

# 대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science  
2024. 12. Vol. 31, No 4, pp. 77-102

## 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 영향: 체계적 고찰

김정현

신한대학교 통합대체의학과

## Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment: A Systematic Review

Jung-Hyun Kim, Ph.D., P.T.

*Department of Integrated Alternative Medicine, Shinhan University, Korea*

### Abstract

**Background:** Mild cognitive impairment (MCI) is a common neurological syndrome in older adults, a transitional cognitive impairment between the normal aging process and early dementia in which cognition is lower than normal for age. Resistance exercise has been shown to have a positive effect on improving cognitive and physical function in older adults. Therefore, this study aims to investigate the effects of resistance exercise on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment.

**Design:** A Systematic Review

**Methods:** This study searched for English-language articles published in medical journals from January 1995 to May 2024 using PubMed and MEDLINE. The search terms used in the study were ‘resistance exercise’ OR ‘strength training’ AND ‘mild cognitive impairment’, ‘cognition’, ‘memory function’ as the main keywords. The final article was assigned an evidence level and a Physiotherapy Evidence Database (PEDro) score to assess the quality of clinical trials studies.

**Results:** A total of 10 trials showed significant effects on cognition and physical function in older adults

with mild cognitive impairment compared with a control group or an aerobic exercise group. For resistance exercise, resistance exercises using resistance bands, 60 minutes of total exercise time, 2-3 times per week for 12 weeks was the minimum amount of exercise needed to achieve beneficial effects on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment.

**Conclusion:** The study suggests that this data will be important in building the evidence base for the effectiveness of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment and in advancing clinical protocols.

**Key words:** Cognition, Cognitive Dysfunction, Gait, Postural Balance, Resistance training

### 교신저자

김정현

경기도 의정부시 호암로 95, 신한대학교 통합대체의학과  
(11644)

T: 031-870-3652, E: kjh@shinhan.ac.kr

## I. 서론

노년층에서 흔히 발생하는 신경학적 증후군인 경도인지장애(Mild cognitive impairment: MCI)는 정상적인 신경 인지 노화 과정과 초기 치매 사이의 과도기적 인지장애로 연령에 비해 인지가 정상보다 저하된 상태이다(Overton M 등, 2019; Hussin NM 등, 2019; Karssemeijer EGA 등, 2017). MCI의 중요한 원인으로는 아밀로이드 침착이 있으며(Mufson EJ 등, 1999), MCI는 진행성 인지장애 및 독립적 생활 능력 저하를 특징으로 하는 치매와 밀접한 관련이 있다(Gotovac K 등, 2016). MCI는 실행 기능, 복합 주의력, 학습 및 기억력, 지각-운동 기능, 언어 등 다섯 가지 인지 영역 중 하나 이상의 뇌 기능 장애가 특징이다(Krootnark K 등, 2024). MCI 노인의 가장 흔한 초기 증상은 기억력 저하, 집행 기능, 일상 활동을 수행하는 능력과 관련된 작업 기억, 충동 억제 조절이다(Sachdev PS 등, 2014). MCI 노인은 인지 작업 수행 능력의 저하가 동반되나 기본적인 일상 활동 수행 능력에는 영향을 미치지 않기 때문에(Petersen RC, 2004), 치매 전 단계로서 예방 전략과 조기 치료를 위한 최적의 개입 단계이다(Albert MS 등, 2011). 국내 65세 인구의 경도인지장애 유병률은 25%이며, MCI 환자의 절반은 3~4년 이내에 치매로 진행될 가능성이 높다(Feldman H 등, 2004). 매년 경도인지장애 환자의 10~15%가 알츠하이머로 발전하고 이는 건강한 인구의 이환율 1~2%에 비해 현저히 높은 수치이다(Petersen RC 등, 2001). MCI 유병률 데이터를 종합한 결과, 65세 이상의 MCI 유병률은 전 세계적으로 5%에서 36.7%에 이르며(Sachdev PS 등, 2015), 고령 인구가 증가함에 따라 MCI 환자 수는 크게 증가할 것이고, 이는 높은 의료비 지출의 위험 요소이다(Callahan KE 등, 2015). 따라서 인지기능을 개선하고 치매로의 진행을 늦출 수 있는 효과적인 방법을 찾는 것은 의미 있는 일이며, 다행히도 조기 개입을 통해 MCI 환자의 22%는 정상 수준으로 인지능력을 회복할 수 있다(Ganguli M 등, 2004). 이에 치매 예방이나 인지장애 치료와 관련된 연구의 필요성이 점점 대두되고 있다(Krootnark K 등, 2024).

경도인지장애 노인의 개입 방법으로 운동, 인지 훈련, 비타민 D 보충제 등이 있다(Hong SG 등, 2018). 노인의 인지장애를 치료할 수 있는 효과적인 약물 치료는 아직 개발되지 않았기 때문에(Kivipelto M 등, 2018; Liu-Ambrose T 등, 2018), 치매 위험이 있는 노인에게 비약물 치료는 인지기능 향상을 위해 중요하다(Kivipelto M 등, 2018; Liu-Ambrose T 등, 2018). 비약물 치료인 운동은 인지기능 저하 예방, 치매 발병 위험 감소(Vizzi L 등, 2020; Fernandez-Matarrubia M. 등, 2021), 신경 가소성의 향상과 삶의 질을 증진할 수 있다(Merceron-Martinez D 등, 2021). 신체 활동이 많을수록 노인의 치매 및 알츠하이머 발병률의 28% 감소와(Heyn PC 등, 2008) 사망률, 만성 질환, 인지기능 저하 위험이 줄어들고, 주의력, 처리 속도, 실행 기능 및 감각 운동 능력의 향상과 관련이 있다(Smith PJ 등, 2010). 운동은 근력, 심혈관 지구력 및 유연성, 이동성(균형 및 보행)과 건강에 대한 인식, 낙상에 대한 두려움과 같은 심리적 문제를 완화 시킬 수 있다(Rolland Y 등, 2011). 최근 많은 연구에서 운동이 두뇌 활동에 미치는 영향에 대해 논의되고 있으며, 특히 유산소운동은 체력, 생리적 요인과 더불어 인지기능에 긍정적인 영향을 미치며(Varela S 등, 2012), 노인의 뇌 부피를 증가시키고, 전두엽, 후두엽, 측두엽 피질 사이의 기능적 연결성을 향상시킨다(Shimada H 등, 2017). 저항운동은 인지기능을 향상시키고 뇌를 긍정적으로 재구조화하며, 호모시스테인(homocysteine) 수치를 감소시켜 뇌에 긍정적인 영향을 미치고 인슐린 유사 성장인자 1(IGF-1)을 증가시켜 유산소운동과 유사한 효과를 보인다(Vincent 등, 2003). 저항운동은 근력과 유산소 능력을 개선할 뿐만 아니라, 뇌 기능 가소성, 실행 기능 및 반응 억제의 개선에 긍정적이고 유의미한 영향을 미친다(Fiatarone Singh MA 등, 2014). 치매 노인의 인지기능을 향상 시킬 수 있으나, 추가적으로 저항운동의 인지기능 향상에 대한 메커니즘은 연구가 필요하다(Liu CJ와 Latham NK, 2009).

저항운동은 일반적으로 어떤 유형의 훈련 장비를 사용하여 신체의 근육이 반대되는 힘에 대항하여 움직여야

하는 신체 운동의 한 형태로 쉽게 수행할 수 있다(Davis JC 등, 2013). 저항운동은 노인에게 근육 기능, 뼈 건강, 심장 대사 및 신체 구성에 이점이 많아 권장되며(Mcleod JC 등, 2019), 인지장애의 유무와 상관없이 모든 노인의 인지기능에 저항운동은 긍정적 영향을 미친다(Northey JM 등, 2018). 이는 저항운동이 뇌와 인지 향상을 위한 비약물 예방 전략이 될 수 있음을 의미한다(Cavalcante BR 등, 2020). 노인의 근감소증 또는 허약의 발병을 지연시키는 가장 효과적인 예방은 저항운동이다(Cardalda MI 등, 2019). 저항운동은 고령의 허약한 노인에게 근육량, 힘, 근력을 증가시킬 뿐만 아니라 보행 속도도 향상시킨다(Rolland Y 등, 2011). 초기 연구에는 저항운동을 통한 기능 개선에 대한 결과가 불분명했지만 노인의 신체기능 향상과 장애 지연을 위한 중재로 효과가 입증되었다(Liu CJ & Latham NK, 2009).

