35-76 years	Stair climbing	16	3	25-55	60-80 (HRmax)	- Weight, BMI -TC, TG, HDL-C, LDL-C
A7	Kokkinos PF (1998)	USA	52	48	All women	Age 67-85 years, postmenopausal women	Swimming	20	3-4	40-45	70-75 (HRmax)	- Weight, BMI
A8	Wong A (2018B)	USA	44	12	All men	Aged 21-37 years	Walking, jogging	16	3	60	70-80 (HRmax)	- Weight
A9	Duncan JJ (1985)	Japan	10	10	EG 4:6 CG 4:6	Aged 32-60 years	Bicycle ergometer	10	3	60	40-60 (VO ₂ max)	- Weight
A10	Urata H (1987)	USA	11	11	NA	Aged 60-69 years	Walking, jogging	37	3	50	50 (VO ₂ max)	- Weight
A11a	Hagberg JM (1989a)	USA	23	23	All men	Men of aged 35-76 years	Cycling	16	3	60	60-80 (HRmax)	- Weight, BMI
A11b	Hagberg JM (1989b)	Switzerland	15	17	All men	Active 25-45 years old men	Football	12	3	60	75-85 (HRmax)	- Weight
A12	Kokkinos PF (1995)	Denmark	13	9	All men	Males aged 31-54 years	Running	12	2	60	80-90 (HRmax)	-TC, HDL-C, LDL-C
A13a	Knoepfli-Lenzin C (2010a)	Denmark	22	11	All men	Mens aged 31-54 years	Football	24	2	60	85 (HRmax)	-TC, TG, HDL-C, LDL-C
A13b	Knoepfli-Lenzin C (2010b)	Korea	10	10	All women	Middle aged hypertensive women	Aquarobic	12	3	60	12-13 (RPE)	- Weight
A14	Andersen LJ (2010)	Nigeria	60	60	NA	Newly-diagnosed adults (18 to 65 years)	Aerobic dance	12	3	45	50-70 (HRR)	- BMI, -TC, TG, HDL-C, LDL-C
A15a	Krstrup P (2012a)	Faroe Island	21	20	All women	Sedentary premenopausal women	Swimming	15	3	60	High - Weight	-TC, TG, HDL-C, LDL-C
A15b	Krstrup P (2012b)	Korea	7	7	All men	Patients with essential hypertension	Fast walking and running	12	4	60	Moderate - Weight	-TC, HDL-C, LDL-C
A16	Kwon OS (2013)	Denmark	22	11	All men	Mens aged 31-54 years	Football	24	2	60	85 (HRmax)	-TC, TG, HDL-C, LDL-C
A17	Maruffa (2014)	Nigeria	60	60	NA	Newly-diagnosed adults (18 to 65 years)	Aerobic dance	12	3	45	50-70 (HRR)	- BMI, -TC, TG, HDL-C, LDL-C
A18a	Mohr M (2014a)	Faroe Island	21	20	All women	Sedentary premenopausal women	Swimming	15	3	60	High - Weight	-TC, TG, HDL-C, LDL-C
A18b	Mohr M (2014b)	Korea	7	7	All men	Patients with essential hypertension	Fast walking and running	12	4	60	Moderate - Weight	-TC, HDL-C, LDL-C
A19	Hong SK (2018)	Korea	7	7	All men	Patients with essential hypertension	Fast walking and running	12	4	60	60 (HRmax)	- Weight

M = Men; W = Women; EG = Experimental group; CG = Control group; HRmax = Maximal heart rate; VO₂max = Maximum oxygen consumption; RPE = Rating of perceived exertion; HRR = Heart rate reserve; BMI = Body mass index; TC = Total cholesterol; TG = Triglyceride; HDL-C = High-density lipoprotein cholesterol; LDL-C = Low-density lipoprotein cholesterol

