

대사증후군에 대한 식이와 운동 효과에 대한 메타분석

이건아¹ · 최혜영² · 양숙자¹

¹이화여자대학교 간호학과, ²동명대학교 간호학과

Effects of Dietary and Physical Activity Interventions on Metabolic Syndrome: A Meta-analysis

Lee, Guna¹ · Choi, Hye-Young² · Yang, Sook-Ja²

¹Division of Nursing Science, Ewha Womans University, Seoul

²Department of Nursing, Tongmyong University, Busan, Korea

Purpose: This study identified effects of dietary and physical activity interventions including dietary interventions or physical activity interventions alone or combined dietary-physical activity interventions to improve symptoms in metabolic syndrome including abdominal obesity, high triglycerides, low high density lipoprotein cholesterol, elevated blood pressure, and elevated fasting glucose through meta-analysis. **Methods:** Articles on metabolic syndrome X published from 1988 to 2013 were searched through electronic databases, Google Scholar, and reference reviews. Methodological quality was assessed by the checklist, SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network). **Results:** In the meta-analysis, there were 9 articles reporting 13 interventions with 736 participants. Using random effect models, the dietary and/or physical activity interventions showed a lower mean difference in waist circumference (-1.30 cm, 95% CI: -2.44~ -0.15, $p=.027$). The combined dietary-physical activity interventions showed a lower mean difference in waist circumference (-2.77 cm, 95% CI: -4.77~ -0.76, $p=.007$) and systolic blood pressure (-5.44 mmHg, 95% CI: -10.76~ -0.12, $p=.044$). Additionally, interventions of over 24 weeks yielded a lower mean difference in waist circumference (-2.78 cm, 95% CI: -4.69~ -0.87, $p=.004$) and diastolic blood pressure (-1.93 mmHg, 95% CI: -3.63~ -0.22, $p=.026$). **Conclusion:** The findings indicate that dietary and/or physical activity interventions for metabolic syndrome reduce central obesity with no adverse effects. This finding provides objective evidences for dietary and physical activity management on metabolic syndrome as an efficient intervention.

Key words: Metabolic syndrome X, Meta-analysis, Physical activity, Diet therapy, Health behavior

서론

1. 연구의 필요성

생활습관병으로 일컫는 대사증후군은 복부비만, 혈압상승, 고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증, 혈당장애 등의 임상적 특징으로 정의된다[1-3]. 전 세계적으로 대사증후군 성인대상자의

유병률은 20~30%로 증가추세를 나타내고 있으며[4], 우리나라 역시 성인 네 명 중 한 명의 비율인 28.8%로 보고되고 있다[5]. 뿐만 아니라, 대사증후군 대상자의 심혈관계 질환 발생 위험성은 건강인과 비교하여 2배 이상 높고 당뇨 발생 위험성은 3.5~5배 이상 높은 것으로 보고되고 있어, 대사증후군 합병증 발생의 예방을 위한 전문적이고 체계적인 관리가 요구된다[1,6].

대사증후군의 위험요인으로는 연령, 성별 외에도, 스트레스, 운

주요어: 대사증후군, 메타분석, 운동 중재, 식사 중재, 건강 행위

Address reprint requests to : Yang, Sook-Ja

Helen Hall 203-3, Division of Nursing Science, Ewha Womans University, 52 Ewhayeodae-gil, Seodaemun-gu, Seoul 03760, Korea
Tel: +82-2-3277-4652 Fax: +82-2-3277-2850 E-mail: yangsj@ewha.ac.kr

Received: January 15, 2015 Revised: January 31, 2015 Accepted: May 26, 2015

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NoDerivs License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>)
If the original work is properly cited and retained without any modification or reproduction, it can be used and re-distributed in any format and medium.

동부족, 부적절한 식사, 흡연 등과 같은 건강하지 않은 생활습관들이 주요 요인으로 보고되고 있으며[1-3], 대사증후군 대상자에게 심혈관계 질환이나 당뇨병과 같은 합병증으로의 이행은 효과적으로 예방하기 위해서는 식사와 운동을 중심으로 한 생활습관의 개선이 무엇보다 중요하게 권고된다[1, 4, 7]. 특히, 식사중재의 경우 복합당, 불포화지방산 등 인슐린감수성을 증가시키는 영양성분 권장 및 열량 섭취 제한 식사를 통해 대사증후군에 긍정적 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[7-9]. 더불어 대사증후군의 운동중재의 경우, 유산소 운동, 저항성 근육운동 등 운동중재의 종류에 따라 대사증후군에 영향을 미치는 기전의 차이는 있지만, 중간 강도의 운동을 매일 30분 이상 지속적으로 시행하는 규칙적인 운동은 근육량의 증가 및 지방산화 증가를 통해 혈중 지질 개선, 혈압감소, 인슐린 저항성 개선 등으로 대사증후군 합병증 발생의 위험을 감소시키는 것으로 보고되고 있다[7, 8, 10]. 대사증후군 중재를 통해 비만은 체중의 5~10%만 줄여도 대사증후군의 다른 임상적 특성인 고중성지방혈증과 저고밀도지단백콜레스테롤에 현저한 효과가 있는 것으로 나타났다[7]. 특히, 복부비만은 내장지방에서 leptin, resistin 등과 같은 동맥 경화성 변화, 중성지방 합성 증가, 인슐린감수성 감소를 유발하는 물질이 분비됨에 따라[7] 혈압, 중성지방혈증 등 대사증후군의 여러 임상적 특성에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있어[7-10], 대사증후군 중재 시 복부비만 개선을 위한 적극적인 관리는 복부비만뿐만 아니라, 동시에 혈압상승, 고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증, 혈당장애와 같은 대사증후군의 다른 임상적 특성에도 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

최근 우리나라 보건소에서는 주요 만성질환 예방을 위한 중점 건강관리사업으로 대사증후군 관리 정책이 추진되고 있으며, 국내외적으로 대사증후군 기전이나 현황에 대한 연구뿐 아니라 대사증후군에 대한 식사와[11-13] 운동[14] 중재 연구 역시 활기를 띠고 있다. 그러나 대사증후군의 식사 및 운동중재효과에 대해 총체적으로 분석하고 효과적 중재프로그램 설계를 뒷받침할 수 있는 체계적 문헌고찰이나 메타분석과 같은 근거기반의 연구는 부족한 실정이다[15]. 특히, 건강인을 포함한 비 대사증후군 대상자를 대상으로 대사증후군 발생 예방을 위하여 대사증후군관련 중재에 대한 근거기반의 연구를 살펴 볼 수 있으나[11-14], 국제표준진단에 근거한 대사증후군 대상자에게 대사증후군의 치료 효과나 합병증 예방 효과를 체계적 문헌고찰 및 메타분석하는 연구는 거의 찾아보기 어렵다. 대사증후군 대상의 중재효과에 대해 총체적으로 검증한 연구가 부족한 간호사가 임상에서 대사증후군 대상자에게 간호 제공 시 근거기반의 간호중재수행에 있어 제한점이 될 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 메타분석을 통하여 국제표준진단에 근거한 대사증후군 대상자에게 시행된 식사와 운동중재(식사단독중재, 운동단독중재와

식사운동동시중재를 모두 포함)가 대사증후군 관련 임상적 특성에 미치는 효과를 확인하고 중재 유형 및 기간에 따른 효과성의 차이를 면밀히 살펴, 근거기반의 간호 실무를 위한 대사증후군 대상자의 효과적 중재 및 연구에 대한 방향을 제시하고자 한다.

2. 연구 목적

대사증후군의 건강행위 중재에 따른 효과를 보고한 국내외 논문들을 대상으로 메타분석을 통해 식사와 운동중재가 대사증후군에 미치는 효과를 확인하기 위함이며, 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 메타분석을 통해 대사증후군 대상자에게 시행된 식사와 운동중재의 임상적 효과(허리둘레, 혈중 중성지방, 혈중 고밀도 지단백 콜레스테롤, 혈압, 공복 혈당)를 검증한다.

둘째, 대사증후군 대상자에게 시행된 식사와 운동중재 방법의 임상적 효과를 검증한다.

셋째, 대사증후군 대상자에게 시행된 식사와 운동중재 기간의 임상적 효과를 검증한다.

