

Original Article

# Effectiveness of Exercise Programs for Improving Fitness in Middle-Aged Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis

Hyeon-jeong Lim<sup>1</sup>, Jae-young Song<sup>1</sup>, Hwa-yeon Jo<sup>2</sup> and Eung-joon Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Korea National Sport University

<sup>2</sup>Ewha Womans University

## Article Info

Received 2024. 06. 04.

Revised 2024. 09. 03.

Accepted 2024. 09. 10.

## Correspondence\*

Eung-joon Kim

ejkim@knsu.ac.kr

## Key Words

Middle-aged, Exercise, Fitness,  
Meta-analysis, Systematic review

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2023년도 문화체육관광 연구개발 사업으로 수행되었음(과제명 : 생애전주기 운동실천을 위한 운동프로그램 개발 및 스포츠 과학적 측정 기술개발, 과제번호: RS-2023-00226052, 기여율: 100%).

**PURPOSE** This systematic review and meta-analysis aimed to assess the effectiveness of exercise programs in improving physical fitness among middle-aged adults in Korea. **METHODS** A literature search was conducted using KCI-registered databases on DBpia, RISS, and KISS up to September 21, 2023. The review followed the PICO-SD framework (population: middle-aged adults; intervention: exercise program; comparison: did not participate in exercise program; outcome: physical fitness; study design: randomized controlled trials). Two researchers independently evaluated bias using the Cochrane Risk of Bias tool for randomized trials (RoB 2). The data was synthesized using the CMA 3.0 program, applying a random effects model to estimate the overall effect size using Hedges'  $g$ . **RESULTS** Out of 914 screened documents, 15 studies were selected, comprising 405 participants. The overall effect size for improving physical fitness was significant ( $g=0.994$ , 95% CI: 0.712–1.276). Sub-analysis indicated significant improvements in various components, including muscle strength ( $g=1.295$ , 95% CI: 0.909–1.682), muscular endurance ( $g=0.972$ , 95% CI: 0.637–1.308), cardiorespiratory endurance ( $g=1.092$ , 95% CI: 0.453–1.731), flexibility ( $g=0.883$ , 95% CI: 0.555–1.210), muscle power ( $g=1.421$ , 95% CI: 0.656–2.186), and agility ( $g=1.854$ , 95% CI: 0.347–3.361) compared to the control group. An additional analysis focusing solely on women revealed a slight increase in effect size, although the order of effect sizes remained consistent across fitness components. **CONCLUSIONS** This meta-analysis confirms the effectiveness of exercise programs in enhancing physical fitness in middle-aged adults. The systematic review also highlights key considerations for designing exercise programs for this demographic. Future studies should aim to minimize bias and enhance the quality of reporting to ensure more robust results.

## 서론

현대사회는 과학기술의 발달로 편리한 생활을 하고 있지만, 좌식 생활이 증가함에 따라 신체활동 부족과 그에 따른 질병의 증가가 사회적 문제로 대두되고 있다(World Health Organization [WHO], 2022). 신체활동 부족은 비만, 심혈관계질환, 만성질환 등 비전

염성질환의 이환 가능성을 높이고(American College of Sports Medicine [ACSM], 2000), 근수축력의 저하, 유연성 감소, 균형감각의 저하, 만성 피로의 위험성을 증가시키는 요인이 된다(Flegg, 1994; Gauchard et al., 2003; Ko, 2010). 신체활동 부족은 개인 건강의 문제일 뿐만 아니라 사회경제적 문제이기도 하다. WHO에서 발행한 2022년 신체활동 세계 현황 보고서(Global status report on physical activity 2022)에 따르면 2020년에서 2030년 사이에 약 5억 명의 사람들이 신체활동 부족으로 인한 비전염성질환에 걸릴 것이며, 이로 인해 연간 270억 달러의 비용이 소요될 것이라고 보고한다(WHO, 2023).

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

적절한 수준의 규칙적인 신체활동은 암을 포함한 비전염성질환의 유병률을 낮추는 데에 효과적이며(Bull et al., 2020), 건강 및 체력 유지 뿐만 아니라 심폐기능 및 근기능을 개선하고(Powers et al., 2014), 만성질환의 유병률을 낮춘다(Kelley & Kelley, 2006). 뿐만 아니라 적절한 불안과 우울을 개선하는 등의 정신건강증진에도 도움이 되는 이점이 있다(Penedo & Dahn, 2005). 때문에 WHO는 2018-2030 신체활동에 관한 글로벌 실행 계획(Global Action Plan on Physical Activity, GAPP)을 수립하고, 신체활동 부족 수준을 감소하기 위한 노력을 기울이고 있다. 보건복지부와 한국건강증진개발원은 한국인을 위한 신체활동 지침서를 발간하고, 이를 통해 중강도 유산소 신체활동을 일주일에 150~300분 또는 고강도 유산소 신체활동을 일주일에 75~150분, 근력 운동을 일주일에 2일 이상하며 하루 동안 앉아있는 시간을 최소화할 것을 권고하고 있다(Ministry of Health and Welfare & Korea Health Promotion Institute, 2023).

중년의 체력과 건강한 생활습관은 향후 기대수명 및 건강한 노년기를 위해 중요하다. Li et al.(2020)의 연구는 전향적 코호트 연구로 신체활동, 체중관리, 식이조절 등 건강한 생활습관을 유지하는 집단이 그렇지 않은 집단보다 건강수명이 평균 9.1년 연장된 것을 확인하였다. Sung et al.(2022)은 체력 수준이 좋을수록 BMI와 체지방률, 허리둘레가 모두 낮게 나타나 체력수준과 비만 관리를 통한 건강관리가 밀접한 관련이 있다는 점을 시사한다. 뿐만 아니라 S. Lee et al.(2021)은 심폐체력 수준이 높으면 의료이용행태 및 의료비 관련 요인의 절감효과를 이끌어 낼 수 있으며, 특히 질병예방을 위한 건강체력 기준 적용이 필요함을 시사하였다. 하지만 질병관리청에서 발표한 2022년 국민건강영양조사 주요 결과발표에 따르면 신체활동 현황 관련 지표인 유산소 신체활동 실천율은 2014년부터 2021년까지 지속적으로 하락하였다(Korea Disease Control and Prevention Agency [KDCA], 2022). 2022년도에는 작년 대비 큰 폭으로 증가하였으나, 10년 전 수준과 비교하였을 때에는 5.2% 낮은 것으로 나타나며 신체활동 실천율의 회복이 지속적으로 필요한 것으로 나타났다(KDCA, 2022). 특히 중년의 연령대별 유산소 신체활동 실천율은 40대 49.8%, 50대 49.7%, 60대 40.5%로 신체활동을 통한 체력관리가 필요함에도 불구하고 연령대가 증가할수록 더 낮은 것을 확인할 수 있다(KDCA, 2022).

국내 중년을 대상으로 체력 관리를 위한 운동 중재 연구의 대다수는 다양한 운동 프로그램의 효과성을 검증하기 위한 준실험설계(Quasi-experimental design)로 중년 여성을 대상으로 한 연구였다. 중년 여성에게 운동 중재 프로그램은 근력, 심폐지구력과 같은 건강관련 체력(Yang et al., 2013) 뿐만 아니라 IGF-1, GH, DHEA-S와 같은 노화 관련 호르몬(Son et al., 2017), 체중, 체지방률, 혈당 조절을 위한 인슐린, 글루코스에 긍정적인 영향을 미쳤다(Kim et al., 2016). 중년 여성 600여 명을 대상으로 체력과 혈압과의 상관관계를 확인한 Kang et al.(2009)의 연구는 심폐체력과 안정 시 혈압 간의 역 상관관계를 확인하였고, 높은 수준의 심폐체력을 가진 그룹은 그렇지 않은 그룹보다 안정 시 혈압 증가 위험도가 낮은 것을 확인하였다. 중년 남성을 대상으로 한 연구 역시 운동이 건강관련 체력, 기능관련체력, 혈중지질에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다(Yoo, 2015).

지금까지의 연구들은 주로 개별적인 실험 연구에 기반을 두고 있어, 연구 결과를 일반화하는 데 있어서 외적 타당성이 부족하다. 이

러한 한계를 극복하기 위한 연구 방법으로 체계적 문헌고찰과 메타분석이 있다. 체계적 문헌고찰은 특정 연구 질문에 답하기 위하여 사전에 지정된 기준에 맞는 모든 경험적 증거를 수집하고 명확하고 체계적인 방법을 통해 분석하고 편향을 최소화하여 결론을 도출하거나 의사결정에 있어 더욱 신뢰할 수 있는 결과를 제공하는 연구 방법이다(Higgins et al., 2019). 메타분석은 수집된 문헌들의 개별적 결과를 통계적으로 합성하여 효과크기를 정량적으로 산출하고 결론을 도출하기 위한 체계적 문헌고찰의 일반적인 분석 방법이다(Borenstein et al., 2009). 이러한 연구방법은 개별 연구 결과에 대하여 객관적이고 통계적인 방법으로 통합하여 주관을 최소화하면서 종합적인 결과를 도출할 수 있다.

따라서 본 연구는 국내 중년 성인을 대상으로 한 운동 중재 프로그램의 효과성에 대하여 체계적 문헌고찰과 메타분석을 통해 개별적으로 수행된 연구 결과에 대하여 일반화 가능성을 높인 결론을 제시하고, 건강한 중년을 맞이할 수 있는 방법론적 접근을 구축하기 위한 근거 자료를 제공하는데 그 목적이 있다.

## 연구방법

### 연구설계

본 연구는 국내 중년 성인을 대상으로 운동 중재 프로그램의 효과성을 확인한 연구들을 통합하고 분석하기 위한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구이다. 체계적 문헌고찰 수행 과정 및 주요 내용은 체계적 문헌고찰(systematic reviews) 연구와 메타분석(meta-analysis) 연구의 보고지침인 PRISMA(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) statement에 근거하여 수행하였다(Page et al., 2021).

### 문헌 탐색 및 논문 선택 과정

#### 1. 문헌 검토 기준 및 배제 사유

본 연구의 목적을 충분히 반영할 수 있도록 PICO-SD 기준을 사용하였다. PICO-SD는 Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design의 앞글자를 조합한 단어로 체계적 문헌고찰에서 연구목적에 맞는 핵심질문을 구체적으로 작성하기 위해 활용하는 방법 중 하나이다(National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency [NECA], 2011). 본 연구의 연구 대상(Population)은 국내 중년 성인이다. 중재(Intervention)는 운동 프로그램으로 설정하였다. 비교군(Comparison)은 무처치 대조군(no treatment control group)으로, 운동 중재 프로그램을 별도로 시행하지 않은 대조군으로 설정하였다. 결과(Outcome)는 6가지 체력 지표로 설정하였다(Table 1).