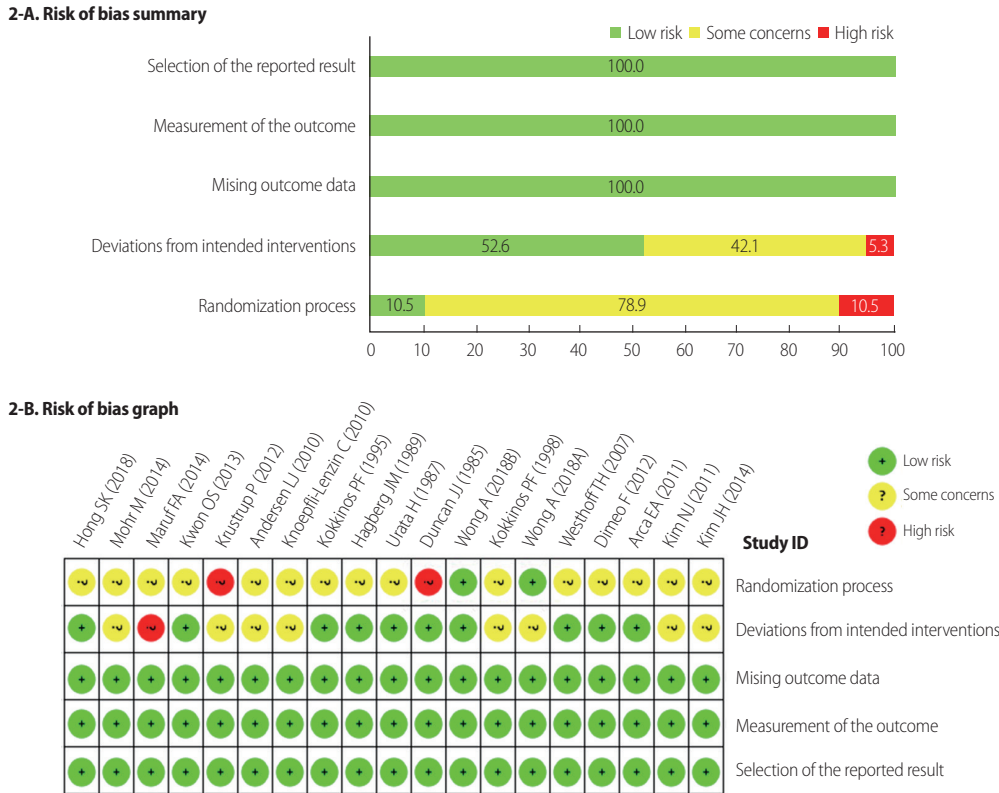


Figure 2. Risk of bias in included studies

risk' 연구가 1편(5.3%)이었다. 누락된 결과(missing outcome data), 결과 측정(measurement of the outcome), 결과보고(reported result) 영역에서는 비뚤림의 위험이 모두 낮다고 평가되었다(Figure 2).

4. 유산소 운동 중재 효과크기

1) 혈중지질(serum lipids)의 효과크기

총 콜레스테롤(TC)의 효과크기 산출에 포함된 연구는 11개로 운동군 218명, 통제군 210명 이었다. 유산소 운동에 대한 TC의 평균 효과크기는 0.22 mg/dL (95% CI: -4.93-5.37)이었으며, 유산소 운동 중재에 대한 TC의 효과는 통계적으로 유의하지 않았다($z = 0.08, p = .933$). 총 콜레스테롤 연구는 $F = 16\%$ ($p = .296$)로 이질성이 낮은 것으로 나타났다(Figure 3A).

중성지방(TG)의 효과크기 산출에 포함된 연구는 6개로 운동군 138명, 통제군 128명이었다. 유산소 운동에 대한 중성지방의 평균 효과크기는 -13.49 mg/dL (95% CI: -26.74--0.24)이었으며, 유산소 운동에 대한 중성지방의 효과는 통계적으로 유의하였다($z = -2.00, p = .046$). 중성지방은 $F = 0\%$ ($Q = 3.89, p = .565$)로 이질성이 없는 것으로 나타났다(Figure 3B).

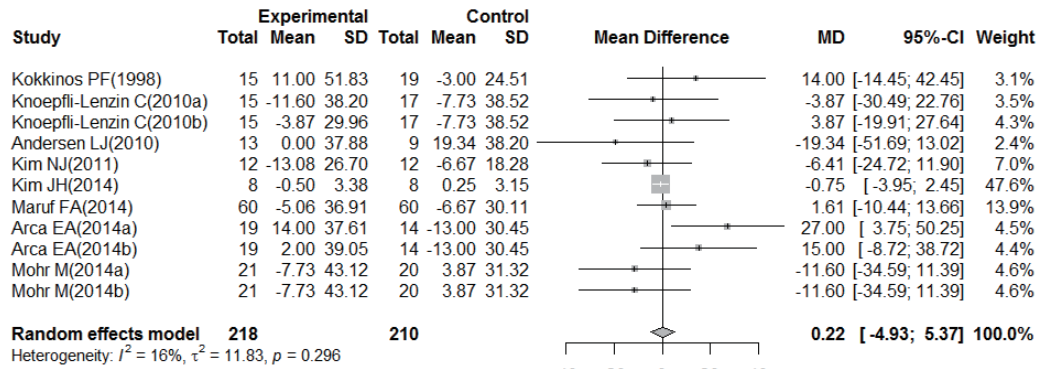
고밀도 지단백 콜레스테롤(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)의 효과크기 산출에 포함된 연구는 13개로 운동군 262명, 통제군 232명 이었다. 유산소 운동에 대한 HDL-C의 전체 평균 효과크기는 0.87 mg/dL (95% CI: -1.23-2.97)이었으며, 통계적으로 유의하지 않았다($z = 0.81, p = 0.419$). HDL-C은 $F = 0\%$ ($Q = 4.11, p = .981$)로 이질성이 없는 것으로 나타났다(Figure 3C).

저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-C)의 효과크기 산출에 포함된 연구는 12개로 운동군 250명, 통제군 220명이었다. 유산소 운동에 대한 LDL-C의 전체 평균 효과크기는 -0.72 mg/dL (95% CI: -6.07-4.62)이었으며, 유산소 운동 중재에 대해 LDL-C는 통계적으로 유의하지 않았다($z = -0.27, p = .701$). 본 연구에서 유산소 운동에 대한 LDL-C의 이질성은 $F = 42\%$ ($Q = 18.93, p = .062$)로 중간 정도의 이질성을 보였다(Figure 3D).