연구 방법

1. 연구 설계

본 연구는 대사증후군 대상자를 대상으로 시행된 식사와 운동중재의 임상적 효과(허리둘레, 혈중 중성지방, 혈중 고밀도 지단백 콜레스테롤, 혈압, 공복 혈당) 크기를 분석하는 메타분석 연구이다.

2. 문헌 탐색 및 논문 선택 과정

1) 문헌 검토기준

본 연구는 기존의 메타분석, 체계적 문헌고찰, 가이드라인 등에 대한 문헌을 고찰한 후, 코크란 지침의 PICOTS-SD (Participants, Interventions, Comparisons, Outcomes, Timing, Setting, Study Design) 기준에 맞춰 다음과 같이 논문의 선정기준을 설정하였다[16]. 1) 연구 참여자(P)는 만 18세 이상의 성인 대사증후군 대상자를 대상으로, 대사증후군은 WHO (World Health Organization), IDF (International Diabetes Federation)와 NCEP-ATP III (National Cholesterol Education Program-Adult Treatment Panel III)의 대사증후군 진단기준에 따라 정의하였다[1-3]. 2) 중재 방법(I)은 최소 2주 이상 적용하는 식사단독중재 또는 운동단독중재 또는 식사운동 동시중재만을 포함하였다. 3) 대조군(C)은 식사나 운동에 대한 중재를 받지 않거나 아무런 중재도 받지 않는 대사증후군 대상자이며,

4) 중재 결과(O)는 대사증후군 진단기준인 허리둘레, 혈중 중성지방, 혈중 고밀도지단백 콜레스테롤, 혈압, 공복 혈당 중 하나 이상의 임상적 측정값으로 정의하였다. 5) 중재 결과의 측정시점(T)은 식사나 운동중재 직후와 추후 추적 기간 모두 포함하였다. 6) 세팅(S)은 입원을 제외한 외래 및 지역사회 대상이며, 7) 연구 설계(SD)는 무작위 배정과 대조군 설정을 통하여 연구 결과의 정확도가, 다른 연구 설계에 비해, 비교적 높은 무작위대조군 연구(randomized controlled trial) 설계로 정의하였다. 논문의 배제기준으로는 1) 중재 방법 중 식약청에 승인된 건강보조제에 대한 식사중재 연구, 2) 식사나 운동에 대한 중재를 받지 않거나 아무런 중재를 받지 않는 본 연구의 대조군 정의와 달리, 대조군도 실험군에 재배정되는 교차설계(cross-over design), 3) 연구 초록 발표와 같이 연구논문 전문에 접근 가능하지 않은 경우, 4) 영어와 한글 외의 출판언어는 배제하였다.

2) 문헌 검색방법

논문 선택을 위하여 대사증후군의 증상은 오래전부터 알려져 왔으나 각종 심혈관 질환과 제 2형 당뇨병의 위험 요인들이 서로 군집을 이루는 현상을 대사증후군(metabolic syndrome X)이라는 질환 군으로 개념화시킨[17] 1988년도부터 2013년도까지 발행된 문헌들을 기준으로, 국내외 전자 데이터베이스, Google scholar와 검색된 문헌의 참고문헌 검토를 통해, 2013년 9월부터 2014년 1월까지의 기간 동안 검색하였다. 검색한 전자 데이터베이스는 PubMed, The Cochrane Library, Web of Science, CINAHL, PsycINFO, ProQuest Dissertations & Theses (PQDT), 한국교육학술정보원(RISS), 한국학술정보(KISS), DBpia와 한국의학논문데이터베이스(KMbase)였으며, 서지정보를 통해서도 출판정보가 나타나지 않아 확인이 어려운 회색문헌(gray literature) 중 전문접근이 가능하고 검색이 용이한 학위논문을 우선으로 하여 해당 전자 데이터베이스 검색 시에도 학위논문을 포함하였다. 문헌 검색은 코크란 지침의 검색지침을 바탕으로 이루어졌으며, 검색식은 PICO의 연구 참여자와 중재를 설명하는 용어들을 병합하여 구성하되, 연구논문이 누락되지 않도록 포괄적인 검색어로 설정하였다. MeSH (Medical Subjects Headings) 용어구조를 지원하는 PubMed와 The Cochrane Library에서 주제어는 1) 성인대상(NOT child OR NOT animal) AND, 2) 대사증후군 (Metabolic Syndrome X) AND, 3) 식사나 운동중재(Health Behavior OR Motor Activity OR Nutrition Therapy)로 검색하였다. MeSH 용어구조에 따르면, motor activity의 경우 physical activity와 유사용어로, 행동적 현상으로서 인간이나 동물의 신체적 활동으로 정의되며, exercise를 포함하는 용어이다[18]. Nutrition therapy의 경우 영양섭취의 양과 질을 조절함에 따라 개인의 건강상태를 향상시키는 방법으로 정의되며, diet therapy를 포함하는 용어이다[19].

MeSH 용어구조를 지원하지 않는 Web of Science, CINAHL, PsycINFO와 ProQuest에서 주제어는 1) 성인대상(NOT child OR NOT animal) AND, 2) 대사증후군(metabolic syndrome) AND, 3) 식사나 운동중재(health behavior OR motor activity OR physical activity OR nutrition OR diet)로 검색하였다. 국내 데이터베이스인 한국교육학술정보원, 한국학술정보, DBpia, 한국의학논문데이터베이스에서 주제어는 1) 대사증후군 AND, 2) 건강행위 OR 운동 OR 식이로 조합하여 검색하였다.

3) 논문 선택과정

검색한 논문들은 문헌관리프로그램(Endnote X7)을 이용하여 중복논문을 선형 제거하였으며, 연구자의 검토과정을 거쳐 중복 게재된 논문 및 이전 발표한 자료를 바탕으로 재생산한 논문은 배제하였다. 검색 문헌의 논문 선택 방법은 PRISMA (Preferred Reporting Items of Systematic Reviews and Meta-Analyses)에서 제시한 방법을 참고하여[20], 한 명의 연구자에 의해 논문 제목과 초록을 확인하여 1차 선택하고, 전문을 검토하여 두 명의 연구자에 의해 독립적으로 2차 선택하였다. 두 연구자가 합의를 이루지 못한 경우 나머지 다른 한 명의 연구자가 평가한 후 다수결로 최종 평가에 포함될 문헌을 선택하였다. 본 연구는 기관생명윤리위원회의 심의면제요청의 승인을(IRB No. 68-1) 받은 후 진행되었다.

논문의 질 평가는 SIGN (Scottish Intercollegiate Guidelines Network)의 무작위대조연구에 대한 평가목록을[21] 기준으로 평가되었으며, 각 논문에 대해 PICO를 작성하여 내용 분석 및 평가하였다. SIGN의 평가도구는 내적 타당도 10문항, 전반적 연구평가 4문항과 서술형식의 연구기술 9문항으로 구성되어있다. 간호학 전공교수 2명과 통계학 전공교수 1명에게 질 평가도구와 PICO의 논문분석틀에 대한 타당도를 검토 받았다.

논문의 질 평가는 세 명의 연구자에 의해 평가되었으며, 두 명의 연구자가 각자 독립적으로 평가한 후 일치하지 않은 문항은 나머지 한 명의 연구자가 원문을 재평가하여 결정하였다. 연구자 간에 일관된 평가가 이루어질 수 있도록 전문 확보 후 2차 선택된 논문 중 20편을 대상으로 사전 일치도 평가를 진행하였으며, 평가 결과, 연구자 간 불일치했던 문항은 결과변수를 측정된 도구의 신뢰도(95% 일치), 실험군과 대조군의 동질성(80% 일치)과 연구 편향 감소(75% 일치)에 대한 문항이었다. 이에 연구자 3명은 사전 일치도 평가에서 일치하지 않았던 문항에 대해 구체적인 기준을 재확인하였다.

본 연구의 논문의 질 평가 과정에서는 2편의 논문이 연구 편향 감소 문항에서 불일치되었다. 이 중 1편의 논문은 두 명의 연구자가 독립적으로 시행했던 평가 결과 중 나머지 한 명의 연구자 평가와 일치하는 결과를 최종 평가 결과로 선정하였으며, 세 명의 연구자가

모두 다르게 평가했던 나머지 1편의 논문은 세 명의 연구자가 논의를 통하여 최종 평가 결과를 도출하였다.