저항운동은 근감소증 및 인지 기능 저하와 관련된 인슐린 유사 성장 인자-1, 인슐린 민감성, 항염증 및 뇌 유래 신경 영양 인자 경로에 대한 유익한 효과(Nithianantharajah J & Hannan AJ, 2009), 근육 및 제지방량이 인지(Nourhashemi F 등, 2002)와 뇌 크기에 미치는 긍정적인 효과와(Burns JM 등, 2010) 잠재적 유용성이 제시되며(Nagamatsu LS 등, 2012), 몇몇 연구에서 근력 저하는 경도인지장애 발생에 영향을 미칠 수 있으며, 근력 강화를 위한 저항운동은 경도인지장애 발병률을 줄일 수 있다고 하였다(Vancampfort D 등, 2019).

저항운동이 경도인지장애 노인의 일반적인 인지기능(Lu J 등, 2015; Fiatarone Singh MA 등, 2014), 실행 기능(Lu J 등, 2015; Fiatarone Singh MA 등, 2014) 및 작업 기억을 향상시킬 수 있으며(Hong SG 등, 2018), 몇몇 연구에서는 저항운동이 경도인지장애 노인에게 중재 후 인지기능, 실행 기능 또는 작업 기억에서 더 나은 성과를 내지 못한다는 반대 연구도 있다(Zhang L 등 2020). 따라서 경도인지장애 노인의 인지기능에 대한 저항운동의 이점에 대한 의견이 다양하기에 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능 향상에 대한 체계적 검토가 필요하다. 경도인지장애 노인의 저항운동과 대조군 비교 연구, 저항운동, 유산소운동과 대조군 비교 연구 또는 저항운동과 인지 훈련에 대한 인지 및 신체기능의 논의도 필요하다. 그러므로 본 연구에서는 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 효과에 대해 다양한 요인으로 살펴보고 효과를 논의하고자 한다. 더불어 저항운동의 종류, 중재 기간, 빈도수에 따른 인지 및 신체기능의 효과에 대한 분석을 토대로 경도인지장애 노인에게 적절한 저항운동 프로그램의 가이드라인을 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 검색 방법 및 분석

본 연구에서는 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 1995년 01월부터 2024년 03월까지 학술지에 게재된 영어 논문을 MEDLINE, PubMed를 사용하여 검색하였다. 검색 용어로 'resistance exercise' OR 'strength training' AND 'mild cognitive impairment', 'cognition' 'memory function'을 주요 키워드로 적용하였다. 선정기준은 무작위 임상 실험 설계와 두 집단 비 무작위 연구로 설계된 논문만 포함되었다. 경도인지장애 노인을 연구 대상으로 선정한 연구 중 저항 운동에 대한 중재 프로그램이 적용된 연구로 사용 언어가 영어인 연구로 검색하였다. 연구 제외기준은 메타분석 및 체계적 고찰, 학위논문, 사례연구, 개별 실험 연구, 포스터 연구는 제외하였다. 주요어를 통해 검색하여 총 289개의 논문 중 무작위 임상실험 설계와 두 집단 비 무작위 연구가 아닌 236개의 연구를 제외한 53개 연구의 초록으로 스크리닝 검사를 시행하였다. 검색된 연구 중 중복 연구, 저항운동 프로그램이 아닌 경우, 인지 및 신체 기능을 평가한 연구가 아닌 연구를 제외한 16개의

연구가 검색되었다. 연구의 원문을 확인하기 위해 Google Scholar와 PubMed를 사용하여 원문을 확인하였으며, 전체 원문을 확인할 수 없는 6개의 논문을 제외한 10개의 논문을 선정하였다. 최종 분석 연구 선정은 제외기준과 선정기준을 기반으로 물리치료학 박사 졸업생 1명과 저자가 독립적으로 웹 데이터베이스에서 검색하고, 비교 분석하여, 논문 10개를 최종 선정하였다<Figure 1>.

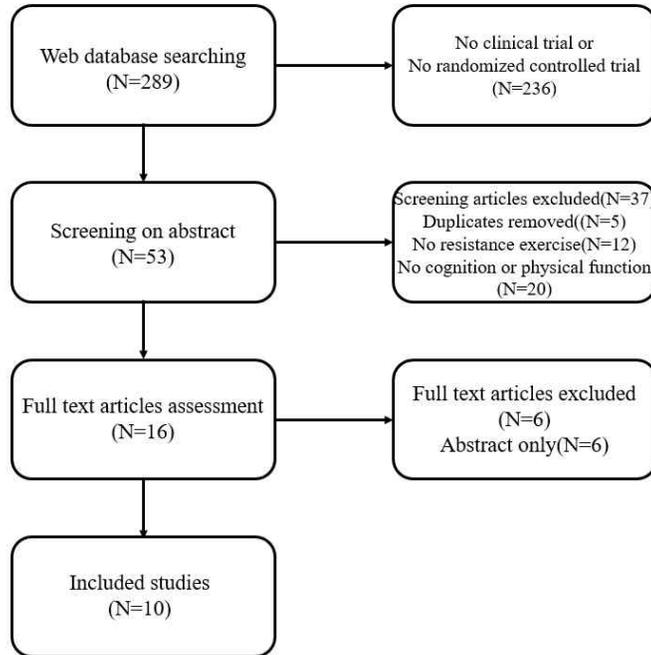


Figure 1. Flowchart of research on the effects of resistance exercise on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

## 2. 질적 평가

Arbesman M 등(2008)의 근거 기반으로 분석대상 논문의 질적 수준을 평가하였으며, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) 점수로 연구의 질을 평가 하였다(Bhogal SK 등, 2005). 연구의 질적 수준을 평가하기 위해 20년 이상 물리치료사로 체계적 고찰 연구를 진행했던 박사 졸업생이 독립적으로 논문 검색을 시행하였다. 물리치료학 박사과 저자의 검색 결과 및 질적 수준 평가에 차이가 발생한 경우 서로 의논하여 최종결정하였다. 연구의 질적 수준을 평가하는 PEDro 점수는 예 또는 아니오로 평가하는 10개의 문장으로 구성되어 있다. 문항 당 각 1점으로 채점하였다. PEDro 점수의 ‘아주 좋음’은 9~10점, ‘좋음’은 6~8점, ‘보통’은 4~5점, ‘나쁨’은 0~3점이다 (Moseley A.M. 등, 2002).

최종 분석 논문에서 연구의 질적 수준은 I 단계는 9개(90%) 연구이며, II 단계 1개(10%) 연구이다<Table 2>. PEDro 점수는 9점이 3개(30%), 8점이 4개(40%), 7점이 1개(10%), 6점이 2개(20%)이며, 평균 7.8점으로 나타났다 <Table 1>.