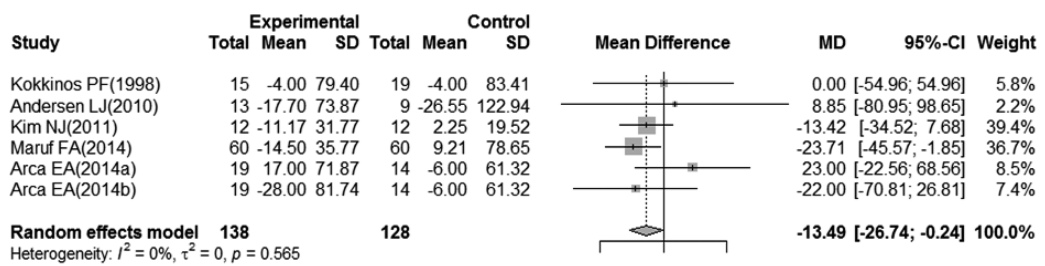
2) 체중과 체질량지수의 효과크기

체중의 평균 효과크기 산출에 포함된 연구는 16개로 운동군 308명, 통제군 268명이었다. 체중의 운동중재에 대한 효과는 -0.62 kg (95% CI: -1.08--0.16)이었으며, 통계적으로 유의하였다($z = -2.63,$

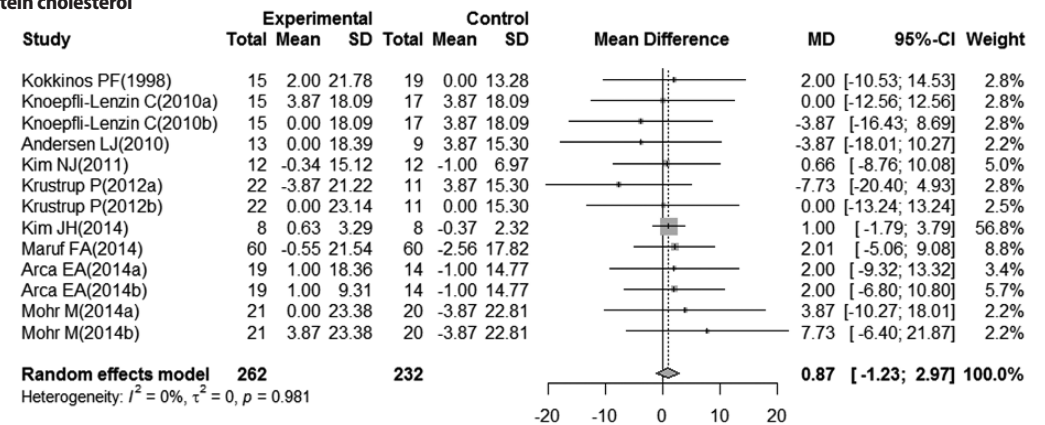
3-A. Total cholesterol



3-B. Triglyceride



3-C. High-density lipoprotein cholesterol



3-D. Low-density lipoprotein cholesterol

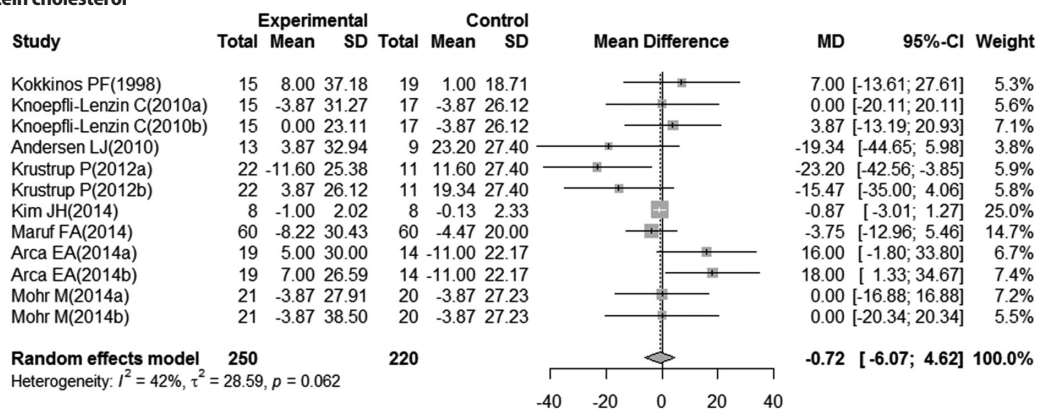
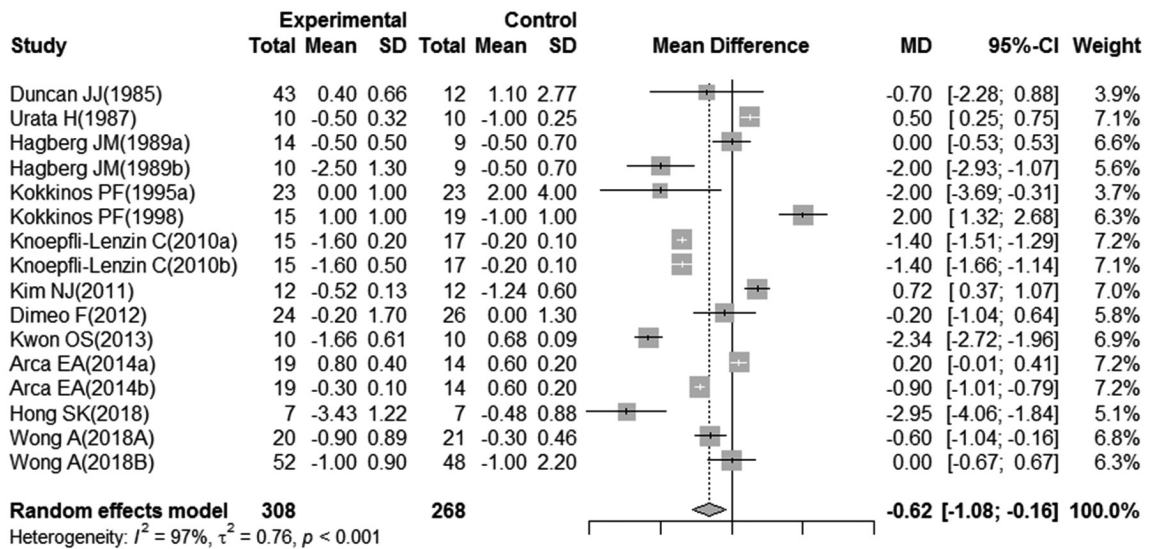


Figure 3. The effect of aerobic exercise on serum lipids.