3. 통계 분석 방법

중재 결과값에 대한 자료통합 시 복부비만의 측정단위는 cm으로, 중성지방혈증, 고밀도지단백콜레스테롤, 혈당의 측정단위는 mmol/L로 일치시켰다. 실험군이 2개인 경우는 대조군과 비교하는 각각의 개별 연구로 구분하여 분석하였으며, RevMann 5.3와 R 3.1.1 프로그램(Meta-Analysis with R)을 이용하여 중재의 효과크기 산출, 동질성 및 출판 편향 검정을 시행하였다. 연구 결과들 간 효과 크기에 대한 통계적 동질성 존재여부에 관한 평가는 Q검정 ($p > .10$)과 Higgins's I^2 통계량($I^2 < 50\%$)으로 검증하였다. 동질성이 확인된 경우는 고정효과모형(fixed effects model)을 사용하여 효과 크기를 산출하였으며 이질성이 확인된 경우는 임의효과모형(random effects model)을 사용하였다. 출판편향은 깔때기 도표(funnel plot), Begg's rank correlation test와 Egger's linear regression

asymmetry test를 이용하여 검정하였다. 중재 전후 결과값은 식사 단독중재 또는 운동단독중재 또는 식사운동동시중재로 구분된 중재 종류에 따라 하위그룹분석을 수행하였다. 효과크기에 대한 통계적 유의수준은 $p < .05$ 이며 신뢰구간은 95%에서 판단하였다.

연구 결과

1. 논문 채택 과정

연구논문은 PRISMA에서 제시한 방법을 참고하여 선정하였다 [20]. 국내외 전자 데이터베이스를 통해 13,726편이 검색되었으며, Google scholar 및 검색된 문헌의 참고문헌 검토를 통해 1,000편이 검색되었다(Figure 1). 문헌관리 프로그램(Endnote X7) 및 연구자의 검토과정을 거쳐 중복 논문 제거 후 4,913편이 남았으며, 선정기준 및 배제기준에 맞춰 논문 제목과 초록 확인 후 1차 선택된 논문은 770편이었다. 1차 선택된 논문을 전문 검토 후, 본 연구에서 정의한 대사증후군 기준에 해당되지 않는 논문 213편, 본 연구에서

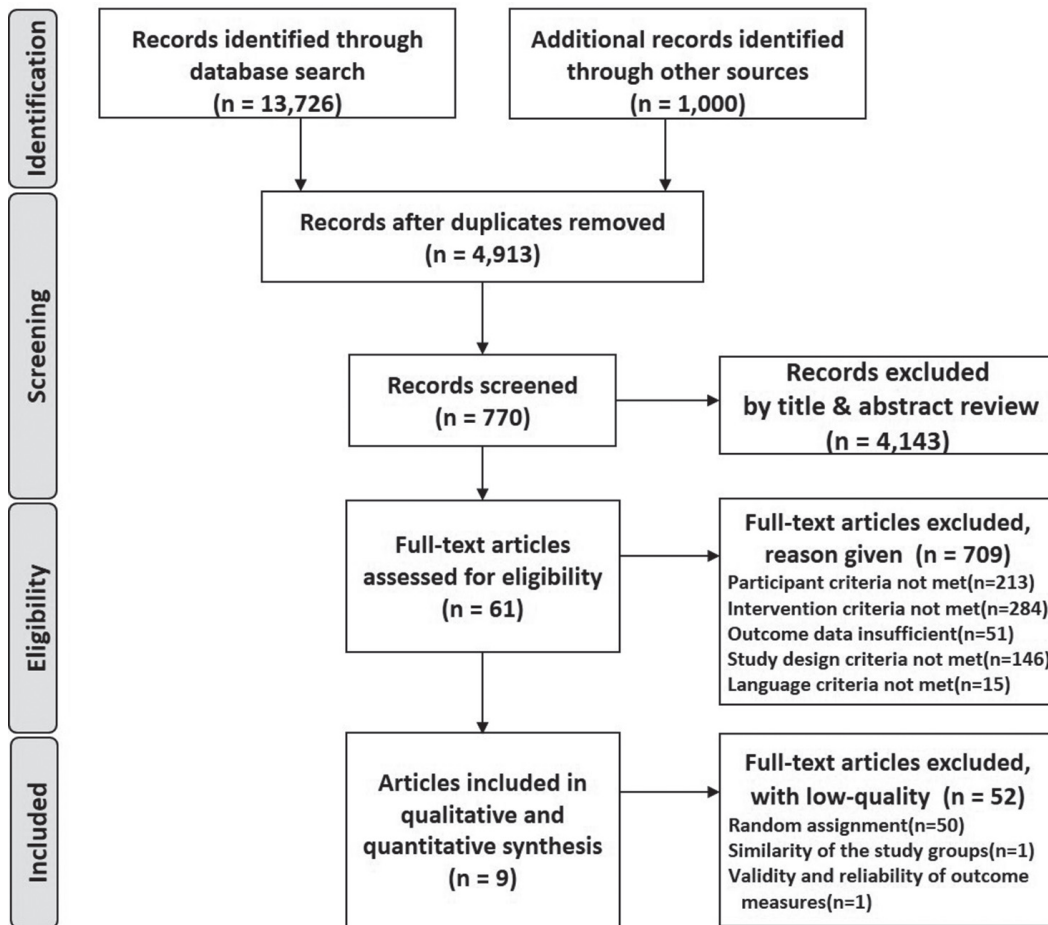


Figure 1. The flow diagram of study selection for the meta-analysis.

정의한 중재 기준에 해당되지 않는 논문 284편(2주 미만 적용하는 중재연구 3편, 약물중재나 스트레스중재와 같이 본 연구에서 정의한 식이와 운동중재 방법에 해당되지 않는 논문 281편), 연구 결과가 불충분한 논문 51편(정의된 결과변수를 포함하지 않는 논문 20편, 효과크기를 산출할 수 없는 연구 31편), 본 연구에서 정의한 연구 설계에 해당되지 않는 논문 146편(비 무작위대조연구 115편, 교차연구 설계 31편)과 영어와 한글 외의 언어로 쓰여진 15편을 제외하여 총 61편의 논문이 2차 선택되었다. 대사증후군 식이와 운동중재의 효과를 확인하기 위해 무작위대조연구를 메타 분석한 본 연구의 목적에 부합하기 위하여, 2차 선택된 논문 중 질 평가의 무작위할당방법, 실험군과 대조군의 동질성과 결과변수를 측정할 도구의 신뢰도에 대한 내적 타당도 문항에서 '부족하게 수행됨' 이하로 평가된 연구 52편(무작위할당방법을 사용하였으나 과정을 제시하지 않은 논문 50편, 대사증후군 임상적 특성에 대한 실험군과 대조군의 동질성 확인 결과가 부족한 논문 1편, 결과변수를 측정할 도구명을 미제시한 논문 1편)을 제외함에 따라 최종 메타분석 대상으로 선정된 연구논문은 9편이었다.

2. 대사증후군 식이와 운동중재 연구의 일반적 특성

본 연구에서 분석한 대사증후군 식이와 운동중재논문 9편 중 국내 논문 및 학위논문은 없었으며 대부분 2000년도 후반에 발표된 논문들이었다(Table 1). 한 편의 논문은 동일논문에서 실험중재로 식사단독중재와 식사운동동시중재를 각각 실시하였고[22], 한 편의 논문은 동일논문에서 실험중재로 동일한 식사중재에 걷기와 피트니스로 운동중재를 달리하여 각각 식사운동동시중재를 실시하였으며[23], 한 편의 논문은 동일논문에서 식사단독중재기간으로 3주, 13주와 26주로 각각 실시하였다[24]. 메타분석 시에는 동일논문에서 각각 실시된 중재를 별개의 중재프로그램으로 구분지어 전체 9편 연구논문의 총 13건 중재프로그램을 본 연구의 연구 결과로 분석하였다. 연구 참여자는 실험군 367명, 대조군 369명으로 총 736명이었으며, 연구 당 연구 참여자는 평균 56명으로 실험군 평균 28명, 대조군 평균 28명이었다. 연구 참여자의 평균 연령이 제시되지 않은 3건의 중재프로그램을 제외하고[23,25,26], 연구 참여자의 평균 연령 범위는 43.90~61.75세였다. 연구 참여자의 대사증후군 정의는 IDF 진단기준을 사용한 3건의 중재프로그램을 제외하고[24], 모두 NCEP-ATP III 진단기준으로 연구 대상자의 대사증후군을 정의하였다[22,23,25-30]. 대사증후군 식이와 운동중재의 종류로는 식사운동동시중재가 7건[22-24,28], 식사단독중재는 6건 있었으나[22,25-27,29,30] 운동단독중재만 시행한 연구는 없었다. 중재기간은 평균 19.8주로, 가장 짧은 중재기간은 3주[24], 가장 긴 중재기