본 연구는 2023년 9월 21일을 기준으로 국문 또는 영문으로 출판된 KCI 등재지에 공식적으로 출판된 문헌들에 한하여 연구목적에 맞추어 수집하였다. 문헌 배제 사유는 다음과 같다. 1) 연구 대상이 중년을 대상으로 한 연구가 아닌 경우, 2) 암, 면역성 질환, 감염병 등의 질환을 진단받은 사람을 대상으로 하는 연구, 3) 무작위 대조군 실험 연구 설계가 아닌 경우, 4) 엘리트 운동선수나 임신 중인 사람을 대상으로 한 연구, 5) 회색 문헌인 경우이다.

**Table 1.** PICO-SD

Category	Description
Population	Korean middle-aged adults
Intervention	Exercise programs
Comparison	No exercise intervention program
Outcome	Physical fitness indicators (Muscle strength, Muscular endurance, Cardiorespiratory endurance, Flexibility, Muscle power, Agility)
Study Design	Randomized controlled trials

**Table 2.** Search strategy

Category	Description
Population	Middle-age OR Adult
Intervention	Exercise OR Training OR Workout OR Program
Outcome	Physical fitness OR Muscle strength OR Endurance OR Flexibility OR Muscle power OR Agility

### 2. 문헌 검색 및 수집 과정

검색에 활용한 데이터베이스는 국내 데이터베이스인 DBpia, RISS, KISS로 총 3곳을 선정하였다. 검색어 선정을 위하여 PICO-SD 중 연구대상(Population), 중재(Intervention), 연구결과(Outcome)를 교집합으로 묶어서 검색하였다. 검색에 활용한 키워드는 선행연구에서 사용한 검색어를 중심으로 선정하였고, 검색에 사용한 검색어는 중년, 성인, 운동, 트레이닝, 훈련, 프로그램, 체력, 근력, 지구력, 유연성, 순발력, 민첩성이며 검색식을 활용하여 검색을 수행하였다(Table 2).

각 데이터 베이스에서 수집된 문헌은 확장자명이 ris인 파일로 반출하여 서지 관리 프로그램인 Zotero 6.0.3 버전을 통해 통합하였다. Zotero에 입력된 검색 문헌 결과의 신뢰도 확보를 위하여 연구자 3인이 독립적으로 각 데이터 베이스에서 동일한 검색 조건과 검색식을 통해 문헌을 반출한 뒤, 각 Zotero 파일에 통합한 문헌이 일치함을 확인하였다. 이후 하나의 통합된 문서에서 중복된 문헌을 제거하고 문헌 선택 및 데이터 추출을 진행하였다.

### 3. 문헌 선택

문헌 선택은 제목과 초록을 확인하여 1차 선택을 한 뒤, 1차로 선별한 문헌의 전문을 확인하는 2차 선택을 하였다. 이후 결과에 대한 비교를 통하여 최종적으로 문헌을 선택하였다. 문헌 선택에 있어 배제된 문헌은 배제사유를 기재하였으며, 배제 사유는 1) 대상 아님, 2) 부적절한 중재군, 3) 부적절한 중재결과지표, 4) 무작위 대조군 실험 연구 아님으로 설정하였다. 각 선택 단계는 2명의 연구자가 독립적으로 적격 여부를 판단한 뒤 결과를 비교하였다. 판단 결과에 있어 두 연구자 간 의견이 일치하지 않는 경우, 세 번째 연구자의 의견을 참고하여 적격 여부를 최종 판단하였다. 문헌 선택 결과의 신뢰도 확보를 위하여 문헌 선택 전, 수집된 문헌의 약 10%에 대하여 파일럿 테스트를 진행하였으며 테스트 결과 평가자 간 일치도는 0.9로 높은 수준인 것을 확인하였다.

### 4. 데이터 추출

데이터 추출은 선행연구 검토 후, Excel 프로그램을 이용하여 데이터 추출 시트를 만들어 추출하였다. 데이터 추출 시트는 연구 일반 정보, 대상 일반정보, 프로그램(운동 중재) 정보, 측정정보로 나누어 기입하였다. 연구 일반정보에는 문헌 제목, 대표 저자, 발행연도, 연구설계, 연구국가, 표집 및 통계 방법 등을 기입하였다. 대상 일반정보에는 연구참여자의 연령대, 그룹별 연령 평균 및 표준편차, 그룹별 인원수 및 성별 분포 등을 기입하였다. 프로그램(운동 중재) 정보에는 중재 방법(스포츠일 경우 종목), 비 처치군의 중재 내용, 프로그램 형태, 시간 횟수(주/회), 운동 강도, 운동 장소 등을 기입하였다. 운동 프로그램의 형태를 평가하기 위하여 교수, 박사급 연구원, 운동지도 경력 8년 이상의 지도자 등으로 구성된 전문가 집단이 중재 프로그램의 기술내용에 따라 프로그램 형태를 평가하였다. 측정정보에는 측정지표, 측정 도구와 측정 단위, 집단별 사전/사후 측정 결과에 대한 통계량, 평균, 표준편차, 유의수준 등을 기입하였다.

### 5. 비뚤림 위험 평가

수집된 문헌에 대한 비뚤림 위험 평가는 무작위 대조군 실험 연구를 위한 도구인 RoB 2(Version 2 of the Cochrane Risk-of-Bias tool for randomized trials)를 이용하여 평가하였다. 비뚤림 위험 평가 영역은 무작위 과정, 중재 배정과 준수, 결측치 발생, 결과 측정, 보고된 연구 결과 선택 등 총 5가지로 나누어진다. 각 영역을 평가할 수 있는 복수의 문항들은 연구 설계, 연구 실행, 연구 출판 등의 과정에서 나타날 수 있는 비뚤림 위험을 평가한다. 각 영역에 대한 평가는 제시된 알고리즘에 따라 '낮음', '일부 우려', '높음'으로 평가할 수 있고, 각 영역에 대한 결과를 바탕으로 최종적인 비뚤림 위험 평가 역시 '낮음', '일부 우려', '높음'으로 평가한다(NECA, 2020). 연구자 2인이 개별적으로 수집된 문헌에 대하여 비뚤림 위험 도구를 평가한 뒤, 일치하지 않는 의견에 대해서 논의 후 최종 평가하였다. 만약 평가자 간 논의에서 의견이 일치하지 않는 경우, 세 번째 연구자의 의견을 참고하여 최종 평가하였다. 평가된 비뚤림 위험은 Roviis(McGuinness & Higgins, 2021)를 활용하여 신호등 도표(Traffic Light plot)와 요약 도표(Summary plot)로 시각화하였다.

### 자료 분석 방법

본 연구에서는 선정된 문헌에 대해 체계적 문헌고찰을 실시하고 개별 연구들의 양적 합성을 위해 CMA(Comprehensive Meta Analysis) 3.0 프로그램으로 메타분석을 실시하였다. 효과크기(Effect Sizes)는 개별 연구간 비교와 전체 효과크기를 확인할 수 있도록 표준화된 평균차이(Standardized Mean Difference, SMD)를 Cochrane Reviews handbook(Higgins et al., 2023)을 참고하여 Hedges'g로 산출하였다. Hedges'g는 Cohen's d를 수정하여 표본수가 작은 경우 효과크기가 과대추정 되는 것을 보정한다. 분석 시에는 개별 연구에 제시된 실험군과 통제군의 사전/사후 평균과 표준편차, t값, F값, p값, 그룹별 인원 등을 사용하였다. 분석은 전체 효과크기와 각 체력항목별 효과크기를 확인하고자 하였다. 연구에 포함된 인원 전체를 대상으로 분석을 실시하고, 연구에 포함된 남성 인원이 소수였기에 이를 제외하고 여성 집단에 대한 결과를 추가로 확인하였다. 개별 연구에서 남녀 혼성으로 진행한 연구 중 성별을 분리하여 결과를 제시한 경우에는 가중평균을 계산하여 통합하였다. 사전-

사후 SMD를 산출하기 위한 상관계수는 Wolf(1986)의 공식을 사용하여 계산하였다. 계산이 불가능한 경우에는 Follmann et al.(1992)이 제안한대로 0.5를 적용하여 분석하고 추가적으로 상관계수를 달리하여 민감도분석을 실시해 결과 방향성이 달라지지 않았음을 확인하였다. 효과모형은(Effects models) 무작위효과모형(Random effects models)을 선택하였다. 무작위효과모형(Random effects models)의 기본가정과 개별 연구의 샘플링 프레임, 일반화를 고려하였을 때 무작위효과모형(Random effects models)을 적용하는 것이 적절하다고 판단하였기 때문이다(Borenstein, 2019; Hedges & Vevea, 1998).

연구의 결과를 통해 프로그램 실시에 따른 전체 체력의 변화를 확인하였다. 추가로 하위 분석을 실시하여 체력 지표별 효과크기를 확인하였다. 효과크기의 유의수준은 0.05로 설정하였다.

분석 대상 연구들의 동질성 여부는 Q검정과 I<sup>2</sup>통계량을 통해 확인하였다. Q검정은 Fleiss(1986)가 제안한대로 유의수준을 0.1로 설정하였고, I<sup>2</sup>의 값이 25% 미만인 경우 이질성이 '낮음', 50%를 기준으로 '중간', 75% 이상은 '높음'으로 판단하였다(Higgins et al., 2003).

출판편향(publication bias) 검증을 위해 funnel plot과 Egger's regression test 결과를 확인하였으며, Egger's regression test의 유의수준은 0.05로 설정하였다(Higgins et al., 2023). 단, 분석에 포함된 연구가 10건 미만일 경우에는 Egger's regression test를 시행하지 않았다(NECA, 2011). Egger's regression test의 결과를 통해 출판편향이 있는 것으로 확인될 경우 Trim and fill을 실시하였다.

## 연구결과

### 문헌 선택 결과

데이터베이스를 통하여 총 914건의 문헌을 수집하였고 중복으로 검색된 문헌 346건을 제거하여 총 568건의 문헌을 선별하였다. 선별된 문헌을 제목과 초록으로 검토하여 227건의 문헌을 1차 선택하

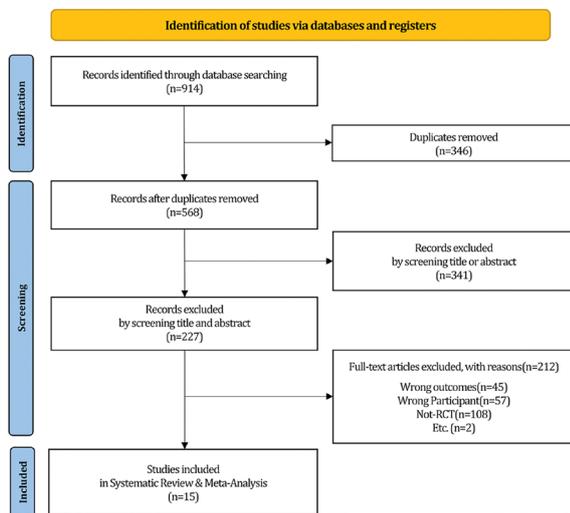


Fig. 1. PRISMA flowchart

였다. 이후 전문을 검토하는 2차 선택을 통해 선정 기준에 부합하지 않는 문헌 212건을 제외하였다. 이에 따라 최종 분석 대상으로 총 15개의 문헌이 선정되었으며, 문헌 선택을 위한 절차는 (Figure 1)과 같다.

