

운동이 노인의 인지기능에 미치는 영향 : 체계적 문헌고찰 및 메타분석[†]

정복레¹ · 한지영²

¹경북대학교 간호대학 · ²신라대학교 간호학과

접수 2016년 8월 3일, 수정 2016년 9월 3일, 게재확정 2016년 9월 18일

요약

본 연구는 65세 이상의 정상 노인을 대상으로 운동요법이 인지기능에 미치는 영향을 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 통해 확인하고자 수행되었다. 본 연구는 국내 주요 DB를 이용하여 논문검색을 하였으며 3,197편 중 선정기준에 적합한 최종 14편의 논문을 체계적 문헌고찰하였으며 이 중 효과크기를 산출할 수 있는 11편을 대상으로 메타분석을 실시하였다. 분석은 랜덤효과모형을 이용하였으며, 운동중재의 효과크기를 산출하였다. 본 연구에서 운동중재의 인지기능에 대한 효과크기는 Hedges' $g=1.05$ (95% CI: 0.61~1.50)로 큰 효과크기를 보였으며, 전체 이질성이 $I^2=82.3\%$ ($Q=56.61$, $p<.001$)로 중재방법, 주당 중재횟수, 중재기간, 측정도구를 조절변수로 하여 조절효과를 분석하였다. 분석결과 중재방법, 주당 중재횟수, 중재기간에서는 유의한 차이가 없었으며, 측정도구에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 연구는 우리나라 노인의 인지기능에 운동이 미치는 영향에 대한 국내연구결과들을 체계적으로 분석하고, 그 효과크기를 객관적으로 제시하여 향후 인지 기능 향상을 위한 중재전략으로 운동요법을 설계할 때 기초자료를 제공하였다는 데에 의의가 있다.

주요용어: 노인, 메타분석, 운동, 인지기능.

1. 머리말

1.1. 연구의 필요성

전 세계적으로 노령화는 심각한 사회문제이며, 특히 우리나라의 노령화 속도는 세계 최고 수준이다. 통계청에서 발표한 2016년 한국인의 평균수명은 81세로 노인들이 단순히 오래 사는 것이 아닌 건강하게 오래 사는 강건노령에 대한 욕구에 초점이 맞춰지고 있다 (Park, 2011). 노인들에게 있어서 심신의 건강유지는 성공적인 노화와 직결된다고 할 수 있는 데 대체로 노인들은 노화가 진전됨에 따라 자연발생적으로 나타나는 신체적 제 기능의 감소와 인지기능의 둔화가 뚜렷해지기 시작하기 때문에 이에 대한 적절한 대처가 필요하다 (Bae 등, 2014).

인지기능은 인간이 사고나 감지의 대상을 생각하고 느끼고 기억화하는 과정을 의미하는 대뇌피질의 기능으로 정보를 선택, 습득, 분류, 통합하는 수용기능, 정보의 저장과 인출을 나타내는 기억과 학습, 정보의 정신적 조직과 재조직하는 사고, 정보를 의사소통하거나 행위를 하는 표현기능을 의미한다 (Lezak

[†] 이 논문은 2015년도 정부 (교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2015R1D1A1A01061493)1).

¹ (700-422) 대구광역시 중구 국채보상로 680, 경북대학교 간호대학, 교수.

² 교신저자: (617-736) 부산광역시 사상구 괘법동 산1-1, 신라대학교 간호학과, 부교수.

E-mail: hanjy@silla.ac.kr

등, 2004). 인지기능의 저하는 노인에게 발생하는 가장 큰 건강문제의 하나로 노화가 진행됨에 따라 점진적으로 기억과 학습, 주의집중, 지각, 추론, 문제해결 등을 포함하는 인지기능이 저하된다. 이러한 인지기능의 저하는 의사소통과 사회적 관계형성에 문제점을 유발하여 정상적인 생활에 어려움을 겪게 된다 (Shon과 Yoo, 2010).

운동이 노인의 인지기능 유지와 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구의 결과들로 운동의 중요성이 매우 부각되고 있는데, 특히 규칙적인 운동은 뇌에 혈액순환을 촉진시켜 인지적 감퇴를 지연시키고 노인의 기력과 호기 능력을 증진시킬 수 있을 뿐 아니라, 만성질환의 영향을 감소시키며, 부종으로 인한 나쁜 영향을 감소시킨다 (Hall 등, 2001; Shin과 Shin, 2008).

운동과 관련된 증재연구에서는 달리기, 빨리 걷기, 수영과 같이 운동에 필요한 에너지로 산소를 이용하며 주로 지방을 연료로 쓰고, 장기간 피로물질의 축적 없이 에너지 생성이 가능한 유산소운동이 인지기능과 정적인 상관성이 있는 것으로 나타났다 (Colcombe와 Kramer, 2003). 또한 유산소운동은 반응속도와 정확도를 높임으로써 집중력과 문제해결력을 향상시키고 우울과 불안을 감소시킨다 (Tomporowski, 2003; Hughes과 Santomier, 1984). 일정기간 유산소 훈련에 참여한 노인들의 인지기능에 대한 효과가 유의하게 컸으며 처리속도 (processing speed), 공간적 처리속도 (visuospatial processing), 제어처리 (controlled processing), 그리고 집행기능 (executive function) 모두에서 긍정적인 효과가 나타났다. 특히 전두엽에 의해 통제되는 집행기능에 대한 효과가 가장 큰 것으로 나타났다 (Colcombe와 Kramer, 2003). 인지기능에 긍정적인 영향을 미치는 운동유형으로는 걷기 (Shin, 2015), 리듬운동 (Kwon과 Cho, 2014), 복합운동 (Hong, 2013) 등이 있다. 이처럼 운동은 노인의 신체적, 정서적, 인지적 건강을 도모해 줄 수 있는 간호증재가 분명하나 많은 연구들이 인지장애가 있는 노인들을 대상으로 이루어졌으며, 운동증재방법, 연구방법 및 측정도구를 비교·분석한 연구가 없어 실제적으로 인지기능 향상을 위한 증재전략으로 운동요법을 계획하는 데 있어 어렵다는 문제가 있다.

이에 본 연구는 인지장애가 없는 노인을 대상으로 하여 운동증재를 시행하고 운동의 인지기능에 미치는 효과를 확인한 연구들을 중심으로 연구결과들을 체계적으로 종합하여 분석함으로써 향후 인지기능 향상을 위한 증재전략으로 운동요법을 계획하는 데 있어 기초자료를 제공하고자 시도하게 되었다.

1.2. 연구목적

본 연구의 목적은 노인의 인지기능을 향상시키는 운동증재연구의 결과들을 체계적 문헌고찰과 메타분석을 통하여 운동증재의 효과를 검증하고 증재전략으로 운동요법 적용의 타당성을 확인하기 위한 것으로 구체적인 목적은 다음과 같다.