간은 96주였으며[29], 12주 동안 진행된 중재프로그램이 8건[22,23,25-27,30]으로 가장 많았다. 중재빈도는 중재기간 동안 1주마다 중재를 시행한 중재프로그램이 4건으로[22,25,27,28] 가장 많았다. 중재 결과는 1건의 중재프로그램을 제외하고[27], 모두 연구의 시작시점과 종료시점에 측정되었다[22-26,28-30]. 대부분의 연구에서 본 연구에서 정의한 결과변수가 포함되었으나 공복 혈당은 5건의 중재프로그램에서만 결과변수로 측정되었다[22,25,28,30]. 연구 참여자의 대사증후군 임상적 지표값은 허리둘레의 평균범위 92.5~117.4 cm, 중성지방의 평균범위 1.6~9.5 mmol/L, 고밀도지단백 콜레스테롤의 평균범위 1.1~2.5 mmol/L, 수축기혈압의 평균범위 127~141 mmHg, 이완기혈압의 평균범위 76~86 mmHg, 공복혈당의 평균범위 5.0~5.8 mmol/L이었다. IDF진단기준에 따른 연구 참여자의 대사증후군 임상적 지표값 범위는 NCEP-ATP III 기준에 따른 연구 참여자의 대사증후군 임상적 지표값 범위 내에 포함되었다.

본 연구에서 분석한 대사증후군 식이와 운동중재 연구에 대한 질 평가 결과, 모든 연구에서 연구 목적은 명확하게 표현되어 있었으며, 무작위할당여부 및 방법에 대해서도 기술되고 있었다(Table 2). 또한 모든 연구에서 실험군과 대조군의 특성은 동질한 것으로 확인되었으며, 결과변수를 측정할 도구의 타당도 및 신뢰도도 높은 수준으로 잘 제시되어 있었다. 그러나 군별 배정 은폐 과정(allocation concealment)의 경우, 4건의 연구에서는[23,24,26,29] 컴퓨터 프로그램을 통한 실험군과 대조군의 배정 은폐 과정을 제시하였으나 나머지 연구에서는 제시되지 않았다. 맹검법(blinding)은 환자와 연구자 일부에게 맹검법 적용 과정을 기술한 1건의 연구[29], 맹검법 적용여부만 기술한 1건의 연구[23]와 공개 연구(open-label study)로 진행한 1건의 연구를[25] 제외하고, 나머지 연구는 맹검법 적용여부를 기술하지 않았다. 모든 연구가 20% 미만의 탈락률을 보였으며, 처리의향분석(intent to treat analysis)은 탈락된 연구 참여자가 없는 4건의 연구와[22-24,30] 탈락된 연구 참여자가 있는 연구 중 1건의 연구에서만[29] 수행되었다. 연구편향감소정도와 중재효과 평가에서는 모든 연구에서 '대부분 만족함'으로 평가되었다.

3. 대사증후군 식이와 운동중재의 임상적 지표에 대한 효과

대사증후군 식이와 운동중재의 효과는 대사증후군의 진단기준인 복부비만(허리둘레), 고중성지방혈증(혈중 중성지방), 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤(혈중 고밀도지단백 콜레스테롤), 높은 혈압(수축기 혈압과 이완기 혈압)과 혈당장애(공복 혈당)의 효과크기를 추정하였으며(Figure 2), 중재 방법과 중재기간에 따른 하위분석을 실시하였다(Table 3).

대사증후군 대상자에게 식이와 운동중재를 적용하여 복부비만에

Table 1. Characteristics of Studies Included in the Meta-analysis

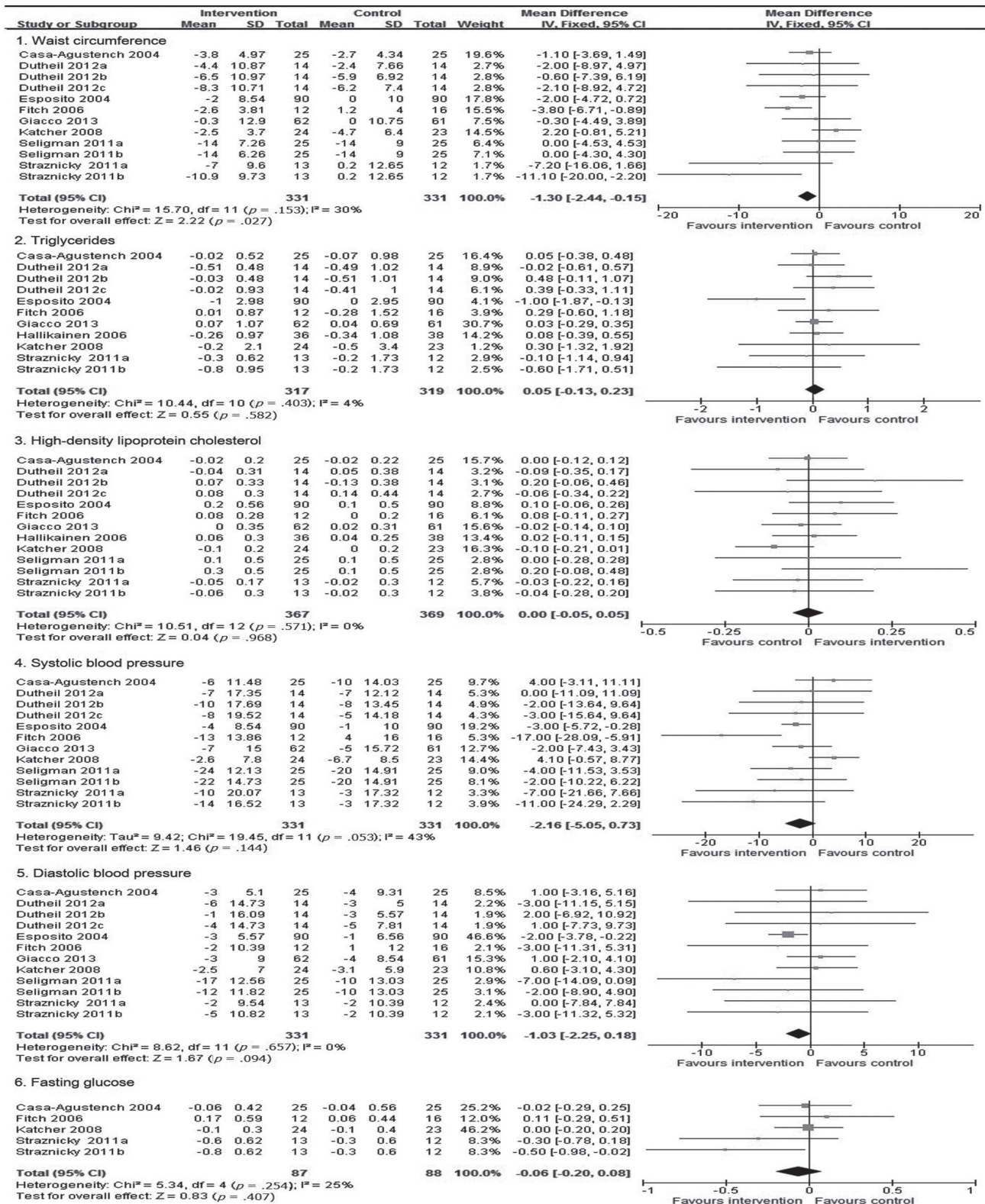
Characteristics	Categories	Unit	Studies																
			Straznicki et al. (2011, Australia)	Seligman et al. (2011, Brazil)	Katcher et al. (2008, USA)	Hallikainen et al. (2006, Finland)	Giacco et al. (2013, Italy)	Fitch et al. (2006, USA)	Esposito et al. (2004, Italy)	Duthell et al. (2012, France)	Casas et al. (2004, Spain)								
Participants	Exp. Cont.	n	13	12	13	12	25	25	25	25	25	25	14	14	14	14	14	25	25
	Age (yr)	M±SD or range	55.00±1.00	23:15	23:15	23:15	23:15	30~55	49:26	24~63	55.30±1.10	36:38	40~65	45.57±2.00	43.90±6.15	61.75±6.45	19:9	51.75±8.40	28:22
	M:F	n	23:15	23:15	23:15	23:15	23:15	49:26	25:25*	24~63	36:38	58:65	40~65	NR	99:81	19:9	28:22	28:22	NCEP
	Definition of Mets.		NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	NCEP	IDF	NCEP	NCEP	NCEP
Interventions	Type	n	D	D&P	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Sessions	weeks	6	12	6	12	12	12	12	12	12	6	6	24	24	24	24	24	24
	Duration	week	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	24	24	24	24	24	24
	Measurement point		0~12	0~12	0~12	0~12	0~12	0~12	0~12	0~12	4~12	0~12	0~12	0~24	0~96	0~3	0~3	0~26	0~12
Outcomes*	WC	cm	+(107.5)	+(107.3)	+(107.0)	+(107.0)	+(107.0)	+(107.0)	+(117.4)	+(117.4)	NA	-(106.3)	-(106.3)	+(107.4)	+(92.5)	+(103.4)	+(103.4)	+(103.4)	+(103.5)
	TG	mmol/L	-(2.0)	+(2.2)	NA	NA	NA	NA	-(8.6)	-(8.6)	-(2.0)	-(1.6)	-(1.6)	-(2.5)	+(9.5)	-(1.8)	-(1.8)	-(1.8)	-(1.6)
	HDL	mmol/L	-(1.1)	-(1.2)	+(2.5)	+(2.4)	+(2.5)	+(2.3)	+(2.3)	+(2.3)	-(1.2)	-(1.2)	-(1.2)	-(1.2)	+(2.3)	-(1.3)	-(1.3)	-(1.3)	-(1.1)
	SBP	mmHg	+(139)	+(136)	+(136)	+(135)	+(136)	+(127)	-(135)	-(135)	NA	-(135)	-(135)	+(135)	+(135)	+(136)	+(136)	+(136)	+(141)
	DBP	mmHg	-(76)	-(76)	+(84)	+(84)	+(84)	-(83)	-(83)	-(83)	NA	-(85)	-(85)	-(81)	+(86)	-(85)	-(85)	-(85)	-(85)
	FG	mmol/L	+(5.8)	+(5.7)	NA	NA	NA	-(5.3)	-(5.3)	-(5.3)	NA	NA	NA	-(5.0)	NA	NA	NA	NA	-(5.8)