### 체계적 문헌고찰 결과

#### 1. 문헌의 일반적 특성

선정된 문헌에 대한 일반적 특성은 (Table 3)과 같다. 선정된 문헌의 발행연도는 2008년 1건, 2009년 1건, 2013년 2건, 2017년 2건, 2019년 2건, 2020년 3건, 2021년 2건, 2022년 1건, 2023년 1건으로 나타났다. 선정된 문헌 모두 국내에 거주하는 40~60대 중년 성인을 대상으로 하는 무작위 대조군 실험 연구이며, 중증 질환이 없는 건강한 성인을 대상으로 하였다. 405명의 대상이 연구에 참여하였고, 각 연구에 참여한 참여자의 수는 16명에서 55명이었다(평균: 27명, 중앙값: 26명). 참여자의 성비는 정보를 제공하지 않은 연구(9)를 제외하고 살펴보았을 때, 여성이 325명, 남성이 56명으로 나타나 여성의 비율이 상대적으로 높은 것을 확인할 수 있었다.

#### 2. 전체 문헌에 대한 프로그램 탐색

선정된 문헌들에서 중재한 프로그램의 기간은 8주 혹은 12주로 나타났다. 운동 빈도는 총 24회에서 60회 사이 중재하였고 평균 32회, 중앙값은 24회로 나타났다. 주당 빈도는 2회에서 5회까지 다양하였고 평균 및 중앙값은 3회로 나타났다. 운동 시간은 최소 30분에서 최대 74분이었고 평균 55분, 중앙값은 60분으로 나타났다. 운동 형태는 유산소성 운동과 저항성 운동을 복합적으로 적용한 연구가 5건(33.3%)으로 가장 많았으며, 저항성 운동 4건(26.7%), 유산소성 운동 3건(20.0%), 저항성 및 유연성 운동 2건(13.35%), 복합성 및 유연성 운동 1건(6.7%) 순으로 나타났다.

운동 강도 설정을 위해서는 여유심박수(Heart Rate Reserve, HRR) 공식과 운동자각도(Rating of Perceived Exertion)를 주로 활용하였다. 여유심박수 공식을 활용한 운동 강도 설정은 최소 40%에서 최대 80%까지 설정하였고, 운동자각도는 최소 6에서 최대 14까지 설정하였다. 이외에도 최대산소섭취량, 최대심박수, 진동장비의 진동수 등을 통해 운동강도를 설정하였다.

운동 프로그램의 효과성을 평가하기 위한 체력 평가 지표는 근력 13건, 근지구력 12건, 유연성 12건, 심폐지구력 12건, 민첩성 4건, 순발력 6건으로 나타났다. 6가지 지표를 모두 본 문헌은 2건(8, 10)이고, 4가지 지표를 본 문헌이 7건(1, 6, 7, 9, 13, 14, 15)로 가장 많았다. 나머지 문헌은 5가지 지표를 본 2건(2, 12), 3가지 지표를 본 2건(5, 11), 1가지 지표를 본 2건(3, 4)으로 나타났다.

#### 3. 근력 증진을 위한 프로그램 탐색

근력을 측정하는 문헌은 총 13건(1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)으로 나타났다. 13건의 문헌 중 10건(1, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)의 문헌에서 실험군이 운동 중재를 받지 않는 통제군보다 유의하게 근력이 개선된 것으로 나타났다. 근력 개선을 보고한 문헌들의 운동 중재 프로그램은 평균 주 3회 10.0주간 54.5분씩 실시하였다. 근력을 평가하기 위한 측정도구는 악력, 배근력, 30초 일어서고 앉기 등으로 나타났다. 운동강도는 여유심박수의 40~85% 사이 혹은 운동자각도 6~14 사이, 최대심박수의 50~80% 사이 등

**Table 3.** Summary of included studies

Study no.	1st author (published year)	N (Exp: Con)	Gender	Age (M±SD)	Outcome(Measurement)	Intervention				
						FITT	Training type	Intensity setting		
1	Park et al. (2020)	41 (21:20)	F	53.1 ± 3.27	- Muscle strength(Push-up) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (Harvard step test)	- Flexibility (Sit and Reach)	Pilates based bodyweight exercises 60 min/session, 3 times/ week, Total 8 weeks	Resistance	HRR
2	Eem et al. (2017)	29 (14:15)	M	50.91 ± 5.74	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (YMCA Step Test) - Flexibility (Sit and Reach)	- Muscle power (Standing Long Jump Test)	Bodyweight circuit exercises 30 min/session, 3 times/ week, Total 8 weeks	Combined	HRR
3	Cho et al. (2023)	55 (26:29)	F(28), M(27)	48.84 ± 4.84	- Muscle strength (Grip strength)			Machine weight training 50 min/session, 3 times/ week, Total 8 weeks	Resistance	RPE
4	Lee&Choi (2013)	26 (13:13)	F	41.58 ± 4.06	- Cardiorespiratory endurance (Treadmill test)			Walking exercises 60 min/session, 3 times/ week, Total 12 weeks	Aerobic	VO <sub>2</sub> max
5	Lee&Kim (2021)	18 (9:9)	F	42.70 ± 3.32	- Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (20m Shuttle Run)	- Flexibility (Stand and Reach)	Pilates based bodyweight exercises 60 min/session, 3 times/ week, Total 12 weeks	Resistance	RPE
6	Kim&Kim (2022)	30 (15:15)	F	50.55 ± 5.23	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (Harvard step test)	- Flexibility (Sit and Reach)	Walking, Free gymnastics 60 min/session, 2 times/ week, Total 12 weeks	Combined, Flexibility	RPE, HRmax
7	Youn et al. (2017)	26 (13:13)	F	43.81 ± 5.43	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (Treadmill test)	- Flexibility (Sit and Reach)	Yoga based bodyweight exercises 50 min/session, 3 times/ week, Total 12 weeks	Resistance, Flexibility	RPE
8	Byeon et al. (2008)	30 (15:15)	F	39.10 ± 3.37	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance(12min Walk/Run Test) - Flexibility(Sit and Reach)	- Muscle power (Vertical jump) - Agility(4×10m Shuttle Run)	Bodyweight exercises including Taekwondo 60 min/session, 5 times/ week, Total 12 weeks	Combined	HRmax
9	Kim&Kim (2013)	24 (12:12)	F,M (unknown)	46.63 ± 6.05	- Muscle strength (30 second chair stand test)	- Cardiorespiratory endurance (Harvard step test)	- Flexibility (Sit and Reach) - Agility (Side-Step Test)	Bodyweight exercises including Qi-gong training 60 min/session, 3 times/ week, Total 12 weeks	Combined	HRR, RPE
10	Oh(2019)	16 (8:8)	F	51.00 ± 3.55	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (Harvard step test) - Flexibility (Sit and Reach)	- Muscle power (Vertical jump) - Agility (Side-Step Test)	Bodyweight exercises with vibration machines 40 min/session, 3 times/ week, Total 8 weeks	Resistance	Vibration frequency of the machine
11	Chae&Kim (2020)	28 (14:14)	F	48.71 ± 5.09	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Muscle power (Standing Long Jump Test)		Bodyweight exercises with ballet bars and bands 50 min/session, 2 times/ week, Total 12 weeks	Resistance, Flexibility	RPE

**Table 3.** Summary of included studies (Continue)

Study no.	1st author (published year)	N (Exp: Con)	Gender	Age (M±SD)	Outcome(Measurement)	Intervention			
						FITT	Training type	Intensity setting	
12	Han et al. (2009)	16 (9:7)	F	41.17 ± 1.95	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (1200m run test) - Flexibility(Sit and Reach) - Muscle power (Standing Long Jump Test)	Jumping rope, Walking 74 min/session, 4 times/ week, Total 8 weeks	Aerobic	HRmax
13	Moon&Lim (2019)	30 (15:15)	F	47.27 ± 4.42	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (20m Shuttle Run) - Flexibility (Sit and Reach)	Bodyweight exercises including Zumba Dance 50 min/session, 3 times/ week, Total 8 weeks	Aerobic	HRR
14	Ku et al. (2021)	20 (10:10)	F	50.20 ± 1.36	- Muscle strength (Back muscle strength)	- Flexibility (Sit and Reach) - Muscular endurance(Sit-up) - Muscle power (Vertical jump) - Agility (Side-Step Test)	Taekwondo self-defense based bodyweight exercises 60 min/session, 4 times/ week, Total 12 weeks	Combined	HRR
15	Choi&Yoon (2020)	16 (8:8)	F	48.95 ± 2.95	- Muscle strength (Grip strength) - Muscular endurance(Sit-up)	- Cardiorespiratory endurance (20m Shuttle Run) - Flexibility (Sit and Reach)	Bodyweight circuit exercises 50 min/session, 3 times/ week, Total 8 weeks	Combined	HRR

로 설정하였다. 1건(13)을 제외한 모든 문헌의 운동 중재 프로그램 형태는 저항 운동을 포함하였고, 구체적인 중재 프로그램은 필라테스, 웨이트트레이닝, 태권도, 진동운동, 발레바와 탄성밴드 운동, 줌바, 기체조, 맨몸 근력운동 등으로 나타났다.

#### 4. 근지구력 증진을 위한 프로그램 탐색

근지구력을 측정하는 문헌은 총 12건(1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15)으로 나타났다. 12건의 문헌 중 3건의 문헌(7, 12, 13)을 제외한 9건의 연구에서 실험군이 운동 중재를 받지 않는 통제군보다 유의하게 근지구력이 개선된 것으로 나타났다. 근지구력 개선을 보고한 문헌들의 운동 중재 프로그램은 평균 주 3회 10.2주간 52.2분씩 실시하였다. 운동강도는 여유심박수의 40-85% 사이 혹은 운동자각도 9-14 사이, 최대심박수의 40-80% 사이 등으로 설정하였다. 근지구력을 평가하기 위한 측정도구는 윗몸일으키기와 팔굽혀펴기 등으로 나타났다. 1건의 문헌(13)을 제외한 모든 문헌의 운동 중재 프로그램 형태는 저항성 운동을 포함하였고, 구체적으로 필라테스, 태권도, 줌바, 발레바와 탄성밴드 운동, 진동운동 등을 이용한 맨몸 운동 위주의 프로그램으로 나타났다.

#### 5. 심폐지구력 증진을 위한 프로그램 탐색

심폐지구력을 측정하는 문헌은 12건(1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15)으로 나타났다. 12건의 문헌 중 9건(1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 13, 15)의 연구에서 실험군이 운동 중재를 받지 않는 통제군보다 유의하게 심폐지구력이 개선된 것으로 나타났다. 심폐지구력 개선을 보고한 문헌들의 운동 중재 프로그램은 평균 주 3회 9.3주간 53.8분씩 실시하였다. 운동강도는 여유심박수의 40-85% 사이, 최대소섭취량의 40-65% 사이, 최대심박수의 50-80% 사이 등으로 설정하였다.