Table 1. Analytic articles

Authors	Article Title	Quality level	PEDro score
Krootnark K et al., (2024)	Effects of low-intensity home-based exercise on cognition in older persons with mild cognitive impairment: a direct comparison of aerobic versus resistance exercises using a randomized controlled trial design	I	8
Cavalcante BR et al., (2020)	Effects of resistance exercise with instability on cognitive function (REI Study): A proof-of-concept randomized controlled trial in older adults with cognitive complaints	I	6
Mollinedo Cardalda I. et al., (2019)	The effects of different types of physical exercise on physical and cognitive function in frail institutionalized older adults with mild to moderate cognitive impairment. A randomized controlled trial.	I	8
Langoni CDS et al., (2019)	Effect of exercise on cognition, conditioning, muscle endurance, and balance in older adults with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial	I	9
Yoon DH et al., (2018)	Effects of resistance exercise training on cognitive function and physical performance in cognitive frailty: A randomised controlled trial	I	8
Hong SG et al., (2018)	Effects of 12-week resistance exercise on electroencephalogram patterns and cognitive function in the elderly with mild cognitive impairment: A randomized controlled trial	I	8
Mavros Y et al., (2017)	Mediation of cognitive function improvements by strength gains after resistance training in older adults with mild cognitive impairment: outcomes of the study of mental and resistance training	I	9
Yoon DH et al., (2016)	Effect of elastic band-based high-speed power training on cognitive function, physical performance and muscle strength in older women with mild cognitive impairment	II	6
Fiatarone Singh MA et al., (2014)	The study of mental and resistance training (SMART) studyd resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment: a randomized, double-blind, double-sham controlled trial	I	9
Nagamatsu LS et al., (2012)	Resistance training promotes cognitive and functional brain plasticity in seniors with probable mild cognitive impairment	I	7

### 3. 연구 분석

최종 분석 연구의 제목, 저자, 연도, PEDro 점수 및 연구의 질적 수준은 다음과 같다<Table 1>. 최종 선정된 분석 연구는 최근 연도순으로 기술하였으며, 연도, 저자, 연구대상자는 선정기준, 대상자 연령과 수, 중재 방법은 대조군과 실험군의 처치 내용으로 프로그램 회기 수, 회당 시간을 포함하였으며, 측정 도구 및 결과와 통계적 유의성을 기술하였다<Table 2>. 특히 저항운동 프로그램이 인지 및 신체적 기능에 미치는 영향에 대해 자세히 기술하였다.

Table 2. Level of evidence in analytical articles

Level of evidence	Research	Frequency	Percentage (%)
I	Systematic reviews, Meta-analyses, and Randomized Controlled Trials (RCTs)	9	90
II	Two-group non-randomized studies (Cohort studies, Two-group before-and-after comparisons)	1	10
III	Single group non-randomized studies	0	0.0
IV	Single experimental studies, Surveys	0	0.0
V	Case studies, expert opinion, qualitative research	0	0.0
Total		10	100.0

### III. 연구 결과

#### 1. 경도인지장애 노인의 저항운동 효과에 대한 대상자, 저항운동 프로그램 및 측정 도구

경도인지장애 노인의 저항운동 효과에 대한 대상자, 저항운동 프로그램 및 측정 도구를 분석한 결과는 다음과 같다. 연구대상자의 9개(90%)는 경도인지장애이며, 한 개(10%)는 경도인지장애와 중등도 인지장애 노인을 포함하였고, 중등도 인지장애 노인을 포함한 연구의 선정기준 연령은 75세 이상이었다. 선정기준 연령은 55세 이상 2개(20%), 60세 이상 2개(20%), 70세 이상이 6개(60%)이다. 대상자 연령은 Peterson criteria를 사용하는 연구에서 55세 이상이며, 2개(20%)이다. 이를 제외한 대부분 연구는 60~93세로 8개(80%)이다. 경도인지장애 진단 기준은 몬트리올 인지평가(Montreal Cognitive Assessment; MoCA) 5개(50%)와 Peterson criteria 2개(20%), 임상치매척도(Clinical Dementia Rating, CDR) 1개(10%)이다. MoCA의 경우 대상자 선정에 따라 MoCA<26점 2개(20%), MoCA ≤24점 3개(30%)이다. 저항운동이 경도인지장애 노인의 신체기능에 대한 효과를 알아보기 위한 선정기준은 2개(20%)는 보행보조기 없이 10m 보행 가능한 노인을 대상으로 하였으며, Katz Index와 Pfeffer's Functional Assessment Questionnaire 1편(10%), Seoul-Instrumental Activities of Daily Living 1편(10%)이다<Table 3>.

중재 방법은 저항운동과 대조군 비교는 4개(40%), 저항운동, 유산소운동, 대조군 비교는 3개(30%), 저항운동, Sham 저항운동, 인지 훈련, Sham 인지 훈련은 2개(20%), 저항운동, 미용체조, 대조군 비교는 1개(10%)이다. 저항운동과 대조군 비교 중 1개는 경도인지장애 노인이 아닌 일반 노인의 저항운동과 대조군 비교도 함께 시행하였으며, 저항운동, Sham 저항운동, 인지 훈련, Sham 인지 훈련 중 1개는 인지훈련과 저항훈련을 함께한 복합실험군과 대조군 비교도 함께 진행하였다.

저항운동 프로그램은 상, 하지 운동(step up, squat, leg lift, bridge 등) 4개(40%), theraband를 이용한 상, 하지 저항 운동 4개(40%), 아령을 이용한 1RM (repetition maximum) 운동 2개(20%)이며, 인지 훈련은 컴퓨터 기반 다중 연역 인지 훈련(COGPACK 프로그램 사용)을 사용한 2개의 연구로 회기 당 시간은 60-100분으로 진행되었다. 중재 기간은 12주부터 24주까지이며, 12주 중재 6개(60%), 16주 중재 1개(10%), 24주 중재 3개(30%)이다. 주당 횟수는 주 2회, 주 3회, 주 5회이며, 12주 중재에서는 주 2회가 4개(40%)로 가장 많았으며, 16주 중재와 24주 중재에서는 주 3회 3개(30%)가 가장 많았다. 저항운동 프로그램 시간은 60분이 6개(60%), 75분이 2개(20%), 시간이 작성되지 않는 경우가 2개(20%)이며, 평가는 사전, 사후로 후속 검사는 3개월, 18개월, 78개월로 시행하였다

<Table 3>.

본 연구의 측정 도구는 인지와 신체기능에 대한 측정 도구만 평가하였다. 인지 평가는 DST-F & B(forward and backward Digit Span Test) 4개(40%), MoCA 3개(30%), 간이정신상태검사(Mini Mental State Examination; MMSE) 3개(30%), Trail Making Test Part A and B 3개(30%), 스트룹 색상 단어 검사(Stroop Color and Word Test; SCWT) 3개(30%), logical memory 2개(20%), processing speed 2개(20%), executive function 2개(20%), Pfeiffer test 2개(20%), 통제단어연상검사(Controlled Oral Word Association test; COWAT) 2개(20%), ADAS-Cog(Alzheimer's Disease Assessment Scale-cognitive subscale) 2개(20%)이며, 영상 분석으로는 뇌파(Electroencephalogram) 1개(10%)와 기능자기공명영상법(functional magnetic resonance imaging; fMRI) 1개(10%)이다. 신체기능을 평가하기 위해 Short Physical Performance Battery(SPPB) 4개(40%), 일어서서 걷기 검사(Timed Up and Go Test; TUG) 4개(40%), 보행검사(6분 보행검사, 2분 보행검사) 3개(30%), 앉았다 일어서기 검사(Sit To Stand test; STS) 3개(30%), 보행 속도 2개(20%), 일상생활동작(Activities of Daily Living; ADL) 2개(20%)이다. 더불어 하지 근력(leg press와 knee extension) 4개(40%), 악력 2개(20%)이다<Table 3>.