첫째, 체계적 문헌고찰을 통하여 선별된 연구의 일반적 특성을 파악한다.

둘째, 메타분석에 포함된 연구를 중심으로 운동증재가 노인의 인지기능 향상에 미치는 효과크기를 산출한다.

셋째, 산출된 효과크기의 이질성을 확인하고 그에 따른 조절효과를 분석한다.

2. 연구방법

2.1. 연구 설계

본 연구는 운동증재가 노인의 인지기능 향상에 미치는 영향을 파악하기 위해 노인들을 대상으로 운동증재를 시행한 국내연구의 결과들을 대상으로 수행된 체계적 문헌고찰 및 메타분석이다.

2.2. 검색데이터베이스 및 주제어 등

본 연구는 Cochrane collaboration의 체계적 문헌고찰핸드북 (Higgins와 Green, 2011)과 PRISMA (preferred reporting items for systematic reviews and meta analysis)의 체계적 문헌고찰에 따라 진행되었다.

대상자료는 2016년 4월까지 발행된 관련 주제어 등에 해당되는 동료평가가 된 학술지 연구 문헌을 검색하였으며, 검색기간은 제한을 두지 않았다. 국내데이터베이스인 한국교육학술정보원 (RISS), 한국학술정보원 (KISS), 학술데이터베이스서비스 (DBpia), 국가과학기술정보 통합서비스 (NDSL)을 사용하여 논문을 검색하였다.

검색어는 핵심질문의 구성요소로부터 주요 검색어를 도출하였으며, 핵심어는 ‘노인 (the aged OR the elderly)’, ‘운동 (exercise)’, ‘신체활동 (physical activity OR motor activity)’, ‘인지, 인지기능 (cognition OR cognitive function)’, ‘인지장애 (cognitive impairment OR cognitive disorder)’이고, 한국어와 영문으로 검색하였다.

2.3. 연구의 선정기준 및 제외기준

본 연구는 체계적 문헌고찰을 위하여 PICO-SD (participants, intervention, outcome, study design)형식에 따라 핵심질문을 65세 이상의 인지손상이 없는 노인에서 (participants) 운동 (intervention)이 인지기능에 미치는 영향은 어떠한가 (outcome)로 질문을 구성한 뒤 전향적 조사연구 (study design)을 중심으로 체계적 고찰하였다.

연구설계가 본 연구와 부합되지 않는 연구나 인지장애가 있는 대상자를 대상으로 한 연구, 소아나 청소년을 대상으로 한 연구, 대상 집단이 단일군인 연구, 종설, 횡단적 연구, 동물실험연구 및 임상시험연구는 제외하였다.

2.4. 문헌 선정과 질 평가

문헌 검색 과정의 편차를 최소화하기 위해 선정과 배제과정을 반복적으로 수행하여 같은 결과가 도출되는 지 확인하였으며, 문헌 선정의 타당도를 높이기 위해 동료 평가가 된 학술지 연구 문헌만을 연구대상에 포함하였다.

각 데이터베이스별로 검색된 문헌을 모두 병합한 후 중복 문헌을 제거하였다. 중복문헌 제거 후 일차 연구의 제목과 초록을 통해 본 연구의 핵심질문과 부합하지 않은 연구를 배제하였으며 제목과 초록으로 선정이 어려운 경우 전문을 확인하여 선정여부를 판단하였다.

대상연구의 질 평가를 위해 무작위 대조군 연구는 Cochrane ROB (risk of bias)를 사용하였고 비무작위대조군 연구는 한국보건의료연구원의 RoBANS (risk of bias assessment tool for non-randomized study)를 사용하였다. Cochrane ROB는 무작위 배정순서 생성 (무작위 순서의 부적절한 생성에 따른 선택 빼돌림), 배정순서 은폐 (부적절한 배정순서 은폐에 따른 선택 빼돌림), 연구참여자·연구자에 대한 눈가림 (연구 참여자, 연구자가 배정된 중재를 알게 됨으로 인한 실행 빼돌림), 결과평가에 대한 눈가림 (결과평가지가 배정된 중재를 알게 됨으로 인한 결과 확인 비뚤림), 불충분한 결과자료 (불충분한 결과자료의 특성이나 처리로 인한 탈락 비뚤림), 선택적 보고 (선택적 결과보고로 인한 보고 빼돌림), 그 외 빼돌림 (다른 영역에서 평가하지 못한 문제점으로 인해 발생한 빼돌림) 7문항으로 구성되었으며, RoBANS는 대상군 선정 (부적절한 중재 혹은 노출군 또는 환자군 선정으로 발생한 선택 빼돌림), 교란변수 (교란변수 확인과 고려가 부적절하여 발생한 선택 빼돌림), 노출측정 (부적절한 중재 혹은 노출 측정으로 인해 발생한 실행 빼돌림), 결과평가 (부적절한 결과 평가 방법으로 인해 발생한 결과 확인 빼

떨림), 불완전한 결과자료 (불완전한 자료를 부적절하게 다루어 발생한 탈락 빼떨림), 선택적 결과 보고 (선택적 결과보고 때문에 발생한 보고 빼떨림)의 6문항으로 구성되어 있다. 평가결과는 낮음, 높음, 불명확으로 나타내었다. 평가도구를 바탕으로 연구자 2인이 각각 문헌의 질평가를 수행하였으며, 이를 함께 검토하여 일치된 평가결과가 나오도록 진행하였다.

2.5. 자료분석

2.5.1. 체계적 문헌고찰 선정논문의 일반적 특성 확인

체계적 문헌고찰에 포함된 총 14편 연구논문이 특성을 분석한 후 코드화하여 정리하였다 (Table 3.3). 코딩표는 일련번호, 저자, 연구설계, 표본수 (전체, 실험군수, 대조군수), 중재방법, 측정도구, 결과 등으로 구성하였다. 그리고 각 연구에서 제시하고 있는 기본 통계적 수치, 사전, 사후의 평균, 표준편차, 표본크기에 대한 정보를 별도로 취합하였다.

2.5.2. 효과크기 산출

총 14편 중 효과크기 산출을 위한 통계치가 제시되지 않은 논문 3편 (Kim, 2009; Kim, 2010; Shin, 2015)을 제외한 11편을 대상으로 Comprehensive Meta-Analysis (CMA 3.0)을 활용하여 운동중재를 받은 노인집단과 받지 않은 노인집단간의 인지기능변화에 대한 효과크기를 산출하였다. 효과크기 (summary effect)는 각 연구의 연구방법, 표본, 중재방법이 다양한 점을 인정하여 임의효과모형 (random effect model)을 적용하여 산출하였다. 그리고 종속변수를 측정하는 도구가 다른 경우를 비교하기 위하여 표준화평균차이 (standardized mean differences; SMDs)를 산출하는 데, Cohen's d는 표본이 작을 경우 효과크기를 과대추정하는 경향이 있으므로 교정된 표준화된 평균효과크기 (corrected standardized mean difference) 즉 Hedges' g를 효과크기로 산출하였으며 95% 신뢰구간 (confidence intervals; CI)로 계산하였다.