운동자각도로 운동강도를 설정한 모든 연구에서 효과가 없는 것으로 나타났다. 심폐지구력을 평가하기 위한 측정도구는 하버드 스텝 테스트, YMCA 스텝 테스트, 20m 왕복 달리기, 브루스 프로토콜을 통한 최대운동검사 등으로 나타났다. 2건의 문헌(1, 10)을 제외한 모든 문헌에서 유산소성 운동을 포함하였고, 구체적인 중재 프로그램은 서킷 트레이닝, 걷기, 태권도, 진동운동, 필라테스 등으로 나타났다.

#### 6. 유연성 증진을 위한 프로그램 탐색

유연성을 측정하는 문헌은 12건(1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15)으로 나타났다. 12건의 문헌 중 9건(1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15)의 문헌에서 실험군이 운동 중재를 받지 않는 통제군보다 유의하게 유연성이 개선된 것으로 나타났다. 유연성 개선을 보고한 문헌들의 운동 중재 프로그램은 평균 주 3회 9.8주간 52.8분씩 실시하였다. 운동강도는 여유심박수의 40-70% 사이, 운동자각도 6-14 사이, 최대심박수의 50-80% 사이 등으로 설정하였다. 모든 문헌에서 유연성을 평가하기 위한 측정도구로 앉아 윗몸 앞으로 굽히기를 사용한 것으로 나타났다. 1건의 문헌(13)을 제외한 모든 문헌에서 저항성 운동, 유산소성 운동, 혹은 두 가지를 모두 포함한 복합성 운동이었으며, 구체적인 중재 프로그램은 필라테스, 요가, 태권도, 기체조, 줌바, 진동 운동, 서킷 트레이닝 등으로 나타났다.

#### 7. 순발력 증진을 위한 프로그램 탐색

순발력을 측정하는 문헌은 6건(2, 8, 10, 11, 12, 14)으로 나타났다. 6건의 문헌 중 2건(2, 10)의 문헌에서 실험군이 운동 중재를 받지 않은 통제군보다 유의하게 순발력이 개선된 것으로 나타났다. 순발력 개선을 보고한 문헌들의 운동 중재 프로그램은 평균 주 4회 12주간 56.7분씩 실시하였다. 운동강도는 여유심박수의 40-70% 사이, 운

동자각도 13-14 사이, 최대심박수의 50-80% 사이로 설정하였다. 순발력을 평가하기 위한 측정도구는 제자리 멀리뛰기와 제자리 높이뛰기 등으로 나타났다. 3건의 문헌 모두 저항성 운동을 포함하였고, 구체적인 중재 프로그램은 태권도, 발레바와 탄성밴드 운동 등으로 나타났다.

8. 민첩성 증진을 위한 프로그램 탐색

민첩성을 측정하는 문헌은 4건(8, 9, 10, 14)으로 나타났다. 4건의 문헌 중 3건(9, 10, 14)의 문헌에서 실험군이 운동 중재를 받지 않는 통제군보다 유의하게 민첩성이 개선된 것으로 나타났다. 민첩성 개선을 보고한 문헌들의 운동 중재 프로그램은 평균 주 3회 10.7주간 53.3분씩 실시하였다. 운동강도는 여유심박수의 40-70% 사이 등으로 설정하였다. 민첩성을 평가하기 위한 측정도구는 사이드 스텝, 10m 왕복 달리기 등으로 나타났다. 모든 문헌에서 저항성 운동을 포함하였고, 구체적인 중재 프로그램은 기체조, 진동 운동, 태권도 등으로 나타났다.

메타분석 결과

1. 전체 연구결과에 대한 메타분석 결과

전체 논문들의 개별 연구결과에 대한 동질성 검정 결과  $Q$ 값은 16.865( $p>0.1$ ),  $I^2$ 값은 17.0%로 이질성이 없음을 확인하였다. 효과크기는 0.994( $p<0.001$ )로 나타났다(Figure 2). 여성 집단만을 추가 분석한 결과 효과크기는 1.103( $p<0.001$ )이었다. Cohen(1988)이 제시한 해석기준에 따라 운동 중재 프로그램은 체력에 큰 효과를 미치는 것으로 나타났다. 출판편향(publication bias)은 Funnel plot의 형태와 Egger's test 결과를 통해 판단하였다. Funnel plot은 비교적 대칭적이었으며, Egger의 회귀 분석 결과를 통해 출판편향이 없음을 확인하였다( $SE=1.483, p=0.059$ ).

2. 근력

근력의 효과크기를 확인한 논문은 13건으로, 낮은 정도의 이질성이 확인되었고( $Q=19.498, p<0.1, I^2=38.5%$ ), 효과크기는

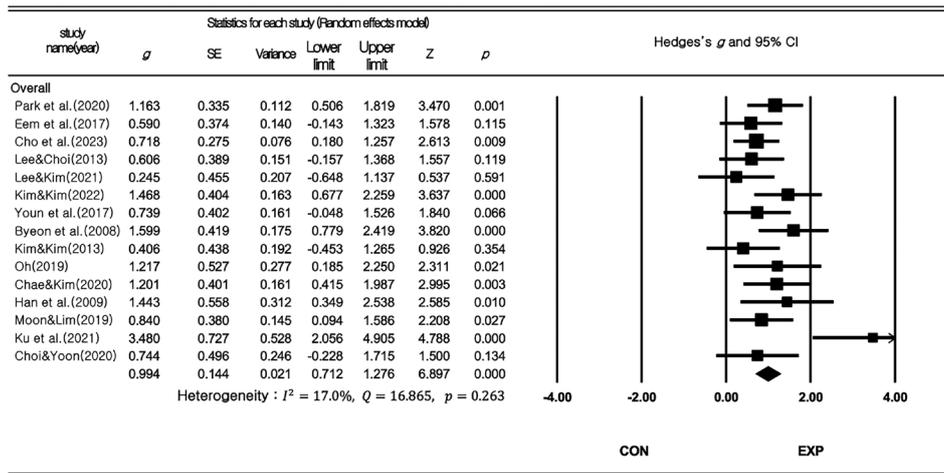


Fig. 2. Forrest plot (overall)

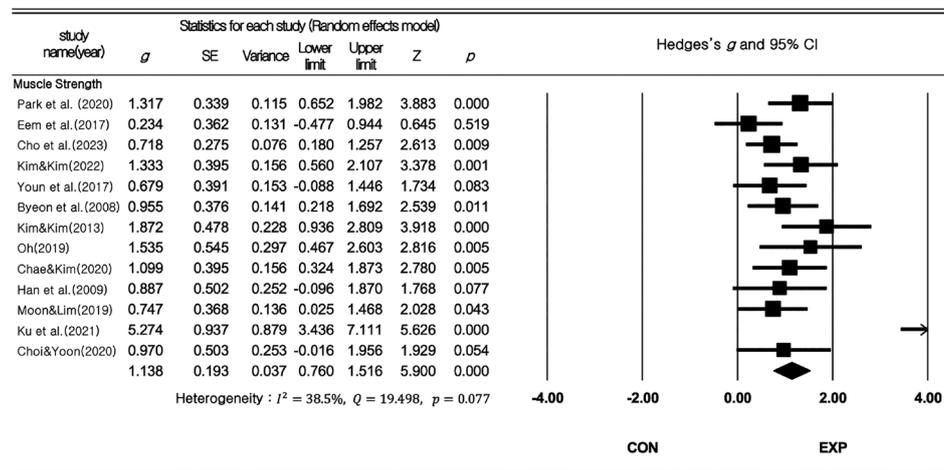


Fig. 3. Forrest plot (muscular strength)

1.138( $p < 0.001$ )로 나타났다(Figure 3). 여성 집단만을 추가분석한 결과 효과크기는 1.190( $p < 0.001$ )이었다. 출판편향은 Funnel plot에서 비대칭 형태를 확인하였으며, Egger의 회귀 분석 결과를 통해서도 확인할 수 있었다( $SE=1.351$ ,  $p < 0.05$ ). 이에 Trim and fill을 통해 조정할 경우 보정된 효과크기는 1.295(95% CI: 0.909-1.682)로 나타났다. 여성 집단을 포함할 경우 조정된 효과크기는 1.487(95% CI: 1.108-1.874)이었다.

3. 근지구력

근지구력의 효과크기를 확인한 논문은 12건으로, 이질성이 나타나지 않음을 확인하였고( $Q=13.274$ ,  $p > 0.1$ ,  $I^2=17.1\%$ ), 효과크기는 0.972( $p < 0.001$ )로 나타났다(Figure 4). 여성 집단을 추가분석한 결과 효과크기는 0.972( $p < 0.001$ )이었다. 출판편향은 Funnel plot에서 비교적 대칭적인 형태를 확인했으며, Egger의 회귀 분석 결과를 통해 출판편향이 없음을 확인하였다( $SE=2.001$ ,  $p > 0.05$ ).

4. 심폐지구력

심폐지구력의 효과크기를 확인한 논문은 12건으로, 이질성이 나

타나지 않음을 확인하였고( $Q=11.805$ ,  $p > 0.1$ ,  $I^2=6.8\%$ ), 효과크기는 1.092( $p < 0.001$ )로 나타났다(Figure 5). 여성 집단을 추가분석한 결과 효과크기는 1.372( $p < 0.001$ )이었다. 출판편향은 Funnel plot에서 비대칭 형태를 확인했으나, Egger의 회귀 검정으로는 비대칭에 대해 유의한 결과가 나타나지 않았다( $SE=4.778$ ,  $p > 0.05$ ).

5. 유연성

유연성의 효과크기를 확인한 논문은 12건으로, 이질성이 나타나지 않음을 확인하였고( $Q=11.136$ ,  $p > 0.1$ ,  $I^2=1.2\%$ ), 효과크기는 0.883( $p < 0.001$ )으로 나타났다(Figure 6). 여성 집단을 추가분석한 결과 효과크기는 0.921( $p < 0.001$ )이었다. 출판편향은 Funnel plot에서 비대칭 형태가 나타났지만, Egger의 회귀 검정으로는 비대칭에 대해 유의한 결과가 나타나지 않았다( $SE=2.885$ ,  $p > 0.05$ ).