## 2. 경도인지장애 노인에서 저항운동이 인지 및 신체기능에 미치는 효과

첫째, 경도인지장애 노인의 저항운동과 대조군을 비교하였을 때 인지 및 신체기능에 미치는 영향에 대한 비교이다. 관련 연구는 전체 연구 중 4개(40%)이다. 저항운동에서 탄력 밴드를 적용한 연구는 4개 중 3개(75%), 웨이트를 적용한 운동은 4개 중 1개(25%)이다. 탄력 밴드를 적용하여 저항운동을 한 연구는 저항운동(applied pec deck flus, seated row, wide squats, bridging, seated leg raise, lateral raise, one leg press, semi squats)을 10-15RM, 2-3 세트, 40분 이상, 운동 사이 휴식 시간은 1분, 세트 휴식 시간은 2분으로 적용하였으며, 웨이트를 이용한 운동(볼스쿼트, 웨이트 없는 가슴 프레스, 수평 레그 프레스, 앉아서 cable row, 골반 들어올리기, 서서 종아리 들기, 복부 운동)은 10-15RM, 10-30초 등척성 수축, 운동 사이 휴식 시간은 1분, 세트 휴식 시간은 2-3분을 하였다. 본 연구를 종합하였을 경우 모든 연구에서 기능적 운동을 포함하였으며, 탄력밴드를 활용한 저항운동의 경우 상지, 하지, 복부 운동 시 각 운동을 10-15RM, 40분 이상 저항 운동, 운동 사이 휴식 시간 1분, 세트 사이 휴식 시간 2분을 제시할 수 있다. 대조군의 경우 스트레칭을 적용한 연구는 4개 중 3개(75%)이며, 별도의 중재 없는 연구가 4개 중 1개(25%)이다. 경도인지장애 노인에게 적용한 저항운동이 대조군 보다 인지에 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구는 2개(50%)이며, 신체기능에 차이가 있다는 연구는 3개(75%)이다. 인지 향상이 있었다는 연구에서 사전보다 사후에 한국판 몬트리올 인지평가 (Korean version of the Montreal Cognitive Assessment: MoCA-K), processing speed, executive function이 향상되었으며, 대부분(75%)의 연구에서 신체기능은 실험군이 대조군보다 사후에 신체기능지수(Short physical performance battery: SPPB), 근력, 일어서서 걷기 검사(Timed up and go test: TUG), 보행 속도, 6분 걷기 검사에서 유의한 차이가 있었다. 이는 경도인지장애 노인에게 탄력 밴드 또는 웨이트를 적용한 기능적 저항운동은 신체기능과 더불어 인지에도 효과성이 있음을 시사한다.

둘째, 저항운동, 유산소운동, 대조군을 비교하였을 때 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 영향에 대한 비교이다. 관련 연구는 전체 연구 중 3개(30%)이다. 저항운동, 유산소운동, 대조군 세 그룹을 비교한 연구는 3개 중 2개(66.67%)이며, 유산소와 저항운동을 함께 적용한 실험군과 대조군을 비교한 연구는 3개 중 1개(33.33%)이다. 유산소운동은 경도인지장애 노인을 대상으로 모든 연구에서 걷기 운동을 하였으며, 걷기 운동의 강도는 대부분 연구(66.67%)에서 여유심박수(Heart rate reserve: HRR)의 40% 시작하여 70~80%까지 진행하거나, 최대심박수(Maximum heart rate: HRmax)의 60~75%로 30분간 걷기 운동을 하였다. 저항 운동의 경우 모든 연구에

서 웨이트를 적용하였으며, 대부분 연구(66.67%)에서 저항 운동은 8RM 2세트, 등척성 수축, 세트 사이 또는 운동 사이 휴식은 1분을 하였다. 대조군의 경우 별도의 중재 없이 일상생활을 한 연구가 3개 중 2개(66.67%)이며, 스트레칭을 적용한 연구는 3개 중 1개(33.33%)이다. 관련 연구 중 유산소운동과 대조군을 비교한 연구는 2개이며, 각각 1개(50%)의 연구에서 사후 인지(몬트리올 인지평가(Montreal Cognitive Assessment: MoCA), 기호 잇기 검사(Trail Making Test: TMT), 스투룹 색상-단어검사 Stroop Color and Word Test; SCWT)와 신체기능(신체기능지수(SPPB), 6분 보행 검사)이 향상되었다. 저항운동과 대조군을 비교한 모든 연구에서 사후 인지(몬트리올 인지평가(MoCA), 기호 잇기검사(TMT), 스투룹 색상-단어검사(SCWT))가 향상되었다. 더불어 유산소 운동과 저항운동을 비교하였을 때 1개(50%)의 연구에서 유산소 운동이 저항운동보다 사후 스투룹 색상-단어검사(SCWT)에 유의한 차이가 나타났다. 저항운동과 유산소 운동을 병행한 실험군과 대조군을 비교한 연구는 3개의 연구 중 1개(33.33%)로 사후 대조군과 비교 시 인지(간이정신상태검사(Mini-mental state examination: MMSE)와 신체기능(2분 보행 검사, 30초 앉았다 일어나기 검사)에 유의한 차이가 있었다.

마지막으로 저항운동, Sham 저항운동, 인지 훈련, Sham 인지 훈련을 비교하였을 때 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 영향에 대한 비교이다. 관련 연구는 전체 연구 중 2개(20%)이며, 모든 연구는 55세 이상 경도인지장애 노인으로 중재 기간은 6개월이다. 저항운동의 경우 모든 연구에서 60-100분이 시행되었으나 각각의 연구에서 저항운동 방식은 달랐다. 저항운동 방법은 현재 근력 유지(80-90%)를 위해 3주마다 최대 반복 횟수(1RM)를 1회씩 반복하는 경우와 고강도 점진적 저항운동(chest press, leg press, seated row, standing hip abduction, knee extension)을 5-8RM, 3세트를 적용한 연구로 나뉘었다. Sham 저항운동은 모든 연구에서 스트레칭과 맨손 운동을 60분 시행하였다. 모든 연구의 인지 훈련은 컴퓨터 기반 다중 영역 인지 훈련(COGPACK 프로그램)을 사용하였으며 1회 60-100분이 시행하였으며, Sham 인지 훈련은 다큐멘터리 영상을 60분 시청하였다. 연구 결과로 저항운동은 Sham 저항운동보다 사후에 각각(50%) 인지(알츠하이머병 평가 척도 인지 하위 척도(Alzheimer's Disease Assessment Scale-cognitive sub-scale: ADAS-Cog)와 신체기능(근력, VO2 peak)에 유의한 차이가 있었다. 1개의 연구(50%)에서 인지 훈련은 Sham 인지 훈련보다 사후 신체기능(VO2 peak)에 유의한 차이가 있었다. 2개 연구 중 1개의 연구(50%)에서 인지 훈련과 저항운동 병행한 그룹과 저항운동을 비교하였으나 사후 유의한 차이가 없었다. 더불어 본 연구의 중재 기간은 3개월(12주) 5개(50%), 4개월(16주) 1개(10%), 6개월(24주) 4개(40%) 연구이며, 대부분의 연구(80%)에서 해당 저항운동의 운동 시간은 60분이고, 주 2-3회 시행하였다. 본 연구 결과를 토대로 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능 향상을 위한 저항운동 프로그램은 탄력밴드를 활용한 기능적 훈련과 저항운동을 10-15회, 운동 사이 휴식 시간 1분, 세트 사이 휴식 시간 2분, 전체 운동 시간(워밍업 10분, 저항 운동 40분, 쿨다운 10분) 60분, 주 2-3회, 12주 운동을 적용할 수 있을 것으로 사료된다<Table 3>.