4-A. Weight



4-B. Body mass index

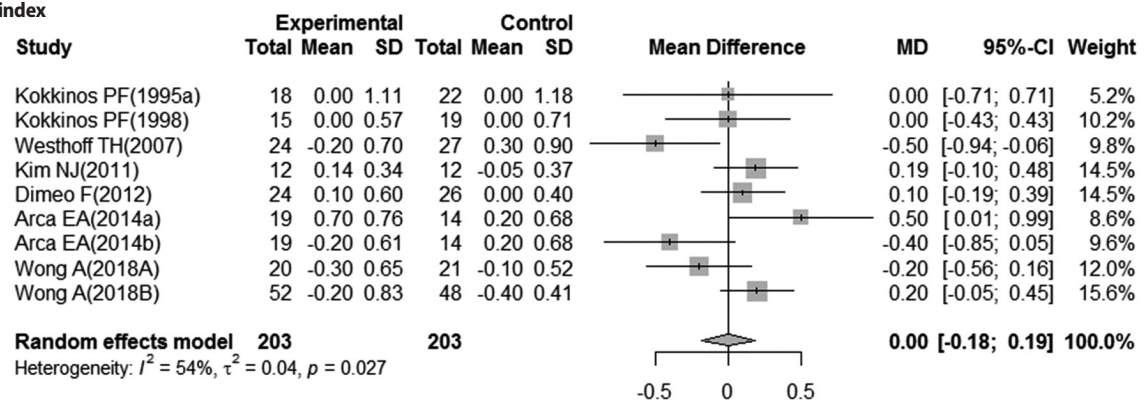


Figure 4. The effect of aerobic exercise on body composition.

$p = .009$). 체중 연구는 $I^2 = 97\%$ ($Q = 566.07$, $p < .001$)로 매우 높은 이질성을 보였다(Figure 4A). 이에 따라 이질성의 가능한 원인을 찾기 위하여 체중을 포함한 연구의 주요 변인 중 운동형태, 운동기간, 운동빈도, 운동강도를 조절변수로 하여 메타 ANOVA를 실시하였다. 메타 ANOVA를 시행한 결과 운동형태($Q = 5.40$, $df = 3$, $p = .145$), 운동기간($Q = 3.25$, $df = 2$, $p = .197$), 운동빈도($Q = 4.59$, $df = 2$, $p = .101$), 운동강도($Q = 4.25$, $df = 2$, $p = .120$)는 평균 효과크기에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

체질량지수의 효과크기 산출에 포함된 연구는 9개로 운동군 203명, 통제군 203명이었다. 유산소 운동중재에 대한 체질량지수의 평균 효과크기는 0.00 kg/m^2 (95% CI: -0.18 - 0.19)이었으며, 통계적으로 유의하지 않았다($z = 0.05$, $p = .962$). 체질량지수 연구는 $I^2 = 54\%$ ($Q = 17.32$, $p < .027$)로 중간정도의 이질성을 보였다(Figure 4B).

5. 출판 비뮌림 검정 결과

출판비뮌림은 시각적으로 funnel plot으로 대칭 정도를 확인하고, 객관적으로 비대칭 정도가 통계적으로 유의한지를 Egger's 회귀분석을 통하여 확인하였다. 그 결과 TC, HDL-C, LDL-C, 체중은 육안적으로 골고루 분포되어 대칭을 이루었다. 통계적으로 검증하기 위해 Egger's 회귀분석을 시행한 결과 TC는 bias = 0.18 ($t = 0.39$, $df = 9$, $p = .708$), HDL-C는 bias = -0.15 ($t = -0.51$, $df = 11$, $p = .621$), LDL-C는 bias = -0.02 ($t = -0.04$, $df = 10$, $p = .968$), 체중은 bias = -2.26 ($t = 0.96$, $df = 14$, $p = .355$)으로 비대칭 정도가 통계적으로 유의하지 않아 출판 비뮌림이 없는 것으로 나타났다. 중성지방과 체질량지수를 포함한 연구는 10편 미만으로 funnel plot과 Egger's 회귀분석으로 시각적인 검토를 수행하기에는 논문편수가 적어 시행하지 않았다.

논 의

본 연구는 고혈압 환자를 대상으로 유산소운동을 실시한 RCT 연구만을 대상으로 체계적으로 고찰한 후 메타 분석을 실시하여 고혈압 환자의 혈중지질, 체중 및 체질량지수에 미치는 유산소 운동의 효과를 규명하고자 시도되었다. 체계적 문헌고찰 및 메타분석에 포함된 연구는 총 19편이었다. 고혈압 환자의 혈중 지질, 체중 및 체질량지수 관련 연구는 2000년 이전부터 현재까지 지속적으로 출판되었지만 2010년 이후에 보고된 연구가 57.9%로 최근에 더 많은 연구가 이루어지고 있었다. 유산소 운동 종류로는 걷기나 달리기와 같은 일반적인 방법이 47.4%로 가장 많았으며, 이는 유산소 운동이 고혈압 환자의 혈압에 미치는 효과를 보고한 선행 메타분석 연구와 유사한 결과였다[18,19]. 이는 다양한 유산소 운동 중에 걷기와 달리기와 같은 방법이 준비가 간단하고 누구나 쉽게 접근할 수 있기 때문이라고 생각된다[20]. 운동중재 기간은 8주부터 37주까지 다양하였으며, 12주로 적용한 연구가 57.9%로 가장 많았다. Börjesson 등[19]의 유산소 운동이 혈압에 미치는 효과를 보고한 선행 연구에서도 연구기간이 4주부터 37주까지 보고되었으며, 이 연구에서도 12주가 가장 많았다. 주당 운동 회수는 3회가 68.4%로 가장 많았으며, 운동 시간도 30-60분이 가장 많아 이는 고혈압 환자에게 유산소 운동 중재를 수행한 다른 메타분석 연구와 유사한 결과였다[18,19]. 운동강도는 중간 강도가 63.2%로 가장 많았으며 이는 미국스포츠의학회[21]에서는 고혈압 환자에게 고강도의 유산소 운동을 금기하지는 않았지만, 일반적으로 중등도의 운동을 권고하고 있어 이를 기준으로 연구가 이루어지고 있기 때문인 것으로 생각되어진다.