6. 순발력

순발력의 효과크기를 확인한 논문은 6건으로, 이질성이 나타나지 않음을 확인하였고( $Q=5.715$ ,  $p > 0.1$ ,  $I^2=12.5\%$ ), 효과크기는 1.421( $p < 0.001$ )로 나타났다(Figure 7). 여성 집단을 추가분석한

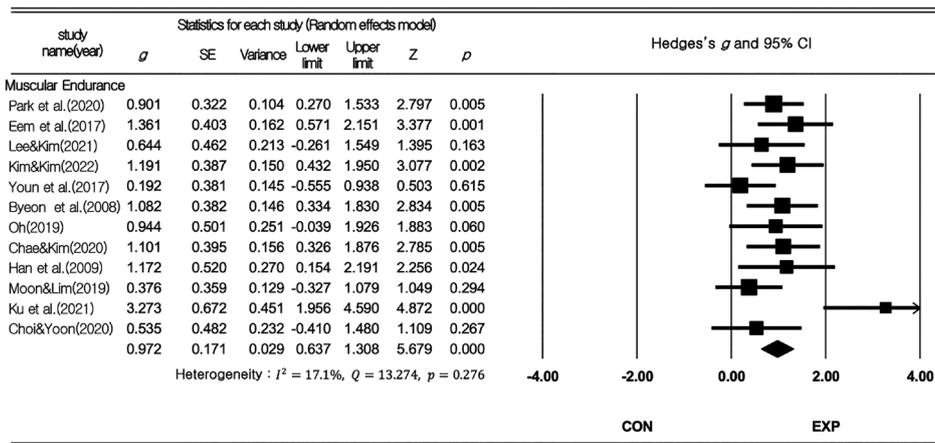


Fig. 4. Forrest plot (muscular endurance)

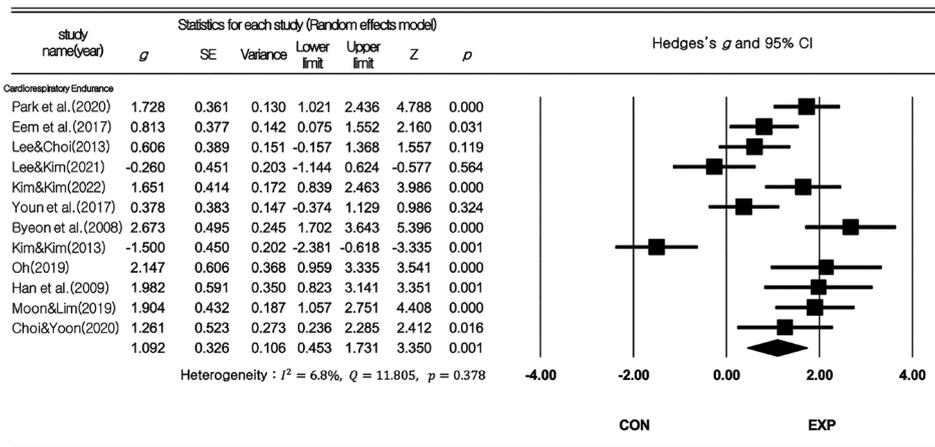


Fig. 5. Forrest plot (cardiorespiratory endurance)

결과 효과크기는 1.677( $p < 0.001$ )이었다. 출판편향은 Funnel plot에서 비대칭 형태를 확인하여 출판편향의 가능성이 있음을 확인했다.

7. 민첩성

민첩성의 효과크기를 확인한 논문은 4건으로, 이질성이 나타나지 않음을 확인하였고( $Q=4.083, p > 0.1, I^2=26.5\%$ ), 효과크기는

1.854( $p < 0.05$ )로 나타났다(Figure 8). 여성 집단만을 추가분석한 결과 효과크기는 2.458( $p < 0.05$ )이었다. 출판편향은 Funnel plot에서 비교적 대칭적으로 나타났다.

8. 지표별 효과크기에 대한 평가

모든 체력 지표에서 효과크기가 0.8 이상으로 나타나 운동(프로그램)

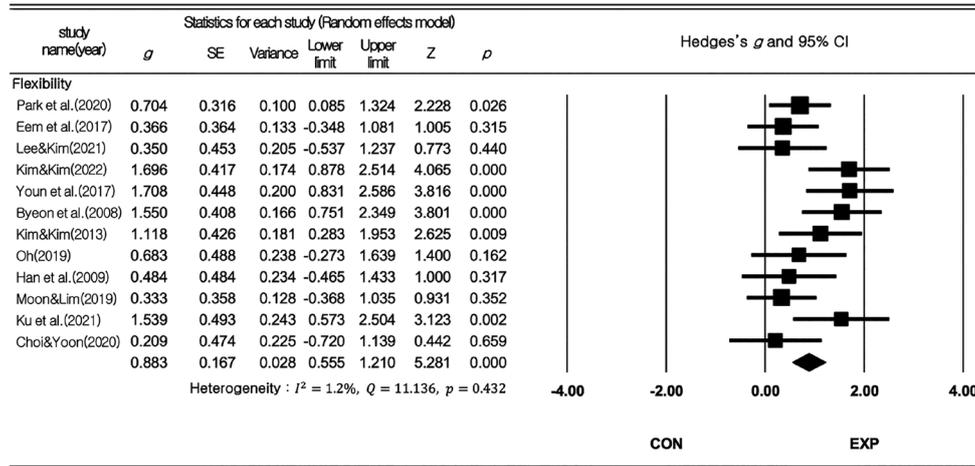


Fig. 6. Forrest plot (flexibility)

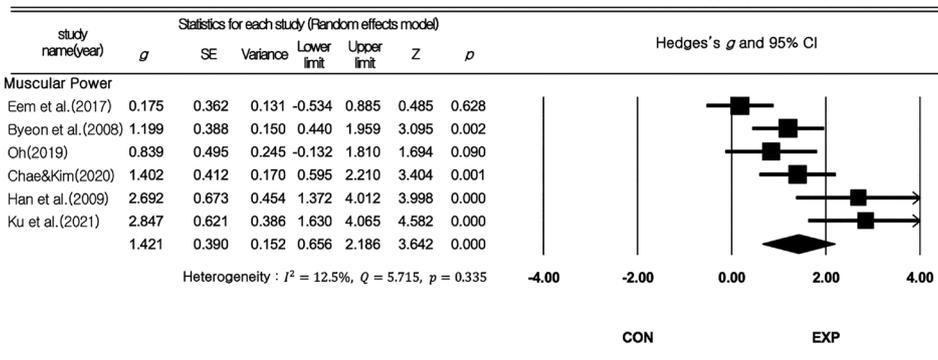


Fig. 7. Forrest plot (muscular power)

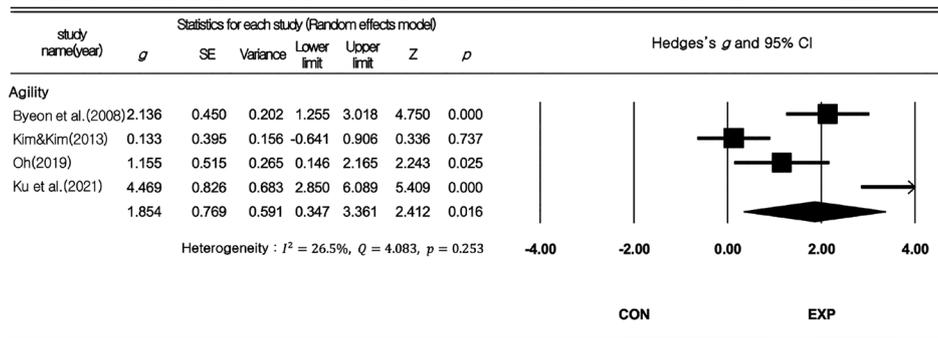


Fig. 8. Forrest plot (agility)



Fig. 9. Traffic chart

램)은 각 체력지표에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다. 민첩성, 순발력, 근력, 근지구력, 심폐지구력, 유연성 순으로 효과 크기가 큰 것으로 나타났다. 여성 집단만을 추가분석한 결과도 모든 체력 지표에서 효과크기가 0.8 이상으로 확인되었다.

비뚤림 위험 평가 결과

수집된 15건의 문헌에 대하여 RoB 2를 이용하여 개별 문헌에 대한 비뚤림 위험 평가를 실시하였다. 평가 결과, 5건의 문헌(6, 7, 8, 11, 14)에서 '일부 우려' 평가를 나타내었고, 10건의 문헌(1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 12, 13, 15)에서 '높음' 평가가 나타나며 낮은 수준의 비뚤림 위험을 보고하는 문헌이 나타나지 않았다. 자세한 비뚤림 위험 평가 결과는 신호등 도표와 요약 도표로 나타내었다(Figure 9, 10).

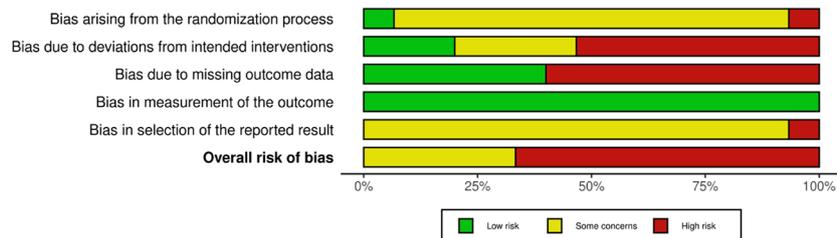


Fig. 10. Summary chart

첫 번째 평가 영역인 무작위 과정과 관련된 비뚤림 위험 평가 영역에서 낮은 수준의 비뚤림 위험 평가 1건, 높은 수준의 비뚤림 위험 평가 1건, 나머지 13건의 문헌에서 일부 우려 수준의 비뚤림 위험 평가를 받았다. 두 번째 평가 영역인 증재 및 배정 관련 비뚤림 위험 평가 영역에서는 낮은 수준의 비뚤림 위험 3건, 일부 우려 수준의 비뚤림 위험 4건, 높은 수준의 비뚤림 위험 8건으로 평가하였다. 세 번째 평가 영역인 결측치로 인한 비뚤림 위험 평가 영역은 6건의 문헌에서 낮은 비뚤림 위험, 나머지 9건의 문헌에서 높은 수준의 비뚤림 위험으로 평가하였다.

네 번째 평가 영역인 결과 측정 관련 비뚤림 위험 평가 영역에서는 모든 문헌에 대하여 낮은 수준의 비뚤림 위험으로 평가하였다. 마지막 평가 영역인 연구 결과 보고 관련 비뚤림 위험 평가 영역에서는 1건의 높은 수준의 위험 평가를 제외한 모든 문헌에서 일부 우려 수준으로 평가하였다.

논의

본 연구는 국내 중년 성인을 대상으로 운동중재프로그램이 체력에 미치는 영향에 관한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구이다. 생애주기 중 중년기는 청년기와 노인기를 잇는 징검다리 역할을 하는 시기로서, 노화로 인한 다양한 변화가 나타나는 시기이자 만성질환 또는 비감염성 질환의 이환율과 사망률이 증가하는 시기이기도 하다(H.-B. Lee et al., 2021). 이에 대하여 WHO는 신체활동을 통해 관련된 이환율 및 사망률, 그로 인한 사회적 손실을 조절할 수 있다고 보고한다(Santos et al., 2023).