분석대상연구의 동질성 여부는 Q 통계량과 이질성지수 (I^2)로 확인하였다. 일반적으로 Q 값에 대한 유의확률이 0.10이하이고 I^2 가 50%를 넘으면 그 이질성의 정도는 상당하다고 해석할 수 있다 (Higgins와 Green, 2011). 각 연구가 보여주는 효과크기의 이질성에 대한 추가적인 설명을 위해 조절변수의 속성에 따라 메타 ANOVA를 활용하여 조절효과분석을 실시하였다. 최종적으로 출간오류 (publication bias)를 분석하기 위해 Funnel plot을 사용하여 삼각형 모양의 기준선을 중심으로 대칭적으로 분포되어 있으면 출간오류가 발생하지 않은 것으로 해석하였다.

3. 연구결과

3.1. 자료선정

한국교육학술정보원 (RISS)을 통해 2,643편, 한국학술정보원 (KISS) 322편, 학술데이터베이스서비스 (DBpia) 75편 그리고 국가과학기술정보 통합서비스 (NDSL)을 통해 157편이 검색되었다. 검색문헌은 Refworks과 수기검색을 통해 중복 검색된 자료를 조사한 결과 총 521편이 중복된 것으로 나와 2,676편을 중심으로 연구의 제목과 초록을 고찰하였다. 고찰결과 39편이 걸러졌고 39편 중 한 그룹을 대상으로 한 연구 5편, 인지장애가 있는 그룹과 비교한 연구 3편, 중년여성을 대상으로 한 연구 1편, 중재연구가 아닌 조사연구가 6편, 중설연구가 10편으로 고찰가능한 연구로 선정된 연구는 총 14편이었으며, 그 중 대조군이 없는 연구 3편을 제외한 11편이 메타분석에 최종 선택되었다 (Figure 3.1).

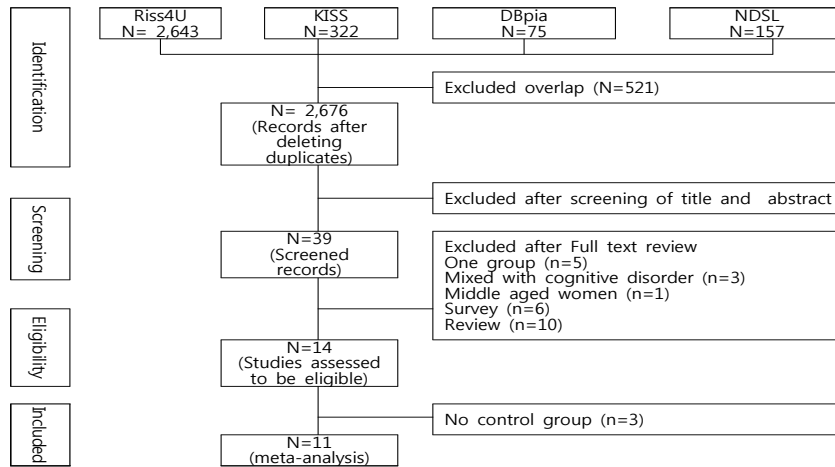


Figure 3.1 Flow chart of study selection process

3.2. 질 평가 결과

해당논문 14편 중 무작위대조군 6편에 대해 Cochrane ROB (risk of bias)를 사용하여 평가한 결과 무작위 배정순서에서 비뚤림 위험이 낮은 연구가 4편, 무작위 배정순서에 대한 기술이 없어 비뚤림 위험이 높다고 판단한 논문이 2편이었다. 배정순서의 은폐는 낮음인 3편, 은폐방법에 대한 기술이 없는 논문이 3편이었으며, 연구참여자와 연구자에 대한 눈가림에서는 눈가림이 시행되지 않았거나 불완전하나 눈가림이 결과에 영향을 미치지 않을 것으로 판단하여 6편 모두 비뚤림이 낮은 것으로 평가하였으며, 결과평가에 대한 눈가림에서도 눈가림이 시행되지 않았으나, 눈가림이 결과평가에 영향을 미치지 않을 것으로 판단되어 6편 모두 비뚤림이 낮은 것으로 평가하였다. 탈락비뚤림에서 6편 모두 낮은 것으로 평가되었으며, 선택적 보고에서 사전에 정해진 방법대로 다루어져 6편 모두 비뚤림이 낮은 것으로 평가하였다. 그 외 비뚤림 위험문제는 기다 다른 문제점들이 없어 6편 모두 비뚤림 위험이 낮은 것으로 평가하였다 (Table 3.1).

Table 3.1 Risk of bias for randomized controlled trial studies

Domain	Risk of bias		
	Unclear	Low	High
Random sequence generation (selection bias)	-	4	2
Allocation concealment (selection bias)	3	3	-
Blinding of participants and personnel (performance bias)	-	6	-
Blinding of outcome assessment (detection bias)	-	6	-
Incomplete outcome data (attrition bias)	-	6	-
Selective reporting (reporting bias)	-	6	-
Other bias	-	6	-

비무작위대조군 연구 8편에 대해 RoBANS (risk of bias assessment tool for non-randomized study)를 사용하여 평가한 결과 대상군 선정에서는 8편 모두 비뚤림이 낮은 것으로 평가하였으며, 교란 변수에 있어서는 1편만이 비뚤림이 낮았으며 7편이 이에 대한 기술이 없어 불확실한 것으로 평가하였다. 노출측정방법과 결과평가에서 8편 모두 비뚤림이 낮은 것으로 평가하였으며, 불완전한 결과자료에서는 6편이 비뚤림이 낮았으며 2편이 결측치에 대한 분명한 설명이 없거나 결측치가 차지하는 비율이 적지 않아 높은 것으로 평가하였다. 선택적 결과보고에서 계획했던 대로 기술되었으므로 8편 모두 비뚤림이 낮은 것으로 평가하였다 (Table 3.2).