본 연구에서 분석한 혈중지질의 효과크기 중에서 유산소 운동 후에 중성지방만 13.49 mg/dl 유의하게 감소하였고, TC, HDL-C, LDL-C는 통계적으로 유의한 변화가 없었다. 이와 같은 결과는 건강한 성인을 대상으로 유산소 운동을 수행한 메타분석 연구결과[22]와 유사하여 이 연구에서도 중성지방만 13.1 mg/dL 감소하였다. Kelly 등[23]의 메타분석 연구에서도 유산소 운동 후 중성지방만 유의하게 감소되었다. 이러한 메타분석 연구들은 정상인을 대상으로 하거나[22] 운동 뿐 아니라 식이요법 같은 중재의 효과도 함께 분석[23]하고 있어서 본 연구 결과와 직접 비교하기에는 어려운 점이 있지만 같은 맥락을 제공하고 있다.

고혈압 환자를 대상으로 유산소 운동이 혈중지질에 미치는 효과를 연구한 개별 연구를 살펴보면 8주간 유산소운동 프로그램을 적용한 연구에서 중성지방은 유의하게 감소하였고, 나머지 혈중지질은 변화가 없는 연구와 유사하였다[24]. 에너지가 부족하게 되면 저장되어 있던 중성지방이 일차적으로 분해되어 에너지원으로 사용

된다. 유산소 운동은 에너지 이용을 증가시키므로 유산소 운동에 가장 효과적으로 반응을 보이는 지질은 중성지방일 것으로 사료된다. 고혈압 여성에게 10주간 유산소 운동을 시행한 연구에서 TC, HDL-C, LDL-C에서 유의한 변화가 없었고[A6], 고혈압 남성에게 장기간 댄스운동을 시행한 연구에서 TC와 TG가 감소하기는 했지만 통계적으로 유의하지 않았다[A2]. 많은 연구에서 유산소 운동은 혈중지질을 개선시키고, 지방 대사를 활성화 시켜 TC, TG, LDL-C, HDL-C를 효과적으로 개선시킨다고 보고하였다[25,26]. 이와 같이 유산소 운동과 혈중지질과의 관계를 연구한 선행 연구를 보면 결과가 일관되지 않는다. 유산소 운동 후에도 혈중지질이 효과적으로 개선되지 않은 연구들에서는 유산소 운동뿐 아니라 식이요법을 병행할 때 혈중지질의 개선이 효과적이라고 주장하고 있다[23,27,28]. 미국스포츠의학회에서도 운동은 이상지질혈증 치료를 위해 유용하지만, 효과는 미비하고 일관된 효과를 보이지 않으며, 추가적으로 식이요법과 체중 감량이 혈중지질을 낮추는데 효과적이라고 하였다[21]. 따라서 고혈압 환자에게 혈중지질을 감소시킬 목적으로 운동중재를 처방할 때 식이요법 및 체중 감량과 같은 전반적인 생활습관의 변화를 함께 권장해야 할 것이다.

유산소 운동이 체중에 미치는 결과를 보고한 문헌은 16편이었다. 유산소 운동중재에 대한 체중의 평균 효과크기는 -0.62 kg으로 유산소 운동 수행 후 체중이 통계적으로 유의하게 감소하였지만 감소량이 크지는 않았다. 유산소 운동이 체질량지수에 미치는 결과를 보고한 문헌은 9편으로 유산소 운동중재에 대한 체질량지수의 평균 효과크기는 0.00 kg/m²로 통계적으로 유의하지 않아 유산소 운동이 체질량지수에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 고혈압 환자를 대상으로 체중 및 체질량지수를 연구한 개별연구는 다수 존재하나, 메타 분석 연구 중에 체중 및 체질량지수를 보고한 연구는 거의 없는 실정이다. 고혈압 환자에게 유산소 운동 중재를 시행한 개별 연구를 보면 고혈압을 진단받은 여성에게 계단 오르기 운동을 시행한 결과 체중과 체질량지수 모두 감소하였고[A6], 고혈압을 진단 받은 남자 환자에게 축구와 달리기 중재를 시행한 집단에서 모두 체중이 유의하게 감소하였으며[A13]. 고혈압 진단을 받은 노인에게 트레드밀에서 걷기 운동을 12주 동안 시행한 연구에서도 체질량지수가 유의하게 감소하였다[A5]. 하지만 고혈압을 진단받은 갱년기 여성에게 20주 수영을 시행한 결과 체중과 체질량지수는 변화가 없었고[A8], 수중운동을 시행한 연구에서는 체중과 체질량지수가 증가한 연구도 보고되어[A3] 개별 연구들의 결과가 일관되지 않아 본 연구의 메타분석에서도 유산소운동이 체질량지수 감소에 효과가 없었던 것으로 보인다. 정상 성인을 대상으로 수중운동을 실시한 메타 분석 연구에서 체질량지수의 변화가 유의하지 않았으