또한 중년기의 다양한 체력 요인을 증진시키는 것은 일상생활에서 다양한 과제를 보다 수월하게 수행할 수 있도록 돕고 삶의 질을 증진시킬 수 있다(U.S. Department of Health and Human Services, 2018). 신체활동을 통한 건강증진을 위하여 WHO, CDC, ACSM 등 다양한 기관에서는 신체활동과 운동에 관련한 가이드라인을 제시하고 있으며, 그 중 ACSM에서만 운동 처방과 테스트에 관한 내용을 다루고 있다. 국내의 경우, 보건복지부와 한국건강증진개발원(Ministry of Health and Welfare & Korea Health Promotion Institute, 2023)에서 한국인을 위한 신체활동 지침서를 발행하며 신체활동 부족으로 인한 건강의 손실을 최소화하기 위한 노력을 하고 있다. 이와 더불어 본 연구는 국내 중년 성인의 체력을 증진시킬 수 있는 효과적인 운동 중재 프로그램을 위한 기초자료를 제공함으로써 국민 건강 증진에 이바지 할 수 있을 것이다.

본 연구에 포함된 문헌은 총 15편으로 모두 체계적 문헌 고찰과 메타분석에 활용하였다. 대부분의 문헌에서 운동 중재를 실시한 실험군

이 대조군에 비하여 체력수준이 개선된 것으로 나타나, 중재의 효과성을 확인하였다. 연구에 포함된 모든 운동 프로그램은 성인을 위한 일반적인 신체활동 권고안인 중강도 이상의 신체활동을 주당 150분 이상을 충족하였다. 그리고 운동프로그램의 구성, 운동량과 강도의 점진적인 과부하 적용 등은 ACSM(2022)의 운동처방원칙과 일치하였다.

근력을 결과 지표로 한 체계적 문헌 고찰 결과, 효과가 있었던 모든 문헌은 저항성 운동 형태의 동작을 반드시 포함하였다. 걷기 운동 프로그램은 근력 개선에 있어 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 못하였는데, 걷기 운동 중재가 중년 성인의 근력(악력)을 증가시키지 못했다고 보고하는 선행연구는 본 연구 결과를 지지한다(Hong & Jeon, 2006; Shin & Kim, 2016). 하지만 일부 연구에서는 걷기 운동 후 근력의 개선을 보고하는데, 근력의 평가 방법을 악력이 아닌 배근력(Won et al., 2009), 30초 덤벨 들기(Choi et al., 2016)로 평가하였다. 이와 같이 근력 개선에 상반된 결과를 종합하였을 때, 걷기 운동 중재 이후 근력의 평가는 악력이 아닌 다른 측정 도구의 사용을 고려해볼 필요가 있다. 요가를 통한 운동중재 역시 근력 개선에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 요가는 형태에 따라 강도가 다양하고, 자세와 유형에 따라 운동 형태가 유산소성 운동이 될 수도 있다(U.S. Department of Health and Human Services, 2018). 따라서 요가를 통하여 근력 증진을 이루기 위해서는 목적에 맞는 요가 동작들로 구성된 중재 프로그램이 필요할 것으로 사료된다. 남성이 연구참여자로 참여한 문헌은 총 3건(2, 3, 9)으로 나타났다. 이중 Eem et al.(2017)의 연구는 유일하게 남성만을 대상으로 한 연구로 근력 개선에 효과를 보이지 못하였다. 이에 대하여 단기간(8주) 중재, 높은 수준의 초기 악력 수준, 맨몸운동으로 구성된 프로그램 등을 원인으로 추측한다. Cho et al.(2023)과 Kim & Kim(2013)의 연구는 남성을 포함한 혼성 집단에게 근력 개선의 효과성을 확인하였다. Cho et al.(2023)의 연구는 웨이트 머신을 이용한 저항성 운동을 중재하였는데 중량을 쥐고 드는 동작이 참여자의 악력을 개선시킨 것으로 판단된다. 근지구력을 결과 지표로 한 체계적 문헌 고찰 결과 역시 유산소성 운동 혹은 유연성 운동을 기반으로 한 운동 프로그램에서 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 따라서 근지구력 증진을 위한 운동 프로그램 설정도 운동 프로그램의 형태를 고려해야 하는 것을 알 수 있다.

심폐지구력을 결과 지표로 한 체계적 문헌 고찰 결과에서는 여유 심박수, 최대 심박수, 최대 산소 섭취량 등 개인의 유산소 체력을 평가하여 운동 강도를 설정한 연구에서 모두 심폐지구력 증진에 효과를 보였지만, 운동자각도로 운동 강도를 설정한 문헌에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 운동자각도는 신체적 피로 정도를 표현하기 위해 개발되어 운동강도에 따른 심박수 증가와 높은 수준의 상관을 보고하고 있다(Borg, 1982). 하지만 운동자각도는 개인의 건강상태, 운동 이력, 인구통계학적 정보, 측정 환경 등 다양한 변인으로부터 영향을 받을 수 있다(ACSM, 2022). 때문에 국내 중년 성인의 심폐지구력 증진을 위한 운동 프로그램의 강도 설정 시에는 운동 수준을 나타내는 생리학적 지표를 근거로 설정하는 것이 효과적일 것이다.

ACSM(2022)은 유연성 운동의 효과를 위하여 되도록 매일 다양한 형태의 스트레칭 운동을 약간 불편한 감이 들 정도로 수행할 것을 권고한다. 하지만 스트레칭과 근력 운동이 관절가동범위에 미치는 효과에 대한 메타분석 결과, 두 운동 간의 관절가동범위에 대한 효과성에는 통계적 차이가 존재하지 않았다고 보고하며, 근력운동이 스트레칭만큼 유연성에 효과가 있었던 이유로 편심성 수축의 활용, 통

증 민감도 감소 등을 통하여 설명하고 있다(Afonso et al., 2021). 본 연구의 결과 역시 중년의 유연성에 효과가 있었던 운동 프로그램을 확인해보았을 때, ACSM의 권고를 준수하지 않았으며, 근력운동을 포함한 다양한 형태의 프로그램이 활용되었음을 확인할 수 있었다. 때문에 중년 성인의 유연성 증진을 위한 운동 프로그램을 구상할 때, 스트레칭뿐만 아니라 편심성 수축을 유발할 수 있는 다양한 형태의 근력 운동 동작을 병행하는 것이 근력과 유연성 모두 증가시킬 수 있는 효율적인 방법일 것이다.

순발력은 연령의 증가와 함께 가장 빠르게 감소하는 체력이며, 불충분한 순발력은 낙상에 큰 위험요인이지만 나이가 든 사람 역시 빠른 속도의 근수축 또는 반복을 통해 순발력을 적절하게 발달시킬 수 있다고 보고한다(Davis et al., 2004). 체계적 문헌 고찰을 통하여 순발력 증진 효과 유무에 따른 프로그램 세부 내용을 확인해본 결과, 점프와 같이 빠른 속도로 동작을 수행해야 하는 동작이 각 운동 프로그램에 포함되었을 때, 순발력 증진에 도움이 된 것으로 확인되었으며 모든 프로그램은 맨몸을 활용한 동작으로 이루어졌다. 이는 외부 중량의 도움 없이도 빠르게 큰 힘을 내는 동작은 중년 성인의 순발력 증진을 도모할 수 있음을 시사한다.

민첩성 역시 중년 이후 운동기능저하 증후군을 예측하는데 중요한 지표이다. 운동기능저하 증후군은 2007년 일본 정형외과 학회에서 제안한 개념으로 근골격계 질환으로 인해 간호가 필요한 고위험군의 상태로 정의한다(Nakamura, 2008). 이와 관련한 추적 조사 결과, 20대의 높은 민첩성 능력은 노년기의 운동기능저하 증후군 위험을 낮춘 것으로 나타났다(Shen et al., 2021). 하지만 본 연구에서 민첩성을 결과지표로 다룬 연구는 4건으로 다른 체력 요인에 비해 상대적으로 부족하여 민첩성 증진을 위한 제언을 하기에 다소 제한적이다. 추후 중년의 민첩성에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

운동체력요인인 민첩성과 순발력의 경우, 메타분석 결과에서 건강체력요인보다 상대적으로 큰 효과크기가 나타났다는 특징이 있지만 이는 분석에 활용한 개별 연구 중 일부가 큰 평균 차이를 갖는 점, 결합된 표준편차가 작은 점, 전체 효과 크기 추정에 있어 활용된 문헌의 수가 적은 점 등이 큰 효과크기에 영향을 미친 것으로 판단된다. 운동 중재가 건강체력과 운동체력에 미치는 영향을 확인한 연구들은 두 체력 요인의 효과 크기에 대한 차이가 일관되지 않는 것을 확인하였다(Lee et al., 2024; Zhou et al., 2023). 뿐만 아니라 민첩성과 순발력의 효과크기에 대한 신뢰구간이 넓게 나타났기 때문에 해당 결과에 대한 해석에 주의가 필요하다.

연구의 제한점으로는 개별 연구에서 분석 결과 보고 시  $F$ 값,  $p$ 값 등 일부 통계량의 보고를 생략하여 각 연구의 정확한 상관관계 추정에 제한점이 존재하였다. 이러한 제한점을 극복하기 위하여 본 연구는 선행연구를 참고하여 상관계수를 범위로 설정한 민감도 분석을 통해 추정된 효과크기의 방향성의 변화를 확인하였다. 추후 개별 연구는 근거의 합성을 위하여 보다 구체적인 연구 결과 보고가 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 성별에 상관없이 국내 중년 성인의 체력 증진에 대한 운동 프로그램의 효과성을 탐색하고자 체계적 문헌고찰 프로세스에 따라 문헌을 수집하였고, 그 결과 활용된 문헌에서 연구 참여자의 대부분이 여성인 것으로 나타났다. 문헌들은 대부분 공통적으로 중년기 여성의 경우 폐경, 호르몬 분비, 신체구성 등의 생리적 변화가 뚜렷하고 이러한 변화들이 각종 질환과 관련이 높음을 이유로 연구 대상으로 선정된 것으로 기술되어 있었다. 이는 본 연구의 결과 해석에

주의가 요구되는 바이나 다른 연구들을 통해 보다 타당한 추론을 할 수 있을 것이다. 성비가 비슷하게 구성된 메타분석 연구에서는 복합성 운동이 중년 혹은 노년의 근력과 심폐지구력에 미치는 효과에 대해 여성이 남성보다 큰 효과크기를 가졌지만 통계적으로 유의한 차이가 아님을 확인하였다(Markov et al., 2023). 또다른 메타분석 연구는 중년 혹은 중년과 노인기 성인의 근력운동에 대한 적응 효과를 확인하였는데, 메타분석에 활용한 성비는 본 연구 결과와 같이 여성이 남성보다 많았으며, 여성과 남성의 상지 상대 근력 변화량에는 차이가 없음을 확인하였다(Jones et al., 2020). 추가적으로 노인의 순발력에 있어 저항성 트레이닝의 효과에 대해 확인한 Straight et al.(2016)의 메타 회귀 분석은 그 효과를 추정하는데 있어 성별이 유의미한 변수가 아니었으며, 성별과 상관없이 저항성 트레이닝이 순발력을 향상시키는데 효과적이라고 보고한다. 후속 연구에서 중년 혼성 혹은 남성을 대상으로 한 무작위 대조군 중재 실험 연구들이 추가된다면, 향후 이루어질 메타 분석 연구에서 보다 의미있고, 분명한 연구결과를 도출할 수 있을 것이다.