Table 3.2 Risk of bias for non randomized controlled trial studies

Domain	Risk of bias		
	Unclear	Low	High
Selection of participants	-	8	-
Confounding variables	7	1	-
Measurement of exposure	-	8	-
Blinding of the outcome assessments	-	8	-
Incomplete outcome data	-	6	2
Selective outcome reporting (reporting bias)	-	8	-

3.3. 분석에 포함된 연구들의 일반적 특성

선정된 14편의 연구논문은 2001년부터 2016년까지의 연구들로 연구논문의 특성은 Table 3.3과 같다. 연구방법은 RCT 6편, NRCT 8편이었으며, 그 중 메타분석에서는 대조군이 없는 3편이 제외되어 RCT 6편, NRCT 5편을 분석대상으로 하였다. 운동중재유형은 연구에서 정한 프로그램명명은 다르게 표현 하긴 하였으나 크게 내용으로 구분하였을 때 유산소운동이 2편, 에어로빅댄스와 율동게임 1편, 운동을 포함한 노래부르기 1편, 요가와 체중부하 저항운동 1편, 레크리에이션과 테라밴드 운동프로그램 1편, 걸기와 테라밴드운동 1편, 유산소운동과 테라밴드운동 1편, 유연성, 유산소운동 및 근력강화, 균형으로 이루어진 운동프로그램 2편, 근력강화운동 1편으로 모든 프로그램에 유산소운동(7편)과 근력운동(7편)이 가장 많이 포함되어 있었다. 그 외에 테라밴드 (thera band)를 활용한 운동이 3편이 있었으며 다양한 레크리에이션을 활용한 운동프로그램도 있었다. 중재횟수는 주3회가 8편이었으며, 주2회가 3편이었다. 중재기간은 8주가 1편, 12주가 3편, 16주가 5편, 24주가 2편으로 16주가 가장 많았다. 측정도구는 Mini-mental state examination (MMSE)이 6편으로 가장 많았으며 Wechsler adult intelligence scale (K-WAIS)이 2편, Digit span 등이 2편, Cognitron test (Vienna test system)가 1편이었다.

Table 3.3 General characteristics of studies included in systematic review and meta-analysis

Reference	Study design	Subject	Sample size		Intervention	Measurement	Findings	
			Exp	Cont				
4. Kim and Yoo (2013)	RCT	older adults	24	12 (68.20±2.53)	12 (68.12±1.67)	Group aerobic exercise 60min, 3x/wk ×16wks	Digit span test et al. [†]	Frontal lobe cognitive function data revealed that aerobic exercise group exhibited improvement compared to the control group.
7. Kim et al. (2009)*	NRCT	elderly women	13	13 (MMSE 23.1;6247;6)	-	Combined exercise (walking & yoga) 40min, 3x/wk ×8wks	Memory capacity of CSOA & EEG	In the below 23 scale group there was significant improvements of memory recall, word memory, and delayed recall, and changes of EEG activity β wave and δ wave.
8. Kim et al. (2010)*	NRCT	elderly women	16	16 (MMSE 23.1;8247;8)	-	Combined exercise (walking & yoga) 40min, 3x/wk ×8wks	CSOA	There is no different to change patterns among two groups.
12. Oh et al. (2007)	RCT	older adults	151	73 (75.78±5.85)	78 (78.36±6.92)	Senior exercise(aerobic dance, stretching, Rhythm game) 50min, 3x/wk ×12wks	K-WAIS,cognitive function	The experimental group performed significantly better in memory, deduction and problem solving compared to the control group.12-week senior workout improves the cognitive function.
14. Jung and Min (2001)	NRCT	older adults	60	30	30	singing program & physical exercise 40min, 2x/wk ×24wks	MMSE	After program, the experimental group significantly improves on calculating and matching ability.
16. Hong (2011)	NRCT	elderly women	68	38 (69.19±4.96)	30 (69.50±5.98)	Home exercise program (Yoga & Weight bearing resistance exercise)50min, 3x/wk ×12wks×2(1step, 2step)	MMSE	After exercise program, the experimental group significantly improves on orientation, memory record and memory review. Cognitive function (memory record, memory review) was significant difference between groups.
17. Kim (2010)	RCT	elderly women	27	14 (78±6.6)	13 (76±5.6)	Recreational exercise program(recreation, Thera band gymnastics)50min, 3x/wk ×8wks	Object assembly and digit symbol of K-WAIS	The exercise group significantly improved cognition (object assembly).
19. Shon and Yoo (2010)	RCT	elderly women	24	12 (73.75±7.77)	12 (77.33±5.49)	Combined exercise (aerobic exercise, thera band exercise) 60min, 3x/wk ×16wks	Cognitron of Vienna test system (test form8)	The experimental group performed significantly better in the cognitron test compared to the control group. Participating in the combined exercise improved cognitive function.
20. Shin (2009)	NRCT	older adults (60f)	70	42	28	exercise program (fitness, aerobic exercise, muscle strength, balance) 50-60min, 2x/wk ×16wks	Digit span test et al. [†]	Attention, immediate memory, delayed memory, and verbal fluency improved after the exercise program.
21. Shin and Shin (2008)	NRCT	older adults (65f)	70	42 (Physical strength 25-50% ;12, > 50% ; 30)	28	Tailored group exercise program (fitness, aerobic exercise, muscle strength, balance) 50-60min, 2x/wk ×16wks	MMSE	Cognitive function was not significant difference among groups (MMSE-K).
22. Shin (2015)*	NRCT	elderly women	27	27 (9: Walking 9; Yoga, 9: Korean dance)	-	Walking, Yoga,Korean dance 50-60min, 3x/wk ×16wks	MMSE	Cognitive function was neither main effect in MMSE-K.
26. Han et al. (2014)	RCT	older adults (65f)	27	18	9	aerobic exercise60min, 3x/wk ×12wks	MMSE-DS	The exercise group had significantly improved cognitive function scales of S-GDS and MMSE-DS as compared with control group.
27. Kim and Jin (2016)	RCT	elderly women	23	12	11	Combined exercise (Thera band exercise, walking) 60min, 3x/wk ×16wks	MMSE	There was not significant difference scale between the groups in cognitive function.
33. Choh and Kim (2013)	NRCT	older adults	62	30 (65-74;11, ≥75;19)	32 (65-74;10, ≥75;22)	Healthy 100 years old one, two, three (weight training, stretching) 50min, 3x/wk ×12wks	MMSE	After program, the cognitivefunction of the experimental group were significantly better than that of the control group.

*: Excluded meta-analysis, Exp: experimental group, Cont: control group, CSOA: Cognitive Scale for Older Adults, K-WAIS: Wechsler Adult Intelligence Scale, MMSE: mini-mental state examination, Digit span test et al. [†]: Digit span test, Trail making test, Verbal memory test, Controlled oral word association test, Finger tapping tes.

3.4. 운동중재의 효과크기

체계적 문헌고찰에 포함된 총 14편 중 효과크기분석이 가능한 논문 11편을 대상으로 한 집단의 평균, 표준편차, 표본크기를 이용하여 교정된 표준화된 평균차이 (Hedges'g)를 산출한 결과를 forest plot으로 제시하였다 (Figure 3.2). 전체 연구의 평균효과크기는 Hedges' g=1.05 (95% CI: 0.61~1.50)로 나타나 큰 효과를 나타내는 0.8보다 커서 운동중재의 효과가 매우 큰 것으로 해석할 수 있다 (Cohen, 1988). 전체크기의 이질성은 총분산에서 연구간 분산이 차지하는 비율 $I^2=82.3%$ ($Q=56.61, p < .001$)로 75%를 넘어 높은 이질성을 보인다고 해석할 수 있다 (Deeks 등, 2006).