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Krootmark K et al. (2024)	N=81 (60-80세) - MCI - MoCA=17-24점	<ol style="list-style-type: none"> <li>저강도 가정 기반 유산소운동군(N=28) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유산소 운동</li> <li>- 15분/회, 5회/주, 워밍업과 쿨다운 각각 10분</li> <li>- 2주마다 5분씩 증가</li> </ul> </li> <li>저강도 가정기반 저항운동군(N=27) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저항 운동</li> <li>- 15분/회, 5회/주, 워밍업과 쿨다운 각각 10분</li> <li>- 2주마다 5분씩 증가</li> </ul> </li> <li>대조군(N=26) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 일상 생활(운동이나 인지 훈련을 제외)</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3개월 중재(35분-60분/회, 5회/주) (평가=사전, 사후, 3개월) <ul style="list-style-type: none"> <li>1. 저강도 가정기반 유산소 운동군: 저강도 유산소 운동은 실내 걷기, 제자리 행진, 다른 방향으로 걷기</li> <li>- 저강도(Borg scale 9≤13점) 진행</li> <li>- 운동 자세당 10→12→15회 반복</li> <li>- 팔 동작 추가, 스텝을 밟으면서 스쿼트</li> </ul> </li> <li>저강도 가정기반 저항 운동군 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 어깨 굴곡, 외전, 팔꿈치 굴곡, 신전, 고관절 신전, 외전, 무릎 신전, 발바닥 굴곡, 벽 밀기, 스텝 업</li> <li>- 6-8회 운동 시작</li> <li>- 세트 사이 60초 휴식 진행 예시</li> <li>- 운동 자세당 2×10→2×12→2×15회 반복</li> <li>- 낮은 부하(체중, 물병 또는 집에서 구할 수 있는 물품) → 운동 수행 능력이 좋을 때 부하 증가</li> <li>- 운동 중 등척성 수축을 추가</li> </ul> </li> <li>대조군</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>MoCA</li> <li>TMT-A &amp; B</li> <li>SCWT</li> <li>DST-F &amp; B</li> <li>SDT</li> <li>TUG-M</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>저강도 가정 기반 유산소 운동군과 저항운동군 모두 사전보다 사후와 3개월 추적 기간에서 MoCA, TMT-A &amp; B, SCWT, DST-F &amp; B, TUG-M에서 유의미한 향상이 있음 (p&lt;0.05)</li> <li>유산소 운동군은 대조군 보다 사후와 3개월 추적기간에 MoCA, TMT-A &amp; B, SCWT에서 유의미한 차이가 있음(p&lt;0.05)</li> <li>저항운동군은 대조군 보다 사후와 3개월 추적기간에 MoCA와 TMT-B에서 유의미한 차이가 있음(p&lt;0.05)</li> <li>유산소운동군은 저항운동군보다 사후 SCWT에서 유의한 차이가 있음(p&lt;0.05)</li> </ol>

MCI=Mild Cognitive Impairment; MoCA=Montreal Cognitive Assessment; TMT-A & B=Trail Making Test Part A and B; SCWT=Stroop Color and Word Test; DST-F & B= forward and backward Digit Span Test; SDT=Stick Design Test; TUG-M=Timed Up and Go Test with Manual task

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Cavalcante BR et al. (2020)	N=67 (65-77세, 평균 71세) - MoCA<26점	1. 저항운동군(N=23) -3세트 10-15RM, 3회/주, 12주 중재, 7가지 운동  2. 불안정성을 동반한 저항 운동군(N=22) -3세트 15회, 3회/주, 12주 중재, 7가지 운동  3. 대조군(N=22): 1회/주, 건강교육	12주 중재(3회/주) (평가=사전, 사후)  1. 저항운동군(N=23) - 7가지 운동(월볼 스쿼트, 웨이트 없는 가슴 프레스, 수평 레그 프레스, 앉아서 cable row, 골반 들어올리기, 서서 종아리 들기, 복부 운동)은 10-15RM, - 복부 운동은 15-30 RM 또는 10-30초의 등척성 수축 - 세트 사이의 휴식 간격은 60-90초, 운동 사이 휴식은 2-3분  2. 불안정성을 동반한 저항 운동군(N=22) - 불안정성 장치(ball, balance disc, Swiss ball) + 저항운동군과 동일한 훈련 프로그램 수행 - 무게 증가: 3회 연속 훈련 세션 완료 시 상지 운동은 2~5%, 하지 운동은 5~10% 부하를 증가)  3. 대조군(N=22) - 건강교육(만성 질환의 예방 및 치료, 건강 행동의 주요 요령, 스트레칭 및 이완 수업)	1. IADL 2. GCFCS(MoCA, stroop color task, digit span backward minus forward, coding test, logical memory) 3. executive function 4. processing speed 5. memory 6. Gait speed 7. Five-times STS 8. SPPB 9. 6MWT 10. TUG 11. 1-RM leg press 12. PT knee extension	1. 저항운동군과 불안정성을 동반한 저항 운동군은 TUG와 1RM에서 사전보다 사후에 향상이 있음 2. 불안정성을 동반한 저항 운동군은 저항운동군과 비교했을 때 종합 인지와 기억력에서 더 큰 향상이 있음 3. 저항운동군과 불안정성을 동반한 저항 운동군 모두 대조군과 비교했을 때 TUG, 1-RM leg press의 유의한 차이가 있음(p<0.05) 4. 불안정성을 동반한 저항 운동군은 대조군에 비해 사후에 6MWT에서 유의한 차이가 있음 (p<0.05) 5. 불안정성을 동반한 저항 운동군은 저항운동군에 비해 사후 GCFCS가 유의하게 향상됨 (p<0.05).

MoCA=Montreal Cognitive Assessment; IADL=Independence in Activities of Daily Living; GCFCS=Global Cognitive Function Composite Score; STS=Sit to Stand; SPPB=Short Physical Performance Battery; 6MWT=Six-Minute Walk Test; TUG=Timed Up and Go; RM=Repetition Maximum; PT=Peak of Torque

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Measures	Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method			
Mollinedo Cardalda I. et al. (2019)	N=77(76-93세) - age ≥ 75 - mild to moderate CI	1. 근력운동군(N=25) - theraband를 이용한 근력 프로그램  2. 미용체조군(N=23) - multicalisthenics 운동프로그램  3. 대조군(N=29)	12주 중재 (60분/회, 2회/주(24회)) (평가=사전, 사후)  1. 근력운동군 - theraband를 이용한 근력 프로그램 - warm up(lower extremities ROM) 10분, 45분(10 strengthening exercises for the lower limbs, 2-4/ 세션, 세트 사이 40-50초 휴식), cool down 5분(stretching)  2. 미용체조군 - multi-callisthenics 프로그램 - 미용 체조 게임을 앉아서 수행(60분)  3. 대조군	1. MMSE 2. Pfeiffer test 3. SF-12 4. Barthel test 5. FTSTS 6. pressure platform	1. 대조군은 사후가 사전보다 Pfeiffer test에서 유의한 감소가 있음(p<0.05). 2. 건강 평가에서 사후가 사전보다 근력운동군은 SF12 설문지의 7개 영역(신체 상태, 일반 건강, 사회적 기능, 정서 상태, 정신 건강, 신체 및 정신적 요소)에서 유의한 향상을 보인 반면, 미용체조군은 4개 영역(신체 상태 정서 상태, 정신 건강, 정신적 요소)에서 유의한 향상이 있음(p<0.05). 반면 대조군은 4개 영역(신체 상태, 감정 상태, 정신 건강, 정신적 요소)에서 유의미하게 나빠진 것으로 나타남(p<0.05). 3. 인지 평가의 경우 근력운동군의 경우 사후 실험 테스트에서 13.4%의 개선이 나타났으며 모든 그룹 간에 유의미한 차이가 있는 반면, Pfeiffer test에서는 사후 대조군이 34.9%의 악화를 보였으며 대조군과 다른 두 그룹 간에 유의미한 차이가 있음(p<0.05). 4. 기능 평가의 경우 근력운동군은 사후 Barthel test에서 3.4%, FTSTS에서 15.9%로 다른 두 그룹과 유의한 차이가 있음(p<0.05) 5. SF12 Physical Health에서 사후 근력운동군과 다른 두 그룹 간에 유의미한 차이가 있음(p<0.05): 근력운동군의 경우 54.9%, 미용체조군의 경우 11.9%, 대조군의 경우 -6.8%가 사전보다 사후에 유의한 차이가 있음(p<0.05). 6. SF12 Mental Health 사후 대조군에 비해 미용체조군과 근력운동군 간에 유의미한 차이가 있음(p<0.05)	