*The data was reported not considering the drop out of 3 participants from the study. The number indicates participants' baseline mean of outcome items: Exp = Experimental group; Cont. = Control group; Mets = Metabolic syndrome; WC = Waist circumference; TG = Triglycerides; HDL = High-density lipoprotein cholesterol; SBP = Systolic blood pressure; DBP = Diastolic blood pressure; FG = Fasting glucose; NR = Not reported; NCEP = National cholesterol education program adult treatment panel III; IDF = International Diabetes Federation; D = Dietary intervention; P = Physical activity intervention; + = Statistically significant difference between experimental group and control group; - = No significant difference between experimental group and control group; NA = Not applicable.

Table 2. Quality Assessment of Studies Included in the Meta-analysis

Variables	Categories	Studies																	
		Straznicki et al. (2011, Australia)	Seligman et al. (2011, Brazil)	Katcher et al. (2008, USA)	Hallikainen et al. (2006, Finland)	Giacco et al. (2013, Italy)	Fitch et al. (2006, USA)	Esposito et al. (2004, Italy)	Duthell et al. (2012, France)	Casas et al. (2004, Spain)									
Internal validity	Random assignment	Adequately addressed	Well covered	Adequately addressed	Adequately addressed	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Adequately addressed	Adequately addressed
	Allocation concealment	Not addressed*	Adequately addressed	Not addressed	Not addressed	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Adequately addressed	Adequately addressed	Adequately addressed	Adequately addressed	Not addressed	Not addressed
	Blinding	Not addressed	Not reported*	Not applicable*	Not addressed	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered
	Similarity of the study groups	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered
	Validity & reliability of outcome measures	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered	Well covered
	Drop out rate (%)	0.00	0.00	6.00	8.64	15.80	17.65	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Intention to treat (ITT) analysis	Well covered	Well covered	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed	Poorly addressed
Overall assessment	Minimized bias	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
	Intervention effect	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

*Indicates that the factor was ignored or not mentioned in this study design; †Indicates that the factor was reported in this study but in insufficient detail to allow assessment; ‡Indicates that the factor was not applicable in this study design; ++ All or most of the criteria have been fulfilled; USA.



Pooled effect estimates are shown as diamonds, one each for trials conducted in waist circumference, triglycerides, high-density lipoprotein cholesterol, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and fasting glucose. Data are expressed as mean difference with 95% confidence interval, using fixed effects models (waist circumference, triglycerides, high-density lipoprotein cholesterol, diastolic blood pressure and fasting glucose) and random effects model (systolic blood pressure). Inter-study heterogeneity was tested by using the Q statistic (Chi²) at significance level of p < .10 and quantified by the Higgins' I² statistic (I² > 50%).

Figure 2. Forest plot of the effect of dietary and/or physical activity interventions and funnel plot of the effect sizes by standard error on metabolic syndrome criteria.

Table 3. Subgroup Analysis of Studies Included in the Meta-analysis

Intervention	Outcomes*																	
	WC			TG			HDL			SBP			DBP			FG		
	cm	p	95% CI	mmol/L	p	95% CI	mmol/L	p	95% CI	mmHg	p	95% CI	mmHg	p	95% CI	mmol/L	p	95% CI
Type	5/7 [†]			6/5 [‡]			6/7 [†]			5/7 [†]			5/7 [†]			3/2 [‡]		
D	-0.58	.412	-1.98~0.81	-0.02	.873	-0.23~0.19	-0.01	.646	-0.06~0.04	-0.57	.738	-3.88~2.74	-0.96	.147	-2.27~0.34	-0.04	.631	-0.19~0.12
D & P	-2.77	.007	-4.77~-0.76	0.20	.215	-0.12~0.52	0.05	.337	-0.05~0.15	-5.44	.044	-10.76~-0.12	-1.50	.379	-4.82~1.82	-0.06	.374	-0.44~0.17
Duration	9/3 [§]			8/3 [§]			10/3 [§]			9/3 [§]			6/6 [§]			4/1 [¶]		
<24 weeks	-0.46	.529	-1.89~0.97	0.07	.503	-0.13~0.26	-0.01	.607	-0.06~0.04	-0.42	.780	-3.31~2.48	-0.12	.897	-1.85~1.61	-0.08	.280	-0.23~0.07
≥24 weeks	-2.78	.004	-4.69~-0.87	-0.05	.849	-0.51~0.42	0.07	.223	-0.04~0.18	-6.83	.116	-15.35~1.68	-1.93	.026	-3.63~-0.22	0.11	.589	-0.29~0.51

*Outcomes are presented as mean difference between intervention groups; [†]Number of dietary intervention studies; [‡]Number of physical activity intervention studies; [§]Studies with a <24 week intervention period; [¶]Studies with an=24 week intervention period; WC=Waist circumference; TG=Triglycerides; HDL=High-density lipoprotein cholesterol; SBP=Systolic blood pressure; DBP=Diastolic blood pressure; FG=Fasting glucose; CI=Confidence interval; D=Dietary intervention; P=Physical activity intervention.