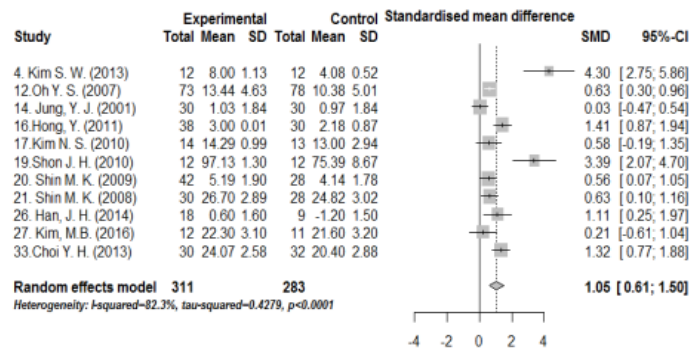


Figure 3.2 Effect size of exercise intervention on the elderly (random effects model)

3.5. 조절효과분석

본 연구의 전체 이질성이 $I^2=82.3%$ ($Q=56.61, p < .001$)로 나타나 효과크기의 이질성에 대한 탐색적 설명이 필요하다고 판단되어 연구변수인 중재방법, 주당 횟수, 기간, 측정도구를 조절변수 (moderators)로 하여 메타 ANOVA를 실시하였다 (Table 3.4). 중재유형에 따른 인지기능의 효과를 알아보기 위해 분석한 결과 운동 중재의 종류는 9가지로 나타났으며, 이중 유산소 운동이 2편, 유산소운동, 근력운동, 균형운동으로 구성된 운동프로그램이 2편, 나머지 운동중재들은 모두 각각 1편씩이었다. 운동중재 중 가장 큰 효과크기를 나타낸 중재는 유산소운동과 테라밴드를 이용한 운동으로 Hedges' g=3.39 (95% CI: 1.37~5.40)이었으며, 다음이 유산소운동으로 Hedges' g=2.37(95% CI: 1.00~3.73)이었다. 중재에 따른 집단간의 Q 값은 $Q_b=12.66$ ($df=8, p=.124$)로 나타나 집단간의 효과크기 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 주당 중재횟수에 따른 인지기능의 효과를 확인하기 위해서 분석한 결과 주당 3회가 8편, 주당 2회가 3편으로 이었다. 주당 3회 Hedges' g=1.34(95% CI: 0.81~1.87)이었으며, 주당 2회 Hedges' g=0.41 (95% CI: -0.37~1.18)로 주당 3회의 효과크기가 더 큰 것으로 나타났으나 두 집단간의 $Q_b=3.81$ ($df=1, p=.051$)로 나타나 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 중재기간에 따른 중재의 효과크기 분석에서 16주 Hedges' g=1.49 (95% CI: 0.63~2.35)로 가장 컸으며 다음이 12주로 Hedges' g=1.01 (95% CI: -0.02~2.03)이었다. 집단간의 $Q_b=1.51$ ($df=3, p=.680$)로 나타나 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 측정도구에 따른 중재의 효과크기 분석에서는 4개의 측정도구 중 Vienna test Hedges' g=3.39 (95% CI: 1.48~5.30)으로 가장 컸으며 K-WAIS의 Hedges' g=0.61 (95% CI: -0.45~1.67)로 가장 효과크기가 작은 것으로 나타났다. 집단 간의 $Q_b=8.60$ ($df=3, p=.035$)로 나타나 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

Table 3.4 Subgroup analysis by intervention, per week, duration, and measurement

Category	subgroup	k	Hedges' g	95% CI		I ² (%)	Q _b (p)
				Lower	Upper		
Intervention	Aerobic dance, stretching, Rhythm game	1	0.63	-0.93	2.19	11.4	12.66 (.124)
	Aerobic exercise	2	2.37	1.00	3.73	13.3	
	Aerobic exercise, thera band exercise	1	3.39	1.37	5.40	5.9	
	Aerobic exercise, muscle strength, balance	2	0.59	-0.54	1.73	21.0	
	Recreation, Thera band gymnastics	1	0.58	-1.18	2.29	8.9	
	Singing, physical exercise	1	0.03	-1.57	1.64	10.5	
	Thera band exercise, walking	1	0.21	-1.51	1.94	8.6	
	Weight training, stretching	1	1.32	-0.30	2.94	10.2	
	Yoga, Weight bearing resistance	1	1.41	-0.21	3.02	10.3	
Per week	3x/week	8	1.34	0.81	1.87	68.6	3.81 (.051)
	2x/week	3	0.41	-0.37	1.18	31.4	
Duration	24 weeks	2	0.72	-0.52	1.95	20.8	1.51 (.680)
	16 weeks	5	1.49	0.63	2.35	40.4	
	12 weeks	3	1.01	-0.02	2.03	30.0	
	8 weeks	1	0.58	-1.26	2.42	8.9	
Measurement	Digit span test <i>et al.</i>	2	1.80	0.60	3.00	15.5	8.60 (.035)
	K-WAIS	2	0.61	-0.45	1.67	20.3	
	MMSE	6	0.79	0.17	1.41	58.3	
	Cognitrone test(Vienna test system)	1	3.39	1.48	5.30	5.9	

k=Number of studies; Q_b=Qvalue between groups; CI=Confidence interval

3.6. 출간오류 분석

연구분석 결과의 타당성을 확보하기 위해 출간오류분석 (publication bias analysis)를 실시하였다. 오류가 존재하는 지 확인하는 방법 중 하나인 Funnel plot을 통해서 출판편향 존재여부를 확인하였다 (Littell 등, 2008). Funnel plot은 대칭축을 기준으로 좌우대칭을 이루면 출판편향이 없는 것으로 해석한다. 본 연구에서는 평균의 오른쪽 방향으로 2개의 연구가 누락되어 있어 출간오류를 검증하는 Trim-and-fill 방법을 활용하여 다시 분석하였다 (Borenstein 등, 2009). Trim-and-fill 방법을 적용한 결과 그림 오른쪽에 2개의 효과크기가 채워졌으며, 보정된 (adjusted) 효과크기는 0.72로 나타나 평균효과크기 1.05보다 감소된 것을 알 수 있지만 보정된 효과크기의 95% CI가 0.19~1.24로 나타나 통계적으로 유의함을 알 수 있으므로 연구결과에 영향을 줄 오류는 아니라고 해석할 수 있다.