CI=Cognitive Impairment; MMSE=Mini Mental State Examination; SF-12=health questionnaire 12-Item Short Form survey; FTSTS=Five Times Sit To Stand test

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Langoni CDS et al. (2019)	N=52 (60-88.3세) - 기능적으로 독립적인 60세 이상 MCI - Adden brooke's Cognitive Examination - Katz Index(Katz score ≥5) & Pfeffer's Functional Assessment Questionnaire(Pfeffer score ≤ 2)	1. 실험군 (N=26) : 걷기와 body weight, elastic band, 아령을 이용한 근력 운동  2. 대조군(N=26)	- 24주 중재(2회/주) (평가=사전, 사후) 1. 실험군(60분): : 발목 웨이트, 탄력 밴드, 아령을 사용하여 걷기와 운동 - 유산소(걷기) 운동은 HRmax의 60~75%에서 20분~30분 걷기(HRmax= 220 - 나이) - 근력 운동(1~12주) : Elbow flexion, Elbow extension, Shoulder external rotation, Shoulder abduction, Shoulder adduction, Shoulder internal rotation Hip adduction, Hip abduction, Knee extension, Knee flexion, Plantar flexion, Squatting을 elastic band, ball, body weight를 이용해서 운동 진행함 : 2 × 10 → 2 × 12 → 2 × 15회 반복 + 6 초 등척성 수축(7주~12주). 세트 사이 1분 휴식. 30분 신경 운동 운동 인지/적응: 낮은 부하→ 부하 증가 - 근력운동(13~24주) : Functional diagonals, Knee and hip flexion-extension, Hip extension, Knee extension, Hip abduction, Hip adduction, Trunk flexion, Plantar flexion, Squatting, Sit/stand from a chair를 dumbbells, Elastic band, body weight를 이용해서 운동함 : 2 × 12 → 2 × 15회 반복+ 6 초 등척성 수축(19주~24주). 세트 사이 1분 휴식(30분). 운동 수행에 따라 부하증가	1. MMSE 2. 2-minute stationary walk test 3. 30-second sit/stand test 4. FRT	1. 사후에 실험군은 대조군보다 MMSE, 2-minute stationary walk test, 30-second sit/stand test에서 유의한 차이가 있음(p<0.05) 2. 실험군의 인지 개선 효과는 중간에서 큰 효과 크기(0.35~1.15)임 3. 대조군의 인지력 감소(13.9%)는 큰 효과 크기, 기능적 도달 테스트 감소(11.4%)는 중간 효과 크기임

MCI=Mild Cognitive Impairment; MMSE=Mini-Mental State Examination; FRT=Functional Reach test; HRmax=Maximum Heart Rate

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Yoon DH et al. (2018)	N=45 (69.6-78.2세) - 보행보조기 없이 10m 걸을 수 있는 노인 - CDR score=0.5	1. 실험군(N=22) : 고속 저항 운동 2. 대조군(N=23) : 탄력밴드 스트레칭	16주 중재, 60분/회 (평가=사전, 8주, 사후(16주)) 1. 실험군: 고속 저항 운동(3회/주) - 준비운동 10분, 고속 저항운동 40분(seated row, one leg press, applied pec deck flus, seated leg raise, lateral raise, semi squats, wide squats, bridging), 쿨링 다운 10분 - 저항강도 및 횟수: 파란색 탄력밴드(tension: low, 20 Nm), 2-3세트, 12-15회 반복) 2. 대조군60분: 밸런스 및 탄력 밴드 스트레칭(2회/주) - 탄력밴드를 이용한 정적 및 동적 스트레칭(American College of Sports Medicine 가이드라인)	1. Frailty score 2. Cognitive function (memory(Rey 15-Item memory test), processing speed & cognitive flexibility(Trail Making A&B Test), working memory(Digit Span test(both forward and backward))), executive function(FAB)), 3. SPPB 4. TUG 5. gait speed 6. muscle strength(grip & knee extension)	1. 실험군은 대조군보다 사후에 cognitive function (processing speed(TMT-A) and executive function(FAB))에서 유의한 향상이 있었으며(p<0.05), SPPB, TUG, gait speed, muscle strength에서 8주와 16주에 유의미한 향상을 보임(p<0.05) 2. 사전과 사후 모두 실험군과 대조군의 frailty score는 통계적으로 유의한 차이가 없음

CDR=Clinical dementia rating score; MMSE-K=The Korean version of Mini-Mental State Examination; CERAD-K=Consortium to Establish a Registry for Alzheimer's disease; FAB= Frontal Assessment Battery; SPPB=Short physical performance battery; TUG= Timed Up and Go test

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Hong SG et al. (2018)	N=47(71.1-80세) - MCI(KMoCA<24)=22명, 건강한 대상자(KMoCA 24점 이상)=25명 - KGDS<13 - S-IADL<7	1. MCI-EX(N=10) - 탄력밴드를 이용한 저항 운동 프로그램  2. MCI-Con(N=12)  3. NG-EX(N=12) - 탄력밴드를 이용한 저항 운동 프로그램  4. NG-Con(N=13)	12주 중재, (평가=사전, 사후)  1. MCI-EX(N=10)(2회/주, 60분) - 본 운동=15RM(1RM의 65%)의 탄력밴드를 이용한 저항운동 프로그램 40분, 쿨다운(스트레칭 10분) - 10분 워밍업, 40분 본운동, 10분 쿨다운(스트레칭) - 저항= 탄력밴드 적응 후 높은 강도의 밴드로 교체  2. MCI-Con(N=12) - 현재 생활 방식 유지  3. NG-EX(N=12)(2회/주, 60분) - 본 운동=15RM(1RM의 65%)의 탄력밴드를 이용한 저항운동 프로그램 40분, 쿨다운(스트레칭 10분) - 10분 워밍업, 40분 본운동, 10분 쿨다운(스트레칭) - 저항= 탄력밴드 적응 후 높은 강도의 밴드로 교체  4. NG-Con(N=13) - 현재 생활 방식 유지	1. EEG(theta=4-7 Hz, alpha=8-12 Hz, beta=13-30 Hz, beta1=13-21 Hz, beta2=22-30 Hz, sensorimotorrhythm(SMR) waves=12-15Hz)  2. SFT 3. COWAT 4. DST	1. MCI은 NG 보다 사전에 Fp1 (P <0.05)과 F3 (P<0.05)의 베타파와 F3의 상대 베타2 파워가 유의미하게 낮음(P< 0.05). 2. MCI-EX은 사후 F3의 상대적 세타 파워(P< 0.05)와 상대적 알파 파워(P< 0.05)에서 유의한 차이가 나타남(P< 0.05). 3. NG-EX는 NG-Con 보다 사후에 P3의 상대적 세타파(P< 0.05)와 P4(P<0.01)에서 운동 영역에서 유의한 차이가 나타남(P< 0.05). 4. MCI-EX는 사전보다 사후에 T5의 상대적 알파파는 유의하게 증가하였음(P< 0.05) 5. NG 그룹은 사전보다 사후에 SFT(aerobic endurance (P<0.05), upper body muscular strength (P<0.01), lower body muscular strength (P<0.01), upper body flexibility (P< 0.05), lower body flexibility (P<0.01), and agility (P<0.05))의 유의한 차이가 나타남(p<0.05) 6. MCI 그룹은 사전보다 사후에 SFT(upper body muscular strength (P<0.01), lower body muscular strength (P<0.01), and lower body flexibility (P<0.01) 의 유의한 차이가 나타남(p<0.05) 7. MCI 그룹은 NG그룹보다 사전에 K-MoCA (P<0.01),DSF test(P<0.01),DSB test(P<0.01),Rey 15-Item Recognition Trial (P<0.01), the COWAT (P<0.01, category fluency test, letter fluency test), Stroop test (P<0.01) 유의하게 낮음 8. MCI-EX는 사전보다 사후에 DSB test(working memory)의 유의한 차이가 나타남(p<0.05)