며[29], 정상 혈압군과 고혈압 환자를 포함한 유산소 운동을 시행한 메타분석 연구에서도 체질량지수의 변화가 유의하지 않았다[30]. 한편, 비만은 고혈압, 심장질환, 당뇨병, 암 등 각종 성인병의 직간접적 원인으로 확인되고 있다[31]. 미국스포츠의학회에서[21]는 비만 환자들에게 체중 및 체질량지수의 효과적인 관리를 위해 주당 5-7 회 운동을 권장하고 있는데 본 연구에서 분석한 문헌은 주당 3-4회 가 적용된 경우가 대부분이다. 즉, 비만이 동반된 고혈압 환자의 체중 및 체질량지수의 효과적 관리를 위해서는 주당 운동 수행 횟수를 증가시켜야 할 것으로 보인다.

또한 선행 연구에서는 더 많은 체중 감소를 위해 식이요법과 운동 프로그램이 병행되어야 한다고 하였다[27]. 일반적으로 식사 조절 없이 6-12개월간 구조화된 유산소 운동으로 체중의 2-3% 만 감량이 가능하다[32]. 따라서 고혈압 환자의 체중을 감소시킬 목적으로 운동 중재를 처방할 때에는 혈압 하강을 목적으로 할 때와는 다른 중재가 적용되어야 한다. 이를 뒷받침하는 연구로, 18세 이상 성인에게 유산소 운동과 식이요법을 적용한 무작위 실험연구를 메타 분석한 선행 연구에서 체중이 0.8 kg 감소하였고, 식이를 제한한 그룹에서는 3.0 kg 감소하였으며, 유산소 운동과 식이제한을 함께한 그룹에서는 3.5 kg 감소하여 운동과 함께 식이 제한을 한 그룹에서 가장 크게 체중 감소효과가 있었다[23].

본 연구는 고혈압 환자에게 유산소 운동이 혈중지질과 체중 및 체질량지수에 미치는 효과를 보고한 개별적인 결과들을 체계적이고 객관적으로 통합하여 과학적으로 검증한 측면에서 의의가 있다. 분석에 포함된 개별연구들의 비뚤림 위험 평가에서도 대부분 비뚤림 위험이 낮았으며, RCT 연구만을 포함하여 연구 결과의 신뢰성이 높았다. 그러나 본 연구에서는 영어와 한국어로 보고된 연구만 포함되었다는 제한점이 있다. 또한 고혈압 환자에게 유산소 운동 중재의 효과를 검증하는 연구는 많이 이루어지고 있었지만 대부분 혈압에 대한 결과를 주요 결과로 보고하였고, 혈중지질과 체중 및 체질량지수에 대한 연구는 상대적으로 많지 않았다. 따라서 운동 형태, 운동기간, 주당 운동회수, 운동강도에 따라 혈중지질과 체중 및 체질량지수에 대한 하부 요인을 분석하기에는 한계가 있었다.

결 론

본 연구에서는 고혈압 환자를 대상으로 유산소 운동을 실시한 연구를 체계적으로 고찰하고 메타 분석을 시행하여 혈중지질과 체중 및 체질량지수의 효과크기를 제공하였다. 유산소 운동 후 혈중지질 중에는 TG만 유의하게 개선되었고, TC, HDL-C, LDL-C는 유의하게 개선되지 않았다. 더불어 체중은 유의하게 감소하였으나 감

소량이 적었으며, 체질량지수의 변화는 나타나지 않았다. 따라서 유산소 운동만으로는 고혈압 환자의 혈중지질, 체중 및 체질량지수를 개선하기 어려우며 식이요법 같은 부가적인 간호중재가 병행될 필요가 있다. 추후 고혈압 환자의 혈중지질 및 비만을 개선하기 위한 적극적인 간호중재가 개발되어 적용될 필요가 있다.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declared no conflict of interest.

AUTHORSHIP

CYR and LSH contributed to the conception and design of this study; CYR and LSH collected data; LSH performed the statistical analysis and interpretation; LSH drafted the manuscript; CYR and LSH critically revised the manuscript; CYR supervised the whole study process. All authors read and approved the final manuscript.

REFERENCES

- Jung KH. 2017 National survey of older Koreans. Final report. Sejong: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2018. Report No.: Policy Report 2018-01.
- Weber MA, Schiffrin EL, White WB, Samuel M, Lindholm LH, Kenerson JG, et al. Clinical practice guidelines for the management of hypertension in the community: a statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. *The Journal of Clinical Hypertension*. 2014;32(1):3-15. <https://doi.org/10.1111/jch.12237>
- The Korean Society of Hypertension. The guidelines of treatment of hypertension 2018. Seoul: The Korean Society of Hypertension; 2018 [cited 2019 Dec 1]. Available from: <http://www.koreanhypertension.org/reference/guide?mode=read&idno=4246>.
- Ates I, Ozkayar N, Ates H, Karakulak UN, Kursun O, Topcuoglu C, et al. Elevated circulating sST2 associated with subclinical atherosclerosis in newly diagnosed primary hypertension. *Hypertension Research*. 2016;39(7):513-518. <https://doi.org/10.1038/hr.2016.16>
- Halperin RO, Sesso HD, Ma J, Buring JE, Stampfer MJ, Gaziano JM. Dyslipidemia and the risk of incident hypertension in men. *Hypertension*, 2006;47(1): 45-50. <https://doi.org/10.1161/01.HYP0000196306.42418.0e>
- Lewington S, Whitlock G, Clarke R, Sherliker P, Emberson J, Halsey J, et al. Blood cholesterol and vascular mortality by age, sex, and blood pressure: a meta-analysis of individual data from 61 prospective studies with 55,000 vascular deaths. *The Lancet*. 2007;370(9602):1829-1839. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(07\)61778-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61778-4)
- Aydin E, Ates I, Arikian ME, Yilmaz N, Dede F. The ratio of monocyte frequency to HDL cholesterol level as a predictor of asymptomatic organ damage in patients with primary hypertension. *Hypertension Research*. 2017;40(8):758-764.