4. 논의

본 연구는 운동요법이 노인의 인지기능에 미치는 효과를 확인하기 위해 중재 전후의 인지기능을 평가한 연구들을 대상으로 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 실시하였다. 이를 위해 국내학술지에 게재된 연구들 중 노인의 운동과 인지에 관련된 3,197편 중 연구의 선정 기준과 제외기준에 적합한 최종 14편을 대상으로 체계적 문헌고찰을 실시하였으며, 그 중 효과크기를 산출할 수 있는 11편을 대상으로 메타분석을 실시하였다. 총 14편 중 2010년 이전까지 8편, 2011년 이후 6편의 연구가 수행되었다. 그 중 2001년을 제외하고는 2007년 이후의 연구들로 이는 최근 우리나라가 급속도로 고령화가 진행됨에 따라 노인들의 인지기능을 향상시키기 위한 연구들이 증가되고 있는 것으로 볼 수 있다.

체계적 문헌고찰 결과 대부분이 한 가지 이상의 운동으로 구성된 복합운동으로 중재하였는데 이는 단일 운동보다는 유산소운동과 저항운동이 혼합된 운동프로그램이 효과적이고 (Kim 등, 2013; Spina 등, 1993), 한 가지 기능만을 목표로 하는 단조로운 운동보다 전반적인 활동력을 향상시킬 수 있는 복합운동이 중요하기 때문인 것으로 사료된다 (Kang 등, 2008). 따라서 노인을 대상으로 인지기능 향상을 위

한 운동중재를 설계할 때 2가지 이상의 복합운동이 적합할 것으로 사료된다. 또한 거의 대부분의 운동중재에서 공통적으로 포함되는 중재가 유산소운동으로 유산소운동은 뇌에서 모노아민의 활동을 증진시키고, 도파민을 증가시키며 혈액순환을 증가시켜 산소이동능력과 에너지 공급을 원활하게 하여 기분을 향상시키고 엔돌핀 방출이 증가되어 우울과 불안을 감소시키며, 노화와 관련된 인지기능의 손상을 완화시키는 효과가 있고, 노인들의 중추신경계의 통합과 인지적 기능의 보호 및 향상자의 역할을 수행한다 (Cotman과 Berchtold, 2002).

분석한 연구에서의 운동유형은 걷기, 요가, 체조, 한국춤, 율동게임, 에어로빅, 레크리에이션, 탄력밴드를 활용한 근력운동 등이었다. 이 중 걷기는 유산소운동이면서 장소와 시간에 구애받지 않고 쉽게 접근할 수 있는 운동으로 특별한 기술이 요구되지 않고 강도가 적당하기 때문에 국내외에서 누구에게나 권고할 만한 운동방법이다 (Wennberg 등, 2006). 요가는 노인들에게 요구되는 유연성과 신경계와 근육계 간의 협응능력, 그리고 근기능 및 심혈관계의 생리적 반응과 적응을 효과적으로 유도할 수 있는 적절한 운동유형이라 할 수 있다 (Hong, 2011). 반복적인 리듬운동은 반복적인 연습과 새로운 동작에 대한 기술 습득 및 학습은 뇌혈류와 신경전달물질의 분비를 증가시켜 뇌를 지속적으로 자극함으로써 뇌의 노화를 방어하며 복합적인 움직임과 협응이 필요한 동작을 수행하는 데 긍정적인 영향을 미쳐 인지력의 저하를 예방할 수 있다 (Churchland과 Shenoy, 2007). 또한 탄력밴드를 이용한 저항운동은 공간의 제약 없이 쉽고 안전하게 이용하는 할 수 있는 장점이 있으며 근력뿐만 아니라 전반적인 신체기능을 포함한 체력의 향상을 극대화할 수 있는 효율적인 운동으로 최근 운동중재로 많이 사용되고 있다 (Phillip, Todd, 2003). 따라서 다양한 운동유형을 잘 접목하여 노인들이 규칙적이고 습관적으로 일상생활에서 운동을 할 수 있도록 유도하는 다양한 운동프로그램이 개발 및 적용이 필요하다.

연구결과 16주동안 유산소운동을 중재한 후 Digit span 검사 (단기기억), Trail making 검사 (주의 집중력), verbal memory 검사 (즉각/지연 기억력), controlled oral word association 검사 (언어유창성), finger tapping 검사 (운동기능)를 시행한 결과 실험군의 전두엽 인지기능 (단기기억능력, 주의집중력, 즉각/지연기억력, 언어유창성, 운동기능)에서 대조군보다 향상된 결과를 보여 꾸준한 유산소운동이 노인의 인지역량에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 보여주었으며 (Kim과 Yoo, 2013) 같은 도구로 16주간 유연성운동, 유산소운동, 근력운동 (탄력밴드 이용), 균형운동으로 구성된 운동프로그램을 시행한 결과 실험군의 전두엽 인지기능 중 주의 집중력, 즉각 기억력, 지연 기억력, 언어 유창성이 대조군과 비교하여 통계적으로 유의한 향상을 보였다 (Shin, 2009). 또한 12주간 노인 운동프로그램(근력운동, 율동게임, 에어로빅댄스)에 참여 후 K-WAIS (숫자외우기, 바퀴쓰기, 모양맞추기 중심)를 실시한 결과 실험군의 경우 기억력 (숫자외우기), 추론력 (모양맞추기), 문제해결력 (바퀴쓰기)이 향상되었으며, 대조군은 추론력과 문제해결력이 오히려 감소하는 경향을 보였으며 (Oh 등, 2007), 8주 동안 레크리에이션 운동프로그램(테라밴드 이용한 motion song 체조, 레크리에이션 활동)을 여성노인에게 실시한 후 K-WAIS (바퀴쓰기, 모양맞추기)를 측정된 결과 실험군이 대조군에 비해 모양맞추기가 유의하게 향상되었다 (Kim, 2010). 요가와 체중부하 저항 복합운동을 여성노인에게 24주간 실시한 후 MMSE (지남력, 기억등록, 기억회상, 주의집중 및 계산, 언어기능 및 시공간 지각, 이해 및 판단 영역)를 측정된 결과 실험군은 대조군에 비해 기억등록, 기억회상에서 유의하게 증가한 것으로 나타났으며, 다른 영역은 집단 간의 차이가 없는 것으로 나타났으며 (Hong, 2011), 12주간 시니어에어로빅을 실시한 후 MMSE로 측정하였을 때 실험군과 대조군간의 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다 (Han 등, 2014). 또한 16주 동안 체력에 따른 그룹별 맞춤형 운동프로그램을 제공한 후 MMSE를 측정된 결과 실험군과 대조군간의 인지기능의 차이는 없었던 것으로 나타났으며 (Shin과 Shin, 2008), 탄력밴드 저항운동과 걷기로 구성된 저항도 복합운동을 16주간 노인여성에게 실시한 후 MMSE를 측정된 결과 실험군은 유의한 수준은 아니지만 유지 및 개선되는 경향성을 보였고 대조군은 낮아지는 경향을 보였으나 두 집단 간의 차이는 없는 것으로 나타났다 (Kim과 Jin, 2016). 이러한 결과들로 보았을 때 대상자의 특성, 운동중재 방

법, 그리고 측정도구에 있어서도 결과가 차이가 날 수 있으므로 향후 반복적인 연구를 통해 이를 확인할 필요가 있다.