문헌의 비틀림 위험 수준은 일부 우려 및 높은 수준으로 나타났다. 비틀림 위험 평가 중 은폐와 눈가림과 관련된 부분은 운동 중재 실험 연구가 공통적으로 갖고 있는 제한점이다. 운동 중재와 관련된 다른 메타분석의 연구 역시 그룹 배정에 대한 은폐, 참여자 혹은 지도자의 눈가림 등에서 일관되게 비틀림 위험을 보고하였다(Adams et al., 2023; Markov et al., 2023). 그렇지만 비틀림 위험 평가 항목 중 무작위 할당 혹은 지표 별 중재 결과에 대한 구체적인 보고는 연구자 수준에서 개선할 수 있는 부분이기 때문에, 후속 연구는 본 연구의 비틀림 위험 평가를 참고하여 운동 중재 실험연구에서 나타날 수 있는 비틀림 위험을 점검하고, 무작위 배정과 관련된 방법에 대한 상세한 기술, 배정, 중재, 측정에 대한 참여자 수와 결측치 표기, 눈가림 시행 여부와 관련된 기술 등이 보완되어야 할 것이다.

## 결론 및 제언

본 연구는 중년 성인에게 시행하는 운동 프로그램이 체력에 미치는 영향에 대해 분석하여 중년 성인의 체력 증진을 위한 운동 프로그램 설정에 대한 근거를 제공하는데 목적이 있다. 분석 결과, 운동 프로그램 중재는 운동을 실시하지 않는 집단과 비교하였을 때 체력 증진에 유의한 효과가 있는 것으로 확인되었으며 체력요인 별 분석에서도 모두 유의한 효과가 있는 것으로 확인되었다.

근력의 개선을 보고한 연구들은 평균 주 3회 10주간 54.5분의 세션을 진행하였고 저항성 운동을 포함한 다양한 종류의 운동을 운동자각도 6-14 혹은 최대심박수의 50-80% 강도로 프로그램을 구성하였다. 근지구력의 개선을 보고한 연구들은 평균 주 3회 10.2주간 52.2분의 세션을 진행하였고 저항성 운동을 포함한 다양한 종류의 운동을 운동자각도 9-14, 최대심박수의 40-80% 강도로 프로그램을 구성하였다. 심폐지구력의 개선을 보고한 연구들은 평균 주 3회 9.3주간 53.8분의 세션을 진행하였고, 유산소성 운동을 포함한 다양한 종류의 운동을 진행하였다. 단, 운동강도 설정에 있어 심박수나 산소섭취량과 같은 생리학적 지표의 사용을 권고하며, 여유심박수의 40-85%, 최대산소섭취량의 40-65% 강도로 프로그램을 구성하였다. 유연성의 개선을 보고한 연구들은 전통적인 스트레칭 방법에 국한되지 않고 다양한 종류의 운동을 통해 중재하였으며, 평균 주

3회 9.8주간 52.8분의 세션을 진행하였다. 운동강도는 운동자각도 6-14, 최대심박수의 50-80% 등으로 설정하였다. 순발력의 개선을 보고한 연구들은 평균 주 4회 12주간 56.7분의 세션을 진행하였고, 맨몸운동 위주의 빠르고 큰 힘을 내는 동작 위주의 운동 프로그램을 진행하였다. 운동강도는 여유심박수의 40-70%, 운동자각도 13-14 등의 강도로 프로그램을 구성하였다. 민첩성의 개선을 보고한 연구들은 평균 주 3회 10.7주간 53.3분의 세션을 진행하였고, 운동 강도는 여유심박수의 40-70% 등으로 강도를 설정하였다. 순발력과 민첩성의 결과는 개선을 보고한 연구의 수가 상대적으로 적으며, 출판편향의 위험의 가능성이 존재하기 때문에 해석에 주의가 필요하다.

여성 집단만을 대상으로 추가적인 분석을 실시한 결과, 효과크기는 전체 집단(남성 및 여성) 효과크기 대비 대체적으로 소폭 증가하는 경향을 나타냈으며, 체력을 구성하고 있는 하위요인들 간의 효과크기 순서는 변하지 않는 것으로 나타났다. 본 연구는 이러한 현상에 대하여 선행연구를 활용하여 간접적으로 그 현상에 대해 설명하였지만 후속 연구에서 중년 남성 혹은 혼성 집단으로 이루어진 무작위 대조군 실험 연구가 진행된다면 보다 직접적이고 분명한 연구 결과를 도출할 수 있을 것이다.

분석에 활용된 논문의 비틀림 위험 수준은 위험하거나 일부 우려 수준으로 나타났는데, 이는 운동 중재 실험 연구가 갖는 눈가림과 은폐의 제한을 비롯하여 연구 보고서 작성시 구체적인 보고의 누락 등으로 인하여 나타난 것으로 확인되었다. 향후 연구는 비틀림 위험을 최소화하기 위하여 실험 연구의 엄격한 통제, 구체적인 연구 결과 보고 등을 고려할 필요가 있다. 뿐만 아니라 이후 메타분석에는 남성이 추가된 연구가 진행될 필요가 있다.

본 연구 결과는 중년의 체력증진을 위한 운동 프로그램의 필요성을 과학적 근거를 통하여 다시 한번 강조하였으며, 효과적인 운동 프로그램 설정을 위한 기초자료를 제공하였다. 이를 통하여 중년 성인의 건강과 체력 증진을 위한 효과적인 중재 프로그램 개발의 발판이 되기를 기대한다.

## CONFLICT OF INTEREST

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

## AUTHOR CONTRIBUTION

Conceptualization: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Eung-joon Kim, Data curation: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Funding acquisition: Eung-joon Kim, Formal analysis: Hyeon-jeong Lim, Methodology: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Eung-joon Kim, Project administration: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Eung-joon Kim, Visualization: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Writing-original draft: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Hwa-yeon Jo, Writing-review & editing: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Hwa-yeon Jo, Eung-joon Kim, Investigation: Hyeon-jeong Lim, Jae-young Song, Resources: Eung-joon Kim, Software: Hyeon-jeong Lim, Supervision: Eung-joon Kim, Validation: Hwa-yeon Jo, Eung-joon Kim

## 참고문헌

- Adams, M., Gordt-Oesterwind, K., Bongartz, M., Zimmermann, S., Seide, S., Braun, V., & Schwenk, M. (2023). Effects of physical activity interventions on strength, balance and falls in middle-aged adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine – Open*, 9, 61.
- Afonso, J., Ramirez-Campillo, R., Moscão, J., Rocha, T., Zacca, R., Martins, A., ... & Clemente, F. M. (2021). Strength training versus stretching for improving range of motion: A systematic review and meta-analysis. *Healthcare*, 9(4), 427.
- American College of Sports Medicine. (2022). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed). Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Chichester, UK: Wiley.
- Borenstein, M. (2019). *Common mistakes in meta-analysis and how to avoid them*. Englewood, NJ: Biostat.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462.
- Byeon, J.-K., Kwon, Y.-A., & Park, S.-H. (2008). Effects of 12week taekwondo program on physical fitness, body composition and physical self-efficacy in middle-aged women. *Korean Journal of Sport Science*, 19(2), 12-20.
- Chae, J.-W., & Kim, H.-J. (2020). Effects of ballet bar and elastic band exercise on body composition, physical fitness and postural correction in middle-aged women. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 8(2), 109-119.
- Cho, E.-H., Lee, J.-B., & Lee, H.-Y. (2023). Effects of 8 weeks of home-based(built-in exercise equipment) resistance training on body composition and muscle function in middle-aged adults. *The Korean Journal of Physical Education*, 62(3), 103-116.
- Choi, B.-G., & Yoon, H.-K. (2020). The effects of a video circuit exercise on body compositions and health-related fitness in obese middle-aged women. *Korean Journal of Sports Science*, 29(5), 1343-1350.
- Choi, J.-H., Kim, H.-J., Shin, C.-S., Yeon, P.-S., Lee, J.-S. (2016). The effect of 12-week forest walking on functional fitness, self-efficacy, and stress in the middle-aged women. *The Journal of Korean Institute of Forest Recreation*, 20(3), 27-38.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Davis, J. C., Donaldson, M. G., Ashe, M. C., & Khan, K. M. (2004). The role of balance and agility training in fall reduction: A comprehensive review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 40(3), 211-221.
- Eem, E.-C., Cho, H.-S., & Lee, M.-G. (2017). Effects of 8 weeks of circuit exercise training on body composition, physical fitness, stress index, and atherogenic index in bus drivers. *The Korean Journal of Physical Education*, 56(2), 553-564.
- Flegg, J. L. (1994). The effect of normative aging on the cardiovascular system. *The American Journal of Geriatric Cardiology*, 3(6), 25-31.
- Fleiss, J. L. (1986). Analysis of data from multiclinic trials. *Controlled Clinical Trials*, 7(4), 267-275.
- Follmann, D., Elliott, P., Suh, I., & Cutler, J. (1992). Variance imputation for overviews of clinical trials with continuous response. *Journal of Clinical Epidemiology*, 45(7), 769-773.
- Gauchard, G. C., Gangloff, P., Jeandel, C., & Perrin, P. P. (2003). Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neuroscience Research*, 45(4), 409-417.
- Han, J.-Y., Lee, M.-G., & Sung, S.-C. (2009). Effects of combined training of rope skipping and walking on body composition, physical fitness, blood lipids, and insulin resistance in middle-aged women. *Korean Journal of Sport Science*, 20(2), 199-211.
- Hedges, L. V., & Vevea, J. L. (1998). Fixed-and random-effects models in meta-analysis. *Psychological Methods*, 3(4), 486-504.
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (2019). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (2nd ed.). Hoboken, NJ: Wiley Blackwell.
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 327(7414), 557-560.
- Higgins, J., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M., & Welch, V. (2023). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions - Version 6.4. Cochrane Training*. Retrieved from <https://training.cochrane.org/handbook/archive/v6.4>
- Hong, Y.-S., & Jeon, M.-J. (2006). Effect of 12week walking training on physical fitness and blood pressure in middle aged women. *Journal of Coaching Development*, 8(4), 341-349.
- Jones, M. D., Wewege, M. A., Hackett, D. A., Keogh, J. W. L., & Hagstrom, A. D. (2021). Sex differences in adaptations in muscle strength and size following resistance training in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(3), 503-517.
- Kang, H.-S., Cho, J.-K., & Yoon, S.-H. (2009). Low cardiorespiratory fitness is an independent predictor of elevated resting blood pressures in middle-aged Korean women. *Exercise Science*, 18(1), 83-90.
- Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2006). Effects of aerobic exercise on C-reactive protein, body composition, and maximum oxygen consumption in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Metabolism*, 55(11), 1500-1507.
- Kim, E.-J., & Kim, J.-S. (2013). Impacts of Qi-Gong on the functional physical fitness and metabolic syndrome indexes of