미치는 효과를 제시한 중재프로그램은 12건으로 동질성이 확인되어 ($\chi^2=15.70, p=.153; I^2=30\%$), 고정효과모형으로 효과크기를 산출하였다. 복부비만에 대한 대사증후군 식사와 운동중재의 효과는 -1.30 cm (95% CI: -2.44~-0.15, $p=.027$)로 통계적으로 유의하였다. 갈때기 도표는 균등하게 분포되어 있었으며, 출판편향은 없는 것으로 나타났다(Begg's test; $p=.170$, Egger's test; $p=.273$). 대사증후군 대상자에게 식사와 운동중재를 적용하여 고중성지방혈증에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램은 11건으로 동질성이 확인되어($\chi^2=10.44, p=.403; I^2=4\%$), 고정효과모형으로 효과크기를 산출하였다. 고중성지방혈증에 대한 대사증후군 식사와 운동중재의 효과는 0.05 mmol/L (95% CI: -0.13~0.23, $p=.582$)로 통계적으로 유의하지는 않았다. 갈때기 도표는 균등하게 분포되어 있었으며, 출판편향은 없는 것으로 나타났다(Begg's test; $p=.586$, Egger's test; $p=.584$). 대사증후군 대상자를 대상으로 식사와 운동중재를 적용하여 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램은 13건으로 동질성이 확인되어($\chi^2=10.51, p=.571; I^2=0\%$), 고정효과모형으로 효과크기를 산출하였다. 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤에 대한 대사증후군 식사와 운동중재의 효과는 0.00 mmol/L (95% CI: -0.05~0.05, $p=.968$)로 통계적으로 유의하지는 않았다. 갈때기 도표는 균등하게 분포되어 있었으며, 출판편향은 없는 것으로 나타났다(Begg's test; $p=.582$, Egger's test; $p=.152$). 대사증후군 대상자에게 식사와 운동중재를 적용하여 높은 혈압에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램은 12건이었다. 수축기 혈압의 경우, 이질성이 확인되어($\chi^2=19.45, p=.053; I^2=43\%$), 임의효과모형으로 효과크기를 산출하였다. 높은 수축기 혈압에 대한 대사증후군 식사와 운동중재의 효과는 -2.16 mmHg (95% CI: -5.05~0.73, $p=.144$)이었으나, 통계적으로 유의하지 않았다. 갈때기 도표는 균등하게 분포되어 있었으며, 출판편향은 없는 것으로 나타났다(Begg's test; $p=.243$, Egger's test; $p=.444$). 이완기 혈압의 경우, 동질성이 확인되어($\chi^2=8.62, p=.657; I^2=0\%$), 고정효과모형으로 효과크

기를 산출하였다. 높은 이완기 혈압에 대한 대사증후군 식사와 운동중재의 효과는 -1.03 mmHg (95% CI: -2.25~0.18, $p=.094$)로 통계적으로 유의하지는 않았다. 갈때기 도표는 균등하게 분포되어 있었으며, 출판편향은 없는 것으로 나타났다(Begg's test; $p=.836$, Egger's test; $p=.951$). 대사증후군 대상자에게 식사와 운동중재를 적용하여 혈당장애에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램은 5건으로 동질성이 확인되어($\chi^2=5.34, p=.254; I^2=25\%$), 고정효과모형으로 효과크기를 산출하였다. 혈당장애에 대한 대사증후군 식사와 운동중재의 효과는 -0.06 mmol/L (95% CI: -0.20~0.08, $p=.407$)로 통계적으로 유의하지는 않았다. 이는 10건 미만의 연구로 Egger's test는 불가능하였으나 갈때기 도표는 균등하게 분포되어 있어 출판편향은 없는 것으로 판단된다.

4. 대사증후군 식사와 운동중재 방법에 따른 임상적 지표에 대한 효과

중재 종류에 따라 식사단독중재와 식사운동동시중재로 구분하여 하위분석을 실시하였으나, 식사단독중재를 적용하여 대사증후군 임상적 지표에 미치는 효과를 제시한 연구들은 통계적으로 유의하지 않았다(Table 3). 식사운동동시중재의 하위분석 결과, 복부비만에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램 7건은 동질성이 확인되어($\chi^2=5.92, p=.314; I^2=16\%$), 고정효과모형으로 산출한 효과크기는 -2.77 cm (95% CI: -4.77~-0.76, $p=.007$)로 통계적으로 유의하였다. 식사운동동시중재를 적용하여 높은 수축기 혈압에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램 7건은 동질성이 확인되어($\chi^2=6.92, p=.227; I^2=28\%$), 고정효과모형으로 산출한 효과크기는 -5.44 mmHg (95% CI: -10.76~-0.12, $p=.044$)로 통계적으로 유의하였다. 식사운동동시중재를 적용하여 고중성지방혈증, 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤, 높은 이완기 혈압과 혈당장애에 미치는 효과를 제시한 연구들은 통계적으로 유의하지 않았다.

5. 대사증후군 식사와 운동중재 기간에 따른 임상적 지표에 대한 효과

NCEP ATP III에서 대사증후군의 중재기간은 6개월을 권고함에 따라[1], 본 연구는 중재기간에 따라 24주 미만 중재와 24주 이상 중재로 구분하여 하위분석을 실시하였으나, 24주 미만의 기간 동안 중재를 적용하여 대사증후군 임상적 지표에 미치는 효과를 제시한 연구들은 통계적으로 유의하지 않았다(Table 3). 24주 이상 중재의 하위분석 결과, 복부비만에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램 3건은 동질성이 확인되어($\chi^2=0.83, p=.660; I^2=0\%$), 고정효과모형으로 산출한 효과크기는 -2.78 cm (95% CI: $-4.69 \sim -0.87, p=.004$)로 통계적으로 유의하였다. 24주 이상 기간 동안 중재를 적용하여 높은 이완기 혈압에 미치는 효과를 제시한 중재프로그램 3건은 동질성이 확인되어($\chi^2=0.50, p=.779; I^2=0\%$) 고정효과모형으로 산출한 효과크기는 -1.93 mmHg (95% CI: $-3.63 \sim -0.22, p=.026$)로 통계적으로 유의하였다. 24주 미만 기간 동안 중재를 적용하여 고중성지방혈증, 낮은 고밀도지단백 콜레스테롤, 높은 수축기 혈압과 혈당장애에 미치는 효과를 제시한 연구들은 통계적으로 유의하지 않았다.

논 의

본 연구는 식사와 운동중재가 대사증후군 대상자의 대사증후군 관련 임상지표에 미치는 영향을 확인하기 위해 총 9편 연구논문의 총 13건 무작위대조군중재프로그램을 바탕으로 736명의 연구 대상자의 특성, 중재 방법 및 결과 등에 대하여 체계적으로 고찰한 후 메타분석을 통해 식사와 운동중재의 효과를 분석하였다. 분석에 포함된 13건의 중재프로그램에서의 중재 방법을 살펴보면, 식사중재의 경우 낮은 포화지방, 높은 단백질, 풍부한 식이섬유가 있는 과일이나 채소로 구성된 식단을 권고하는 중재가 많았으며[22,25,29], 평소 식사에 오트밀과 같이 전곡이 풍부한 식사를 추가하는 중재[26,27], 견과류를 일정한 매일 섭취하는 식사중재[30]가 시행되었다. 식사운동동시중재에서 식사중재는 모든 연구에서 열량을 제한하는 중재를 기본으로, 단백질 증가[22,23] 또는 낮은 포화지방[28] 섭취를 권장하는 중재로 시행되었다. 더불어 식사운동동시중재의 운동중재는 중등도 운동으로만 정의된 1건[28]의 연구를 제외하고 목표된 심박수를 바탕으로 운동의 강도를 조정하는 중재가 대부분이었으며, 자전거타기[22,23], 걷기[23,24,28] 등의 유산소운동으로 시행되었다.

메타분석 결과, 연구들의 동질성이 확인된 가운데, 대사증후군 대상자의 식사와 운동중재는 복부비만을 감소시키는데 효과가 있는

것으로 나타났다. 복부비만은 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증, 지방간 등 만성질환의 발병위험을 증가시키며[6,7,9,10], 복부비만의 감소는 단순히 복부비만만이 아닌, 대사증후군의 다른 임상적 특성인 상승된 혈압, 고중성지방혈증, 저고밀도지단백콜레스테롤혈증, 혈당장애에도 긍정적 영향을 미치는 것으로[7,8,10] 알려짐에 따라, 본 연구에서 확인된 대사증후군에 대한 식사와 운동중재의 효과는 의미 있는 결과라고 할 수 있다. 또한 본 연구의 결과는 기존의 연구에서 대사증후군 운동중재는 교감신경의 긴장 증가를 통해 내장지방 분해가 촉진되며 이는 내장지방의 감소로 이어진다는 연구와[7,9], 열량제한식사를 바탕으로 미네랄, 비타민, 불포화지방산과 식이섬유가 강화된 식사중재는 지방조직양의 감소, 체내 지방 흡착 등의 기전을 통해 복부비만이 감소된다는 기존의 연구들과[7-10] 유사한 결과였다. 그러나 건강인이나 비 대사증후군 대상자를 대상으로, 대사증후군 임상적 특성에 대한 중재의 효과를 분석한 기존 메타분석 연구와 비교하여, 식사중재를 통하여 고중성지방혈증이나 낮은 고밀도지단백콜레스테롤에 효과가 있다는 연구 결과와는 차이가 있었으며[11-13], 운동중재를 통하여 복부비만에 효과가 있다는 연구 결과와는 유사하였다[14]. 본 연구에서 지단백콜레스테롤에 대한 식사중재 효과가 나타나지 않은 것은, 비만이나 인슐린저항성이 있는 대사증후군 대상자는, 건강인에 비해 중성지방에 대한 이화작용의 감소로 식사중재에 대한 체내 콜레스테롤 수용기의 반응이 저조하다는 기존 연구와[10] 유사한 결과로, 논문 선택 시 건강인이 아닌 국제표준진단에 따른 대사증후군 대상자에 대한 중재연구로 제한하였기에 차이가 있는 것으로 여겨진다.