MCI=Mild Cognitive Impairment; KGDS= Korean Version of the Geriatric Depression Scale; KMoCA= Korean version of Montreal Cognitive Assessment; S-IADL=Seoul Instrumental Activities of Daily Living; RM=Repetition Maximum; MCI-EX=MCI exercise group; MCI-Con=MCI control group; NG-EX=Normal elderly exercise group; NG-Con=Normal elderly control group; SFT=Senior Fitness Test; COWAT=Controlled Oral Word Association Test; EEG= Electroencephalograms; DST=digit span test; ;DSB=digit span backward test; DSF=digit span forward test

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Mavros Y et al. (2017)	N=92 - MCI(55세 이상) Peterson criteria	1. PRT(N=27) - 1RM 1회씩 반복  2. Sham-Ex(N=23) - 스트레칭 & 맨손 체조  3. CT(N=17) - COGPACK 프로그램  4. Sham Cog(N=25) - 동영상 시청	6개월 중재 (사전, 사후, 78개월) 1. PRT(2-3회/주, 60-100분/회) - 현재 근력 유지(80-90%)를 위해 3주마다 최대 반복 횟수(1RM)를 1회씩 반복  2. Sham-Ex - 스트레칭과 앉아서 하는 맨손 체조  3. CT(2-3회/주, 60-100분/회) - COGPACK 프로그램(기억력, 실행 기능, 주의력, 정보 처리 속도)  4. Sham Cog - 다큐멘터리 동영상 시청 후 질문	1. ADAS-Cog(global, executive, and memory domains) 2. Peak strength(1 repetition maximum)(하체 근력: leg press, knee extension, hip abduction, 상체근력: chest press, and seated row) 3. VO2 peak	1. 사후 PRT가 상부, 하체 및 전신 근력과 VO2peak의 연령 변화율이 Sham-Ex 보다 유의하게 더 크게 증가함(p<0.05) 2. PRT의 47%는 정상 인지 점수를 달성하고 실행 기능이 유의하게 향상됨(p<0.05) 3. PRT는 Sham-Ex 보다 사후에 VO2 peak의 절대적 및 상대적 변화가 유의하게 증가하였음(p<0.05) 4. CT는 Sham-Cog 보다 사후에 VO2 peak의 절대적 및 상대적 변화가 유의하게 감소하였음(p<0.05) 5. PRT는 23%에서 52%까지 상대적인 근력 증가와 상체, 하체 및 전신 근력에서 0.69에서 0.94의 중간 정도에서 큰 z-score 변화로 크게 개선됨(P < .05) 6. 근력 점수가 높을수록, VO2 피크가 높을수록 인지능력 향상과 유의한 관련이 있음(P < .05). 하체 근력이 높을수록 ADAS Cog 개선 및 글로벌 도메인에 대해서는 유의한 효과가 있었지만, 실행 영역에 대해서는 유의하지 않음

CT=cognitive training; PRT=progressive resistance training; Sham-Ex=sham exercise; CT=cognitive training; Sham Cog; ADAS-Cog=Alzheimer's Disease Assessment Scale-cognitive subscale;

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Measures	Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method			
Yoon DH et al. (2016)	N=30(71.5-80.8세) - MMSE=20-24 - MoCA-K<23 - 보행보조기 없이 10m 보행 가능	1. HSPT(N=14) 2. LSST(N=9) 3. 대조군(N=7)	12주 중재, (평가=사전, 사후) 1. HSPT(2회/주, 60분/회) - 워밍업 10분, 탄력밴드 트레이닝(green elastic bands (tension: very low), 체감운동량(12-13/다소 힘들)) 40분, 쿨다운 10분 - 휴식: 세트 사이(1분), 운동 사이(2분) - 12회 반복, 2-3세트 - 가능한 빨리 수행. 1초 pause, 2초 초과 eccentric contraction  2. LSST(2회/주, 60분/회) - 10분 워밍업, 40분 탄력밴드 트레이닝(blue color elastic bands (tension: high), 체감 운동량(15-16/힘들), 10분 쿨다운 - 휴식: 세트 사이(1분), 운동 사이(2분) - 8-10회 반복, 2-3세트 - 2초 이상 수축, 1초 pause, 2초초과 eccentric contraction  3. 대조군(1회/주, 60분/회) - American College of Sports Medicine.따른 정적 & 동적 스트레칭	1. Body composition 2. MMSE 3. MoCA 4. SPPB 5. TUG 6. Leg muscle strength 7. hand grip strength	1. HSPT는 사후 체중(P<0.01), 체지방률(P<0.01), 허리 대 엉덩이 비율(P<0.05), 수축기 혈압(P<0.001)이 유의하게 감소하고, 골격근량(P<0.001)은 유의하게 증가함 2. HSPT와 LSST은 사전, 사후 변화량에서 대조군보다 MMSE의 유의한 차이가 있음(p<0.05) 3. HSPT는 사전, 사후 변화량에서 대조군보다 MoCA-K에 유의한 차이가 있음(p<0.05) 4. HSPT와 LSST는 사후가 사전보다 MMSE가 유의하게 향상됨(p<0.05) 5. HSPT의 사후가 사전보다 MoCA-K 점수가 유의하게 향상되었으며(P<0.001), 대조군은 사후가 사전보다 MMSE 점수가 유의하게 감소함(p<0.05) 6. HSPT와 LSST은 사전, 사후 변화량에서 대조군보다 SPPB에 유의한 향상이 있음(p<0.05) 7. HSPT와 LSST는 사후가 사전보다 SPPB가 유의하게 향상됨(p<0.05). 그러나 TUG는 유의한 차이가 없음 8. HSPT의 grip strength는 사후가 사전보다 유의하게 향상되었으며, HSPT의 grip strength는 LSST와 대조군 보다 사전 사후 변화량에서 유의한 차이가 있음(p<0.05)	

MMSE=Mini-Mental State Examination; MoCA-K=Korean version of the Montreal Cognitive Assessment; HSPT=high-speed power training; LSST=low-speed strength training (LSST); MoCA=Montreal Cognitive Assessment; SPPB=Short Physical Performance Battery; TUG=the Timed Up & Go test

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Fiatarone Singh MA et al. (2014)	N=100 - MCI(55세 이상). Peterson criteria	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PRT - 고강도 점진적 저항훈련</li> <li>2. Sham PRT - 앉아서 맨손 운동과 스트레칭</li> <li>3. CT - 컴퓨터 기반 다중 영역 인지 훈련</li> <li>4. Sham CT - 퀴즈 보기</li> <li>5. CT+PRT</li> <li>6. 대조군</li> </ol>	<p>6개월 중재,(2-3회/주) (평가=사전, 사후(6개월), 18개월)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. PRT(75분)(N=22/ PRT+Sham PRT) - 고강도 점진적 저항훈련 - chest press, leg press, seated row, standing hip abduction, knee extension - 5-8회/세트, 3세트</li> <li>2. Sham PRT(60분) - 앉아서 맨손 운동과 스트레칭</li> <li>3. CT(75분)(N=24/ CT+ Sham CT) - 컴퓨터 기반 다중 영역 인지 훈련(COGPACK 프로그램 사용) - 기억력, 실행 기능, 주의력, 정보 처리 속도를 목표로 함</li> <li>4. Sham CT(60분)</li> <li>5 short National Geographic videos 시청 후 15개 퀴즈 풀기(3개/동영상)</li> <li>5. CT+PRT(100분)(N=27) - CT+PRT</li> <li>6. 대조군(100분)(N=27) - Sham PRT+ Sham CT</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ADAS-Cog</li> <li>2. B-ADL</li> <li>3. WAIS III</li> <li>4. auditory Logical Memory I, II</li> <li>5. BVRT-R</li> <li>6. COWAT</li> <li>7. WMS-III</li> <li>8. SDMT</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. PRT는 sham RPT보다 사후 ADAS-Cog가 유의하게 향상되었으며(<math>p &lt; 0.05</math>), 18개월 동안 효과가 지속되는 경향을 보임</li> <li>2. PRT의 WAIS는 사후 유의미하게 향상되었으며(<math>P &lt; .02</math>), 전체 실행 영역 점수도 향상되는 경향을 보임(<math>P &lt; .07</math>)</li> <li>3. PRT의 18개월 효과는 CT+PRT에 비해 실행 영역에서 74% 더 높았고, 글로벌 영역에서는 48% 더 높음(<math>P &lt; .04</math>)</li> <li>4. PRT는 사후 시각/구성 기억의 감소를 약화시켰지만, 지연 청각 기억의 악화와 관련이 있었고(<math>P &lt; .03</math>), 기억 영역 점수에는 큰 영향을 미치지 않음. CT는 사후 대조군에 비해 기억력 저하를 약화시킴(<math>P &lt; .02</math>).</li> <li>5. 18개월 후 글로벌 도메인 변화에서 CT+PRT에 비해 PRT 그룹이 48% 더 높은 이점이 있음(<math>P &lt; .04</math>).</li> </ol>