체계적 문헌고찰에 포함된 14편 중 효과크기가 가능한 11편을 대상으로 메타분석을 실시하였으며, 이질성을 고려하여 랜덤효과모형을 이용하여 운동중재의 효과크기를 산출하였다. 분석결과 노인의 운동중재에 대한 효과크기는 Hedges' $g=1.05$ (95% CI: 0.61~1.50)로 나타나 큰 효과크기를 보이며 통계적으로 유의하였다. 이러한 결과는 노인에게 운동중재가 인지기능에 영향을 미친다는 것을 보여주며, 신체활동과 인지능력에 대한 메타분석에서 유산소능력과 인지능력이 정적인 관계가 있다고 보고한 Colombe과 Kramer(2003)의 연구결과를 지지하는 결과이다. 11편 중 가장 효과가 큰 것은 주 3회 매회 60분간 총 16주간 유산소운동을 노인에게 실시한 후 Digit span 검사 등으로 인지기능을 측정한 연구로 Hedges' $g=4.30$ (95% CI: 2.75~5.86)의 효과를 보였으며 (Kim, Yoo, 2013), 다음이 주 3회 매 60분간 16주간 유산소운동과 테라밴드운동으로 구성된 복합운동을 여성노인에게 실시한 후 Cognitrone test (Vienna test system)로 주의력과 집중력을 측정한 연구로 Hedges' $g=3.39$ (95% CI: 2.07~4.70)의 효과를 보였다 (Shon과 Yoo, 2010). 두 연구 모두 16주의 중재기간을 두었으며 주 3회로 운동유형에서 공통적으로 유산소운동을 포함하고 있으나 단일운동과 복합운동이라는 차이점이 있다.

중재유형에 따른 효과크기를 비교해 보았을 때 유산소운동과 테라밴드를 이용한 운동이 Hedges' $g=3.39$ (95% CI: 1.37~5.40)로 가장 큰 효과를 보였으며 신체활동과 함께 노래부르기가 Hedges' $g=0.03$ (95% CI: -1.57~1.64)로 가장 효과크기가 작았으며 운동유형간의 효과크기의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다. 즉 운동중재가 인지기능에 긍정적인 영향을 미치지만 운동유형에 있어서 큰 차이는 없는 것으로 볼 수 있다. 이는 분석에 사용된 운동유형이 조금씩 다른 형태이나 크게 보았을 때 유산소운동과 근력운동을 포함하고 있어 유형간의 차이가 없는 것으로 판단되며, 중재된 운동유형이 대부분 쉽게 노인들이 할 수 있도록 되어 있어 인지기능에 효과가 있으면서 운동유형에 따른 차이는 나타나지 않은 것으로 사료된다. 따라서 대상자에게 가장 적합한 운동유형을 선택하여 운동을 하는 것 자체가 중요함을 확인할 수 있다.

운동 주당횟수와 기간에 따른 효과크기를 보았을 때 2주보다 3주가 효과크기가 컸으나 유의한 차이는 나지 않았으며, 기간에서도 16주가 가장 효과크기가 컸으나 기간별에 따른 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 24주를 제외한 8주, 12주, 16주의 경우 중재기간이 길수록 효과크기가 커짐을 볼 수 있었으며, 24주를 한 2편 중 신체활동과 함께 노래부르기의 중재 효과크기가 가장 낮았던 것을 감안한다면 실제적으로 중재기간이 길수록 효과가 커진다고 볼 수 있다. 그렇지만 본 연구에서 선정된 논문수가 11편으로 제한적이므로 이에 대한 효과는 반복연구를 통해 확인할 필요성이 있다.

측정도구에 따른 중재의 효과크기 분석에서는 Cognitrone test (Vienna test system)가 Hedges' $g=3.39$ (95% CI: 1.48~5.30)로 가장 컸으며 집단 간의 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 인지기능을 측정하는 데 6편이 MMSE를 사용하였으며 MMSE나 K-WAIS에 비해 Digit span 등과, Cognitrone test (Vienna test system)의 효과크기가 더 큰 것으로 나타났다. 이러한 결과는 본 연구의 대상이 인지장애가 없는 정상 노인인 것과 관련이 있는 것으로 사료되며, 정상 노인의 인지기능의 향상을 측정하는 데 있어 MMSE나 K-WAIS 도구보다는 인지기능 향상에 초점을 둔 도구를 사용하는 것이 중재의 효과를 정확히 파악하는 데 필요하며, 인지기능 향상을 측정할 수 있는 적합한 도구개발이 필요할 것으로 사료된다.

본 연구는 인지장애가 없는 정상 노인들을 대상으로 운동요법이 인지기능에 미치는 영향을 알아본 국내 연구결과들을 메타분석을 실시하여 그 결과를 제시함으로써 향후 인지기능 향상을 위한 중재전략으로 운동요법을 계획할 때 기초자료를 제공하였다는 점에서 연구의 의의가 있다. 그러나 인지장애가 없는 정상 노인들을 대상으로 한 대조군이 있는 연구의 수가 적어 효과크기의 동질성 검정과 분석결과를 일반화하기에는 제한점이 있다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 노인들을 대상으로 운동요법이 인지기능에 미치는 영향을 연구한 국내에서 발표된 선행연구 14편을 체계적으로 고찰하고 그 중 효과크기를 산출할 수 있는 11편을 메타분석하였다. 14편의 운동중재에서 유산소운동과 근력운동을 중심으로 하여 다양한 운동유형으로 수행하였으며 단일운동보다 복합운동이 많았다. 효과크기를 산출한 결과 운동중재프로그램은 인지기능에 $g=1.05$ 로 큰 효과가 있는 것으로 나타났으며, 이질성이 $I^2=82.3\%$ 로 높게 나타나 중재방법, 주당 중재 횟수, 중재기간, 측정도구를 조절변수 (moderators)로 하여 메타 ANOVA를 실시하였다. 조절효과분석결과 중재방법, 주당 중재 횟수, 중재기간은 통계적으로 유의한 차이가 없었으며, 측정도구는 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

그러므로 인지기능 향상을 위한 운동요법을 제공할 때에는 유산소운동이 포함된 복합운동을 제안하며, 추후연구에서는 인지장애가 없는 정상인의 인지기능의 변화를 측정할 수 있는 적절한 도구를 개발하고 그 타당성을 확인하는 연구가 이루어져야 할 것을 제안한다. 또한 중재기간을 선행연구들에서 제시한 기간보다 길게 설계하여 장기적인 효과를 확인하는 연구가 필요하다.