중재 종류에 따른 하위분석 결과, 식사운동동시중재 시 복부비만과 높은 수축기 혈압에 효과가 있는 것으로 나타났으며, 중재기간에 따른 하위분석 결과, 6개월 이상 중재 시 복부비만과 높은 이완기 혈압에 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 식사단독중재나 운동단독중재보다는 식사운동동시중재가 대사증후군관련인자 감소에 효과적이라는 기존 연구와 유사한 결과이며[9], 치료적 생활습관 중재의 장기적 유지를 위해 대사증후군 대상자에게 6개월 이상의 중재를 권고한다는 NCEP ATP III와 유사하였다[1]. 복부비만의 경우 식사운동동시중재나 6개월 이상의 중재로 구분한 하위분석 시 효과크기가 더 커짐에 따라, 향후 지역사회에서 대사증후군 대상자에 대한 중재 적용 시 6개월 이상의 중재기간을 바탕으로 식사와 운동을 병행한 복합중재가 우선적으로 권장되어야 할 것이다. 하지만 하위분석 결과는 연구의 수가 적어 검정력이 낮고 출판편향이 있는 것으로 나타남에 따라 해석 시 주의가 필요하다.

본 연구는 실험군과 대조군 모두 국제표준진단에 따른 대사증후군 대상자에게 식사와 운동중재를 수행한 무작위대조군들을 대상으로 메타 분석함에 따라, 건강인이나 비 대사증후군 대상자를 포

함한 기존 대사증후군관련 메타분석과 비교하여[11,12,14,15], 보다 명확하게 대사증후군 대상자 중심의 식사와 운동중재의 효과를 검증할 수 있었다는데 의미가 있다. 또한 분석 논문들의 질적 수준이 낮거나[12,14,15] 동질성 미확보[11]에 따른 기존 대사증후군관련 메타분석 연구의 제한점과 비교하여, 본 연구는 무작위할당방법, 측정도구 신뢰도 등 논문의 질 평가 항목에서 높은 수준으로 평가된 논문만을 분석한 것으로 의미가 있을 것으로 사료된다. 더불어 식사와 운동중재의 효과 분석 시 중재연구들의 동질성이 확인됨에 따라 고정효과 분석 방법을 통하여 출판편향 없이 메타분석하였으므로, 작은 효과크기지만 의미 있는 분석 결과를 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과는 추후 보건의료 현장에서 대사증후군 중재 전략도출 시, 식사와 운동중재를 적용함에 있어 객관적 근거를 제공할 수 있을 것이며, 그에 따른 중재 방법 및 중재기간에 대한 의사결정에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 대사증후군 대상자의 임상적 지표 중 복부비만의 개선효과를 확인함은 대사증후군 대상자의 간호 결과를 개선시키고 비용효과적인 간호를 제공하는 실무지식의 근거로 활용될 수 있을 것이다. 그러나 본 연구에서는 논문 선택 시 무작위할당 방법 및 질적 타당도가 확보된 연구논문으로 제한함에 따라 선정된 논문의 수가 적었으며, 메타분석에 필요한 통계치가 부족하여 본 연구에서 제외된 연구(52편의 논문)가 다수 있었으므로 추후 누적된 연구를 통해 이에 대한 반복 연구가 필요하다. 또한 향후 누적된 양질의 대사증후군 식사와 운동중재 연구를 통해 세분화된 중재 종류, 진단기준 등에 따른 효과판별을 위한 메타분석도 필요할 것으로 판단된다. 더불어 연구논문 선정 시 출판언어를 영어와 한글로 제한함에 따라 출판편중의 가능성이 있다.

결 론

본 연구는 13건(9편의 연구논문)의 잘 설계된 무작위대조군중재 프로그램을 토대로 메타분석을 통해 대사증후군 대상자에게 시행한 식사와 운동중재는 대사증후군의 여러 임상적 특성에 큰 영향을 미치는 복부비만을 감소시키는 효과가 있음을 보여주었다. 이중 식사 운동동시중재와 6개월 이상의 중재가 복부비만을 감소시키는 일치된 연구 결과를 보여주고 있어, 대사증후군 대상자의 식사와 운동중재는 대사증후군 치료 및 합병증 예방을 위한 중재 방법으로서 효과적임을 확인하였다. 본 연구에서 제시된 지역사회에서의 대사증후군 대상자에 대한 식사와 운동중재의 효과를 통해 대사증후군 식사와 운동중재 개발의 필요성을 제시하였으며, 대사증후군 중재프로그램 개발 시 객관적 근거자료로 유용할 것이라 여겨진다.

REFERENCES

1. National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). Third report of the national cholesterol education program (NCEP) Expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III) final report. *Circulation*. 2002;106(25):3143-3421.
2. International Diabetes Federation. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome [Internet]. Brussels, BE: Author; 2006 [cited 2014 October 30]. Available from: http://www.idf.org/webdata/docs/MetS_def_update2006.pdf.
3. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Medicine*. 1998;15(7):539-553. [http://dx.doi.org/10.1002/\(sici\)1096-9136\(199807\)15:7<539::aid-dia668>3.0.co;2-s](http://dx.doi.org/10.1002/(sici)1096-9136(199807)15:7<539::aid-dia668>3.0.co;2-s)
4. Grundy SM. Metabolic syndrome pandemic. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 2008;28(4):629-636. <http://dx.doi.org/10.1161/atvbaha.107.151092>
5. Kim E, Oh SW. Gender differences in the association of occupation with metabolic syndrome in Korean adults. *The Korean Journal of Obesity*. 2012;21(2):108-114. <http://dx.doi.org/10.7570/kjo.2012.21.2.108>
6. Gami AS, Witt BJ, Howard DE, Erwin PJ, Gami LA, Somers VK, et al. Metabolic syndrome and risk of incident cardiovascular events and death: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Journal of the American College of Cardiology*. 2007;49(4):403-414. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2006.09.032>
7. Kim MK, Park JH. Metabolic syndrome. *Journal of the Korean Medical Association*. 2012;55(10):1005-1013. <http://dx.doi.org/10.5124/jkma.2012.55.10.1005>
8. Kelley DE, Wing R, Buonocore C, Sturis J, Polonsky K, Fitzsimmons M. Relative effects of calorie restriction and weight loss in noninsulin-dependent diabetes mellitus. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 1993;77(5):1287-1293. <http://dx.doi.org/10.1210/jcem.77.5.8077323>
9. Pitsavos C, Panagiotakos D, Weinem M, Stefanadis C. Diet, exercise and the metabolic syndrome. *The Review of Diabetic Studies*. 2006;3(3):118-126. <http://dx.doi.org/10.1900/rds.2006.3.118>
10. Jenkins DJ, Kendall CW, Augustin LS, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, et al. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2002;76(1):266S-273S.
11. Kastorini CM, Milionis HJ, Esposito K, Giugliano D, Goudevenos JA, Panagiotakos DB. The effect of mediterranean diet on meta-