- <https://doi.org/10.1038/hr.2017.36>
8. Kim JW, Park CH, Kim TU. Effects of 12 weeks walking on metabolic syndrome markers, growth hormone and IGF-I in obese girls. *The Korean Journal of Growth and Development*. 2008;16(1):9-17.
 9. Lee CJ, Ko YH, Shin DS. Effect of combined treatment of aerobic exercise and resistance exercise on blood lipids and C-reactive protein in hypertensive patients. *Korean Journal of Sports Science*. 2014;23(1):1077-1087.
 10. Cook Z, Kirt S, Lawrenson S, Sandford S. Use of BMI in the assesment of undernutrition in older subject: reflecting on practice. *Proceeding of the Nutrition Society*. 2005;64(3):313-317. <https://doi.org/10.1079/PNS2005437>
 11. Lavie CJ, Milani RV, Ventura HO. Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss. *Journal of the American College of Cardiology*. 2009;53(21):1925-1932. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2008.12.068>
 12. Safar ME, Czernichow S, Blacher J. Obesity, arterial stiffness, and cardiovascular risk. *Journal of the American Society of Nephrology*. 2006;17(4 Suppl 2):S109-S111. <https://doi.org/10.1681/ASN.2005121321>
 13. Jensen MD, Ryan DH, Arovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;63(25):2985-3023. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2013.11.004>
 14. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International Journal of Surgery*. 2010;8(5):336-341. <https://doi.org/10.1016/j.ijsu.2010.02.007>
 15. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomized trials. *British Medical Journal*. 2019;366:l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
 16. Kim SY, Park JE, Seo HJ, Lee YJ, Son HJ, Jang BH, et al. NECA's guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention. Seoul: National Evidence-based Healthcare collaborating Agency; 2011. p. 1-165.
 17. Higgins JPT, Green S. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions version 5.1.0* [Internet]. London: The Cochrane Collaboration; 2011 [cited 2019 Dec 1]. Available from: <http://handbook-5-1.cochrane.org/>.
 18. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta analysis. *Journal of the American Heart Association*. 2013; 2(1):1-9. <https://doi.org/10.1161/JAHA.112.004473>
 19. Börjesson M, Onerup A, Lundqvist S, Dahlöf B. Physical activity and exercise lower blood pressure in individuals with hypertension: narrative review of 27 RCTs. *British Journal of Sports Medicine*. 2016;50(6):356-361. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095786>
 20. Son JU, Lee JH. The effect of the walking exercise on physiological index, physical fitness, self esteem, depression and life satisfaction in the institutionalized elderly women. *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing*. 2006;17(1):5-16.
 21. Riebe D, Ehrman JK, Liguori G, Magal M. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. 10th ed. Kim WS, et al. translator. Indianapolis, IN: Wolters kluwer Health Inc.; 2018. 224-234.
 22. Sarzynski MA, Burton J, Rankinen T, Blair SN, Church TS, Despres JP, et al. The effects of exercise on the lipoprotein subclass profile: a meta-analysis is 10 interventions. *Atherosclerosis*. 2015;243(2):364-372. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2015.10.018>
 23. Kelley GA, Kelley KS, Roberts S, Haskell W. Comparison of aerobic exercise, diet or both on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Nutrition*. 2012;31(2):156-167. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2011.11.011>
 24. Lee HS. The effects of aerobic exercise for body composition, serum lipids, self-efficacy and life satisfaction in middle-aged women. *Korean Journal of Health Promotion*. 2007;7(3):196-204.
 25. Farrel SW, Finley CE, Grundy SM. Cardiorespiratory fitness, LDL cholesterol, and CHD mortality in men. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 2012; 44(11):2132-2137. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31826524be>
 26. Mann S, Beedie C, Jimenez A. Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine*. 2014;44(2):211-221. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0110-5>
 27. Wu T, Gao X, Chen M, Da V. Long-term effectiveness of diet-plus exercise interventions vs. diet-only interventions for weight loss: a meta-analysis. *Obesity Review* 2009;10(3):313-323. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2008.00547.x>
 28. Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine-evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic disease. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*. 2015;25(S3):1-72. <https://doi.org/10.1111/sms.12581>
 29. Igarashi Y, Nogami Y. The effect of regular aquatic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*. 2018;25(2):190-199. <http://doi.org/10.1177/2047487317731164>
 30. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of Internal Medicine*. 2002;136(7):493-503. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-136-7-200204020-00006>
 31. Park SH, Kim CG. Impact of resistance training on obesity index, lipid index, blood pressure, pulse rate, and bone mineral densitometer in middle-aged women: a meta-analysis of randomized controlled trials. *The Korean Journal of Rehabilitation Nursing*. 2019;22(1):1-14. <https://doi.org/10.7587/kjrehn.2019.1>
 32. Yang YJ. Evidence based exercise to control weight. *Journal of the Korean Medical Association*. 2017;60(10):806-816. <https://doi.org/10.5124/jkma.2017.60.10.806>