- middle-aged men and women. *Journal of the Korean society for Wellness*, 8(2), 155-167.
- Kim, J.-H., Choi, J.-I., & Cho, W.-J. (2016).** The change of inflammatory factors and insulin resistance in different cardiorespiratory fitness levels on middle aged women by moderate aerobic exercise. *The Korea Journal of Sports Science*, 25(1), 1315-1327.
- Kim, T.-M., & Kim, J.-H. (2022).** Effects of 12 weeks balance walking PT exercise on physical and mental health in middle-aged women. *Asian Journal of Physical Education and Sport Science*, 10(4), 61-81.
- Ko, K.-J. (2010).** The effects of walking exercise program on aging-related hormones in elderly men. *Korean Journal of Health Education and Promotion*, 27(4), 73-81.
- Korea Disease Control and Prevention Agency. (2022).** *Korea health statistics 2021: Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES VIII-3)*.
- Ku, B.-J., Park, K.-J., Shin, K.-O., & Ko, K.-E. (2021).** The effect of Taekwondo self-defense training on brain-derived neurotrophic factor and myokine cathepsin b in middle-aged women. *Taekwondo Journal of Kukkiwon*, 12(2), 49-59.
- Lee, H.-B., Kim, T.-S., & Lim, K.-M. (2021).** Correlation between BMI, physical activity and indicators of metabolic syndrome in middle-aged adult. *Journal of Korea Society for Wellness*, 16(3), 387-394.
- Lee, J.-W., & Kim, D.-Y. (2021).** The influences of pilate program with mat for 12 weeks on physical performance and muscular function in middle-aged females. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 22(11), 41-49.
- Lee, M.-J., Ro, H.-J., Choi, J.-K., & Kim, S.-Y. (2024).** Effects of walking exercise on cognitive and physical functions: Meta-analysis of older adults. *Forest Science and Technology*, 20(2), 201-212.
- Lee, S.-H., Lee, H.-J., Oh, I.-H., Cheong, H.-K., Lee, M.-H., & Park, S.-J. (2021).** Association between cardiorespiratory fitness and healthcare costs in adults using the criterion referenced fitness thresholds: The Korea Institute of Sport Science Fitness Standards Study. *Exercise Science*, 30(4), 501-509.
- Lee, E.-S., & Choi, K.-S. (2013).** Effects of a 12 week-walking program on cardiorespiratory fitness, serum lipids, vaspin, and obesity-related markers in middle-aged women. *Journal of The Korean Data Analysis Society*, 15(2), 919-935.
- Li, Y., Schoufour, J., Wang, D. D., Dhana, K., Pan, A., Liu, X., ... & Hu, F. B. (2020).** Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: Prospective cohort study. *BMJ*, 368, 16669.
- Markov, A., Hauser, L., & Chaabene, H. (2023).** Effects of concurrent strength and endurance training on measures of physical fitness in healthy middle-aged and older adults: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(2), 437-455.
- McGuinness, L. A., & Higgins, J. P. T. (2021).** Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Research Synthesis Methods*, 12(1), 55-61.
- Ministry of Health and Welfare, & Korea Health Promotion Institute. (2023).** *Physical activity guidelines for Koreans revised edition*.
- Moon, H.-H., Lim, Y.-R. (2019).** The effects of Zumba dance program on health fitness and blood composition of obese middle-aged women. *The Korean Journal of Sport*, 17(1), 445-452.
- Nakamura, K. (2008).** A “super-aged” society and the “locomotive syndrome”. *Journal of Orthopaedic Science*, 13(1), 1-2.
- National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency. (2011).** *NECA’s guidance for undertaking systematic reviews and meta-analyses for intervention*.
- National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency. (2020).** *Health technology assessment methodology: Systematic review*.
- Oh, S.-L. (2019).** Effect of high supervision ratio during whole body vibration exercise on body composition, physical fitness and blood lipids in middle-aged overweight women. *Korean Journal of Sports Science*, 28(2), 945-954.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021).** The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
- Park, S.-Y., Sung, S.-Y., Kim, H.-J., & Cha, Y.-J. (2020).** The effects of 8 weeks of pilates core exercise on body composition and physical fitness in a middle-aged women. *Korean Journal of Sports Science*, 29(5), 1313-1323.
- Penedo, F. J., & Dahn, J. R. (2005).** Exercise and well-being: A review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Current Opinion in Psychiatry*, 18(2), 189-193.
- Powers, S. K., Dodd, S. L., & Jackson, E. M. (2014).** *Total fitness & wellness* (6th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Santos, A. C., Willumsen, J., Meheus, F., Ilbawi, A., & Bull, F. C. (2023).** The cost of inaction on physical inactivity to public health-care systems: A population-attributable fraction analysis. *The Lancet Global Health*, 11(1), E32-E39.
- Shen, S., Suzuki, K., Kohmura, Y., Fuku, N., Someya, Y., & Naito, H. (2021).** Association of physical fitness and motor ability at young age with locomotive syndrome risk in middle-aged and older men: J-Fit+ Study. *BMC Geriatrics*, 21, 89.
- Shin, J.-H., & Kim, M.-S. (2016).** The effects on body composition, health related physical fitness and metabolic syndrome factors of working exercise program in obese middle-aged women. *Journal of Coaching Development*, 18(1), 39-46.
- Son, W.-M., Kwak, Y.-S., Kim, G.-D., Ha, M.-S., Park, S.-Y., & Sung, G.-D. (2017).** Effect of circuit training on aging-related hormones in obese middle-aged women. *Journal of Life*

*Science*, 27(9), 1047-1051.

- Straight, C. R., Lindheimer, J. B., Brady, A. O., Dishman, R. K., & Evans, E. M. (2016).** Effects of resistance training on lower-extremity muscle power in middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine*, 46(3), 353-364.
- Sung, B.-J., Seo, J.-W., & Lee, J.-Y. (2022).** Differences in blood pressure and obesity according to the physical fitness level for Korean older persons: Considering data from the National Fitness 100. *Korean Journal of Sport Science*, 33(2), 161-168.
- U.S. Department of Health and Human Services. (2018).** *Physical activity guidelines for Americans*, 2nd edition.
- Wolf, F. M. (1986).** *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Won, Y.-D., Cho, W.-J., & Moon, H.-H. (2009).** The effect of walking program on health-related physical fitness and change of blood components in obese middle-aged women. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 37, 1141-1150.
- World Health Organization. (2022).** *Physical activity and sedentary behaviour: A brief to support older people*.
- World Health Organization. (2023).** *Global status report on physical activity 2022: Country profiles*.
- Yang, J.-S., Lee, H.-G., & Lee, Y.-C. (2013).** Effects of combined conventional training on body composition, physique, and fitness in healthy middle- and older-aged women. *Journal of Sport and Leisure Studies*, 52, 827-840.
- Yoo, D.-H. (2015).** The effects of crossfit-based training and weight training on health-related physical fitness, functional fitness and blood lipids in middle-aged men. *Exercise Science*, 24(2), 109-116.
- Youn, T.-E., Kim, H.-J., Jung, W.-S., & Lee, M.-G. (2017).** Effects of 12 weeks of yoga training program on physical fitness and cardiorespiratory function in middle-aged women. *The Korean Journal of Physical Education*, 56(6), 561-572.
- Zhou, W.-S., Mao, S.-J., Zhang, S.-K., Xu, H., & Li, W.-L. (2023).** Effects of aquatic exercises on physical fitness and quality of life in postmenopausal women: An updated systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Public Health*, 11, 1126126.

# 중년 성인의 체력증진을 위한 운동프로그램의 효과성 : 체계적 문헌고찰과 메타분석

임현정<sup>1</sup>, 송재영<sup>2</sup>, 조화연<sup>3</sup>, 김응준<sup>4</sup>

<sup>1</sup>한국체육대학교 박사 수료

<sup>2</sup>한국체육대학교 박사 과정

<sup>3</sup>이화여자대학교 박사 수료

<sup>4</sup>한국체육대학교 교수

[목적] 본 연구는 국내 중년 성인을 대상으로 운동 중재 프로그램의 효과성을 분석한 연구들을 통합하고 분석하기 위한 체계적 문헌고찰 및 메타분석 연구이다.

[방법] 2023년 9월 21일까지 DBpia, RISS, KISS에 국문 또는 영문으로 등록된 KCI 등재지에 한하여 문헌을 수집하였다. 연구질문에 부합하는 문헌을 수집하였으며 그렇지 않은 경우와 회색문헌은 배제하였다. 연구질문 설정을 위해 연구대상은 국내 중년성인, 중재는 운동 프로그램, 대조군은 중재를 실시하지 않은 집단, 결과지표는 체력 지표, 연구설계는 무작위 대조군 실험 설계로 설정하였다. 수집된 문헌의 비뮌립을 평가하기 위하여 연구자 2인이 RoB 2를 이용하여 독립적인 평가를 한 뒤, 일치하지 않는 의견에 대해서는 세 번째 연구자의 의견을 참고하여 최종 평가하였다. CMA 3.0 프로그램을 통하여 연구결과를 합성 및 도출하였다. 효과모형은 무작위효과모형을 활용하였고, 전체 효과크기는 Hedge's  $g$ 값을 활용하여 추정하였다.

[결과] 914건의 문헌이 수집되었으며, 그중 15건의 문헌이 분석에 활용되었다. 405명의 중년 성인을 대상으로 한 운동 중재 프로그램의 체력증진 효과를 합성하여 분석한 결과, 전체 효과크기(Hedge's  $g$ )는 0.994로 나타났다(95% CI: 0.712-1.276). 하위 분석 결과, 근력( $g=1.295$ , 95% CI: 0.909-1.682), 근지구력( $g=0.972$ , 95% CI: 0.637-1.308), 심폐지구력( $g=1.092$ , 95% CI: 0.453-1.731), 유연성( $g=0.883$ , 95% CI: 0.555-1.210), 순발력( $g=1.421$ , 95% CI: 0.656-2.186), 민첩성( $g=1.854$ , 95% CI: 0.347-3.361) 모두 대조군에 비해 유의한 효과를 확인하였다. 여성만을 대상으로 진행한 추가 분석에서는 효과크기의 소폭 증가 경향을 확인하였으며, 체력 요인 간의 효과크기 순서는 변화하지 않았다.

[결론] 본 연구 결과는 중년 성인의 체력증진을 위한 운동 프로그램의 효과성을 확인하였으며, 체계적 문헌 고찰을 통하여 체력 요인 별 효과적인 운동 프로그램 설정을 위한 탐색을 하였다. 추후 연구는 연구의 비뮌립 위험성을 최소화하며, 결과의 구체적인 보고를 통하여 연구 품질을 제고할 필요가 있다.

## 주요어

중년, 운동, 체력, 메타분석, 체계적 문헌고찰