References

- Bae, H. Y., Kim, A. R., Nam, S. J., Youn, J. A., Youn, H. J., Kim, G. Y., Jang, D. H. and Kim, S. H. (2014). The influence of expectations regarding aging on health-promoting behaviors. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, 25, 77-85.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T. and Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*, John Wiley & Sons, West Sussex.
- Churchland, M. M. and Shenoy, K. V. (2007). Temporal complexity and heterogeneity of single-neuron activity in premotor and motor cortex. *Journal of Neurophysiology*, 97, 4235-4257.
- Colombe, S. and Kramer, A. G. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14, 125-130.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral science*, 2nd ed., Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey.
- Cotman, C. W. and Berchtold, N. C. (2002). Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends Neuroscience*, 25, 295-301.
- Deeks, J. J., Higgins, J. T. P. and Altman, D. (Eds.) (2006). Analysing and presenting results. In *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, edited by J. P. T. Higgins and S. Green, John Wiley & Sons, Chichester.
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers III, J. J., Stenvik, K. K. and Thayer, J. F. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: The effects of training and detraining. *European of Applied Physiology*, 93, 263-272.
- Higgins, J. P. T. and Green, S. (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of intervention version 5.1.0*, The Cochrane Collaboration, London.
- Hughes, P. L., Santomior, J. p. (1984). Effects of mastery swim skills in order adults' self efficacy, *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55, 296-301.
- Hong, S. Y. (2013). Effects of multi-component exercise intervention on the physical and cognitive function of demented older patients: 24-week pilot study. *Journal of the Korean Gerontological Society*, 33, 257-273.
- Hong, Y. (2011). Effects of yoga combined with weight bearing resistance exercise on cardiovascular disease risk factors and cognitive function in elderly women. *The Korean Journal of Sports Science*, 20, 1421-1434.
- Kang, C. K., Kim, H. C. and Lee, M. G. (2008). Effects of 12 weeks of combined exercise traing on cardiopulmonary function and metabolic syndrome risk factors in elderly farmers. *The Korean Journal of Physical Education*, 47, 377-387.
- Kim, C. H., Lee, J. W., Han, S. I. and Lee, P. W. (2012). The effect of aquatic exercise program in elderly women on the cognitive function and alzheimer's disease dementia factor. *The Korean Journal of Physical Education*, 51, 627-637.

- Kim, N. S. (2010). Effect of recreational exercise on cognition, depression, dynamic balance and long strength in elderly women. *Journal of the Korea Contents Association*, **10**, 373-380.
- Kim, S. W. and Yoo, H. S. (2013). Effects of chronic aerobic exercise on cognitive function of older adults -an examination of P300-. *The Korean Journal of Sports Science*, **22**, 411-428.
- Kim, Y. C., Kim, Y. S., Yang, J. O., Lee, B. J. and Lee, J. S. (2013). Effects of aerobic exercise on body composition and blood lipid in the middle-aged women. *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **24**, 1241-1251.
- Kwon, T. W. and Cho, M. S. (2014). A study on the effect of regular exercise on the old's recognition function and short-term memory. *The Korean Journal of Sports Science*, **23**, 1349-1357.
- Lezak, M. D., Howieson, D. B. and Loring, D. W. (2004). *Neuropsychological assessment*, 4th Ed., Oxford University Press, New York.
- Littell, J. H., Corcoran, J. and Pallai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*, Oxford University Press, New York.
- Oh, Y. S., Shin, Y. J. and Han, K. S. (2007). The effects of exercise program for physical fitness, mental health and cognitive function in the elderly. *The Korean Journal of Growth and Development*, **15**, 295-302.
- Park, M. J. (2011). The cognition, balance, and quality of life in the elderly. *Journal of Korean Biological Nursing Science*, **13**, 185-192.
- Phillip, P. and Todd, S. E. (2003). *The scientific and clinical application of elastic resistance*, Human Kinetics, Illinois.
- Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analysis (PRISMA). Available from <http://www.prisma-statement.org/news.aspx>.
- Shin, M. K. and Shin, S. J. (2008). Effects of group exercise program tailored by physical fitness on perceived health status, physical strength, depression and cognitive function of the elderly. *Korean Journal of Adult Nursing*, **20**, 613-625.
- Shin, M. K. (2009). Effects of an exercise program on frontal lobe cognitive function in elders. *Journal of Korean Academy of Nursing*, **39**, 107-115
- Shin, W. T. (2015). Effects of type of exercise on cognitive function and vascular dementia related factors in elderly women. *The Korean Journal of Growth and Development*, **23**, 83-90.
- Shon, J. H. and Yoo, H. S. (2010). Effects of chronic exercise on cognitive function and depression in elderly women, *Korean Journal of Sports Psychology*, **21**, 183-195.
- Spina, R. J., Ogawa, T., Miler, T. R., Kohrt, W. M. and Ehsani, A. A. (1993). Effect of exercise training on left ventricular performance in older women free of cardiopulmonary disease, *American Journal of Cardiology*, **7**, 99-104.
- Tomprowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition, *Acta Psychologica*, **112**, 297-324.

The effect of exercise on cognitive function in the elderly : A systematic review and meta-analysis[†]

Bok Yae Chung¹ · Ji Young Han²

¹College of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Kyungpook National University

²Department of Nursing, Silla University

Received 3 August 2016, revised 3 September 2016, accepted 18 September 2016

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of exercise on cognitive function in the elderly through a systematic literature review and meta-analysis. For the study purpose, 14 studies were selected through a systematic process of using several databases and 11 studies were used to estimate the effect size of exercise on cognitive function. Meta-analysis was performed using a random effects model, and the effect size on cognitive function was calculated. The effect size for cognitive function of exercise intervention was Hedges' $g=1.05$ (95% CI: 0.61~1.50), indicating a large effect size. For heterogeneity, moderator analysis was performed using intervention, number of times per week, intervention duration, and cognitive function measurement. Cognitive function measurement was statistically significant, the other moderators did not significant difference. Results support that exercise has significant positive effects on cognitive function in elderly in Korea. It also provided a basis that can be applied to exercise intervention design for cognitive function.

Keywords: Cognitive function, elderly, exercise, meta-analysis.

[†] This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2015R1D1A1A01061493).

¹ Professor, College of Nursing, Research Institute of Nursing Science, Kyungpook National University, Daegu 700-422, Korea.

² Corresponding author: Associate professor, Department of Nursing, Silla University, Busan 617-736, Korea. E-mail: hanjy@silla.ac.kr