Appendix 1. Studies included in Systematic Review and Meta-analysis

- A1. Kim JH. The Effect of dance program on the serum lipids and blood pressure and leptin of obese elderly women with hypertension. *Official Journal of the Korean Society of Dance Science*. 2014;31(3):83-93.
- A2. Kim NJ. The effects of long term dance exercise program on body composition and metabolic syndrome risk factors in elderly hypertension. *Korean Journal of Sports Science*. 2011;20(5):985-994.
- A3. Arca EA, Martinelli B, Martin LC, Waisberg CB, Franco RJ. Aquatic exercise is as effective as dry land training to blood pressure reduction in postmenopausal hypertensive women. *Physiotherapy Research International*. 2014;19(2):93-98. <https://doi.org/10.1002/pri.1565>
- A4. Dimeo F, Pagonas N, Seibert F, Arndt R, Zidek W, Westhoff TH. Aerobic exercise reduces blood pressure in resistant hypertension. *Hypertension*. 2012; 60(3):653-658. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.112.197780>
- A5. Westhoff TH, Franke N, Schmidt S, Vallbracht-Israng K, Meissner R, Yildirim H, et al. Too old to benefit from sports? The cardiovascular effects of exercise training in elderly subjects treated for isolated systolic hypertension. *Kidney Blood Pressure Research*. 2007;30(4):240-247. <https://doi.org/10.1159/000104093>
- A6. Wong A, Figueroa A, Son WM, Chernykh O, Park SY. The effects of stair climbing on arterial stiffness, blood pressure, and leg strength in postmenopausal women with stage 2 hypertension. *Menopause*. 2018;25(7):731-737. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001072>
- A7. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran J, Fletcher RD, Lakshman R, Papademetriou V. Effects of moderate intensity exercise on serum lipids in African-American men with severe systemic hypertension. *The American Journal of Cardiology*. 1998;81(6):732-735. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(97\)01020-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(97)01020-5)
- A8. Wong A, Kwak YS, Scott SD, Pekas EJ, Son WM, Kim JS, et al. The effects of swimming training on arterial function, muscular strength, and cardiorespiratory capacity in postmenopausal women with stage 2 hypertension. *Menopause*. 2018;26(6):653-658. <http://doi.org/10.1097/GME.0000000000001288>
- A9. Duncan JJ, Farr JE, Upton SJ, Hagan RD, Oglesby ME, Blair SN. The effects of aerobic exercise on plasma catecholamines and blood pressure in patients with mild essential hypertension. *JAMA*. 1985;254(18):2609-2613. <https://doi.org/10.1001/jama.1985.03360180113036>
- A10. Urata H, Tanabe Y, Kiyonaga A, Ikeda M, Tanaka H, Shindo M, et al. Antihypertensive and volume-depleting effects of mild exercise on essential hypertension. *Hypertension*. 1987;9(3):245-252. <https://doi.org/10.1161/01.hyp.9.3.245>
- A11. Hagberg JM, Montain SJ, Martin WH, Eshani AA. Effect of exercise training in 60- to 69-year-old persons with essential hypertension. *The American Journal of Cardiology*. 1987;64(5):348-353. [https://doi.org/10.1016/0002-9149\(89\)90533-x](https://doi.org/10.1016/0002-9149(89)90533-x)
- A12. Kokkinos PF, Narayan P, Collieran JA, Pittaras A, Notargiacomo A, Reda D, et al. Effects of regular exercise on blood pressure and left ventricular hypertrophy in African-American men with severe hypertension. *The New England Journal of Medicine*. 1995;333(22):1462-1467. <https://doi.org/10.1056/NEJM199511303332204>
- A13. Knoepfli-Lenzin C, Sennhauser C, Toigo M, Boutellier U, Bangsbo J, Krstrup P, et al. Effects of a 12-week intervention period with football and running for habitually active men with mild hypertension. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*. 2010;20(suppl.1):72-79. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01089.x>
- A14. Andersen LJ, Randers MB, Westh K, Martone D, Hansen PR, Junge A, et al. Football as a treatment for hypertension in untrained 30-55-year-old men: a prospective randomized study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*. 2010;20(S1):98-102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01109.x>
- A15. Krstrup P, Randers MB, Andersen LJ, Jackman SR, Bangsbo J, Hansen PR. Soccer improves fitness and attenuates cardiovascular risk factors in hypertensive men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2013;45(3):553-560. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182777051>
- A16. Kwon OS, Kim JH, Lee SH. Effect of aquarobic training according to body composition, blood pressure on inflammatory markers in middle age hypertensive women. *Korean Journal of Sport Science*. 2013;22(5):1243-1256.
- A17. Maruf FA, Akinpelu AO, Salako BL. A randomized controlled trial of the effects of aerobic dance training on blood lipids among individuals with hypertension on a thiazide. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*. 2014; 21(4):275-283. <https://doi.org/10.1007/s40292-014-0063-2>
- A18. Mohr M, Nordsborg NB, Lindenskov A, Steinhilmer H, Nielsen HP, Mortensen H, et al. High-intensity intermittent swimming improves cardiovascular health status for women with mild hypertension. *BioMed Research International*. 2014;2014:728289. <https://doi.org/10.1155/2014/728289>
- A19. Hong SK, Lee DG, Lee GC. Effect of Aerobic exercise on blood pressure and arterial compliance in patients with essential hypertension. *Journal of Exercise Physiology Online*. 2018;21(5):9-18.