- bolic syndrome and its components: A meta-analysis of 50 studies and 534,906 individuals. *Journal of the American College of Cardiology*. 2011;57(11):1299-1313.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jacc.2010.09.073>
12. Blanco Mejia S, Kendall CW, Viguiouk E, Augustin LS, Ha V, Cozma AI, et al. Effect of tree nuts on metabolic syndrome criteria: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*. 2014;4(7):e004660.
<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004660>
 13. Jansen S, Lopez-Miranda J, Salas J, Castro P, Paniagua JA, Lopez-Segura F, et al. Plasma lipid response to hypolipidemic diets in young healthy non-obese men varies with body mass index. *Journal of Nutrition*. 1998;128(7):1144-1149.
 14. Schwingshackl L, Dias S, Strasser B, Hoffmann G. Impact of different training modalities on anthropometric and metabolic characteristics in overweight/obese subjects: A systematic review and network meta-analysis. *PLoS One*. 2013;8(12):e82853.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0082853>
 15. Dunkley AJ, Charles K, Gray LJ, Camosso-Stefinovic J, Davies MJ, Khunti K. Effectiveness of interventions for reducing diabetes and cardiovascular disease risk in people with metabolic syndrome: Systematic review and mixed treatment comparison meta-analysis. *Diabetes, Obesity & Metabolism*. 2012;14(7):616-625.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1463-1326.2012.01571.x>
 16. Higgins JPT, Green S, editors. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions: Version 5.1.0* [Internet]. London, UK: The Cochrane Collaboration; 2011 [cited 2014 September 5]. Available from: www.cochrane-handbook.org.
 17. Reaven GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*. 1988;37(12):1595-1607.
 18. U.S. National Library of Medicine. MeSH: Motor activity [Internet]. Bethesda, MD: Author; 1968 [cited 2014 October 30]. Available from: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=motor+activity)
[motor+activity](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=motor+activity).
 19. U.S. National Library of Medicine. MeSH: Nutrition therapy [Internet]. Bethesda, MD: Author; 2004 [cited 2014 October 30]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/68044623>.
 20. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*. 2009;6(7):e1000097.
<http://dx.doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
 21. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. SIGN 50: A guideline developer's handbook [Internet]. Edinburgh, UK: Author; 2011 [cited 2014 October 30]. Available from: <http://www.sign.ac.uk/guidelines/fulltext/50/index.html>.
 22. Straznicky NE, Grima MT, Lambert EA, Eikelis N, Dawood T, Lambert GW, et al. Exercise augments weight loss induced improvement in renal function in obese metabolic syndrome individuals. *Journal of Hypertension*. 2011;29(3):553-564.
<http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0b013e3283418875>
 23. Seligman BG, Polanczyk CA, Santos AS, Foppa M, Junges M, Bonzanini L, et al. Intensive practical lifestyle intervention improves endothelial function in metabolic syndrome independent of weight loss: A randomized controlled trial. *Metabolism*. 2011;60(12):1736-1740.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2011.05.006>
 24. Duthel F, Lac G, Courteix D, Dore E, Chapier R, Roszyk L, et al. Treatment of metabolic syndrome by combination of physical activity and diet needs an optimal protein intake: A randomized controlled trial. *Nutrition Journal*. 2012;11:72.
<http://dx.doi.org/10.1186/1475-2891-11-72>
 25. Katcher HI, Legro RS, Kunselman AR, Gillies PJ, Demers LM, Bagshaw DM, et al. The effects of a whole grain-enriched hypocaloric diet on cardiovascular disease risk factors in men and women with metabolic syndrome. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2008;87(1):79-90.
 26. Giacco R, Lappi J, Costabile G, Kolehmainen M, Schwab U, Landberg R, et al. Effects of rye and whole wheat versus refined cereal foods on metabolic risk factors: A randomised controlled two-centre intervention study. *Clinical Nutrition*. 2013;32(6):941-949.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2013.01.016>
 27. Hallikainen M, Toppinen L, Mykkanen H, Agren JJ, Laaksonen DE, Miettinen TA, et al. Interaction between cholesterol and glucose metabolism during dietary carbohydrate modification in subjects with the metabolic syndrome. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2006;84(6):1385-1392.
 28. Fitch KV, Anderson EJ, Hubbard JL, Carpenter SJ, Waddell WR, Caliendo AM, et al. Effects of a lifestyle modification program in HIV-infected patients with the metabolic syndrome. *AIDS*. 2006;20(14):1843-1850.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.aids.0000244203.95758.db>
 29. Esposito K, Marfella R, Ciotola M, Di Palo C, Giugliano F, Giugliano G, et al. Effect of a mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of vascular inflammation in the metabolic syndrome: A randomized trial. *JAMA: Journal of the American Medical Association*. 2004;292(12):1440-1446.
<http://dx.doi.org/10.1001/jama.292.12.1440>
 30. Casas-Agustench P, Lopez-Uriarte P, Bull M, Ros E, Cabrer-Vila JJ, Salas-Salvad J. Effects of one serving of mixed nuts on serum lipids, insulin resistance and inflammatory markers in patients with the metabolic syndrome. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*. 2011;21(2):126-135.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2009.08.005>

APPENDIX 1. 9 Selected Studies in Meta-analysis

- a1. Straznicky NE, Grima MT, Lambert EA, Eikelis N, Dawood T, Lambert GW, et al. Exercise augments weight loss induced improvement in renal function in obese metabolic syndrome individuals. *Journal of Hypertension*. 2011;29(3):553-564.
<http://dx.doi.org/10.1097/HJH.0b013e3283418875>
- a2. Seligman BG, Polanczyk CA, Santos AS, Foppa M, Junges M, Bonzanini L, et al. Intensive practical lifestyle intervention improves endothelial function in metabolic syndrome independent of weight loss: A randomized controlled trial. *Metabolism*. 2011;60(12):1736-1740.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.metabol.2011.05.006>
- a3. Katcher HI, Legro RS, Kunselman AR, Gillies PJ, Demers LM, Bagshaw DM, et al. The effects of a whole grain-enriched hypocaloric diet on cardiovascular disease risk factors in men and women with metabolic syndrome. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2008;87(1):79-90.
- a4. Hallikainen M, Toppinen L, Mykkanen H, Agren JJ, Laaksonen DE, Miettinen TA, et al. Interaction between cholesterol and glucose metabolism during dietary carbohydrate modification in subjects with the metabolic syndrome. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2006;84(6):1385-1392.
- a5. Giacco R, Lappi J, Costabile G, Kolehmainen M, Schwab U, Landberg R, et al. Effects of rye and whole wheat versus refined cereal foods on metabolic risk factors: A randomised controlled two-centre intervention study. *Clinical Nutrition*. 2013;32(6):941-949.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2013.01.016>
- a6. Fitch KV, Anderson EJ, Hubbard JL, Carpenter SJ, Waddell WR, Caliendo AM, et al. Effects of a lifestyle modification program in HIV-infected patients with the metabolic syndrome. *AIDS*. 2006;20(14):1843-1850.
<http://dx.doi.org/10.1097/01.aids.0000244203.95758.db>
- a7. Esposito K, Marfella R, Ciotola M, Di Palo C, Giugliano F, Giugliano G, et al. Effect of a mediterranean-style diet on endothelial dysfunction and markers of vascular inflammation in the metabolic syndrome: A randomized trial. *JAMA: Journal of the American Medical Association*. 2004;292(12):1440-1446.
<http://dx.doi.org/10.1001/jama.292.12.1440>
- a8. Dutheil F, Lac G, Courteix D, Dor E, Chapier R, Roszyk L, et al. Treatment of metabolic syndrome by combination of physical activity and diet needs an optimal protein intake: A randomized controlled trial. *Nutrition Journal*. 2012;11:72.
<http://dx.doi.org/10.1186/1475-2891-11-72>
- a9. Casas-Agustench P, Lopez-Uriarte P, Bull M, Ros E, Cabrer-Vila JJ, Salas-Salvad J. Effects of one serving of mixed nuts on serum lipids, insulin resistance and inflammatory markers in patients with the metabolic syndrome. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*. 2011;21(2):126-135.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2009.08.005>

APPENDIX 2. Search Strategy Utilized for PubMed

- 1 Search Metabolic Syndrome X[Mesh Terms]
- 2 Search Health Behavior[Mesh Terms]
- 3 Search Motor Activity[Mesh Terms]
- 4 Search Nutrition Therapy[MeSH Terms]
- 5 Search #2 OR #3 OR #4
- 6 Search #1 AND #5
- 7 Search NOT child[Title/Abstract]
- 8 Search NOT animal[Title/Abstract]
- 9 Search #7 OR #8
- 10 Search #6 AND #9