PRT=Progressive resistance training; CT= cognitive training; ADAS-Cog=Alzheimer's Disease Assessment Scale-cognitive subscale; B-ADL=Bayer Activities of Daily Living; WAIS III=Wechsler Adult Intelligence Scale 3rd Edition; BVRT-R=Benton Visual Retention Test-Revised 5th Edition; COWAT=Controlled Oral Words Association Test; WMS-III=Wechsler Memory Scale 3rd Edition; SDMT=Symbol Digit Modalities Test

Table 3. Effects of resistance training on cognitive and physical function in older adults with mild cognitive impairment

Author	Number of subjects/Age/Diagnosis	Study Design			Outcomes
		Experimental/Control Group	Intervention Method	Measures	
Nagamatsu LS et al. (2012)	N=77(71.4-78.4세) - MoCA< 26	1. BAT(N=27)	6개월 중재,(2회/주) (평가=사전, 사후(6개월), 18개월)	1. Stroop Test	1. RT는 BAT보다 Stroop Test와 Memorizing face-scene pairs에서 사전-사후 변화량에 유의한 차이가 있었음(p<0.05) 2. RT는 BAT보다 right lingual (p=0.03), occipital-fusiform gyri (p=0.02), right frontal pole (p=0.03)에서 연상 인코딩 및 회상 시 사전-사후 변화량에 유의한 차이가 있었음 3. AT는 BAT보다 사전-사후 변화량에 SPPB와 Six-Minute Walk Test에서 유의한 차이가 나타남(p<0.05)
		2. AT(N=24)	1. BAT(대조군) : 균형 및 근력운동	2. TMT	
		3. RT(N=26)	: 스트레칭, 관절 가동범위, 균형운동, 이완  2. AT : 유산소훈련, 야외 걷기 프로그램 : HRR 40% 시작하여 HRR 70~80%진행함  3. RT : 저항 훈련, Keiser® 가압 공기 시스템과 프리 웨이트 사용, (8회, 2세트)	3. Memorizing face-scene pairs 4. fMRI 5. SPPB 6. Six-Minute Walk Test	

MoCA=Montreal Cognitive Assessment; BAT=Balance And Tone; AT=Aerobic Training; RT=Resistance Training; HRR=Heart rate reserve; TMT=Trail Making Tests; EPT=Everyday Problems Test; SPPB=Short Physical Performance Battery

## IV. 고찰

본 연구는 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 효과를 알아보기 위해 1995년 01월부터 2024년 03월까지 선정기준과 제외기준을 바탕으로 학술지에 게재된 영어 논문을 PubMed와 MEDLINE을 사용하여 검색하였다. 본 연구의 최종 논문은 10개이며, 이를 바탕으로 체계적 고찰을 하였다.

먼저, 경도인지장애 노인의 저항운동과 대조군을 비교하였을 때 사후 몬트리올 인지 평가(Montreal Cognitive Assessment: MoCA-K), processing speed, executive function에 유의한 차이가 있었으며, 75%의 연구에서 신체기능은 저항운동이 대조군보다 신체기능지수(Short physical performance battery: SPPB), 근력, 일어서서 걷기 검사(Timed up and go test: TUG), 보행 속도, 6분 걷기 검사에서 유의한 차이가 있었다.

노화로 인한 신체적 변화(예: 이동성 저하 및 관련 부상 발생 가능성 증가)를 예방하기 위해서는 신체기능 향상은 중요하다(Cavalcante BR 등, 2020). 규칙적인 신체 운동은 인간의 신체, 심리에 긍정적인 변화와 인지기능 손실을 예방할 수 있다(Yoon DH 등, 2018). 인지장애가 있는 노인은 신체기능이 저하될 가능성이 더 높으며, 운동 그룹에 속한 경도인지장애 노인은 대조군과 비교하였을 때 인지기능과 악력 향상에 긍정적 효과가 있었다(Mavros Y 등, 2017). MMSE 검사로 측정된 인지기능에 대한 운동 중재는 큰 효과 크기를 가졌으며(Gates N 등, 2013), 다른 메타분석 연구에도 경도인지장애 노인의 운동 중재와 기억력, 지연된 회상 및 인지기능은 큰 효과 크기를 가진다고 하였다(Liu-Ambrose T 등, 2010).

저항운동은 근력과 지구력을 높이기 위한 운동으로, 근감소증이 있는 노인의 근력, 근육의 질, 근 수행 능력을 향상시킨다(Chen N 등, 2021). 저항운동의 잠재적인 메커니즘은 골격근의 미토콘드리아 및 자가포식 기능 향상과(White Z 등, 2016) 혈청 인슐린 유사 성장 인자-1(IGF-1) 수치를 증가시킨다(Krootmark K 등, 2024). 낮은 혈청 IGF-1 수치는 인지기능 장애, 특히 노인의 정보 처리 속도 저하와 관련이 있다(Krootmark K 등, 2024). 따라서 저항운동 후 인지기능이 개선되는 것은 혈청 IGF-1 수치의 증가로 설명할 수 있다. 이전 메타분석을 통해 저항운동은 인지 저하 정도 및 연령과 관계없이 인지기능을 개선한다고 하였다(Wilke J 등, 2019)

실행 기능은 일반적인 인지기능의 주요 영역으로, 특히 경도인지장애 노인은 실행 기능 측면에서 인지기능에 미묘한 결함이 있다(Zhang L 등, 2020). 실행 기능의 변화는 인지기능 저하에 중요한 역할을 하며, 실행 기능의 인지적 유연성, 언어의 유창성, 반응 억제 측면에서 저항운동은 중간 정도의 효과가 있다(Zhang L 등, 2020). 주관적 기억력에 문제가 있는 노인 여성을 대상으로 6개월간 주 2회 저항운동을 한 실험군은 대조군보다 선택적 주의력/갈등 해결 능력, 연상 기억력, 기능적 뇌 가소성의 국소적 패턴이 유의하게 향상되었다(Nagamatsu LS 등, 2012). 이를 통해 저항운동은 선택적 주의력/갈등 해결에 대해 치매 위험이 높은 사람들에게 필요하다(Nagamatsu LS 등, 2012). 더불어 저항운동은 연상 기억력이 크게 개선되었으며, 연상 기억과 관련된 영역에서 혈액학적 활동의 긍정적인 기능적 변화가 나타났다(Nagamatsu LS 등, 2012). 이를 통해 저항운동은 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 효과가 있음을 시사한다.

둘째, 유산소운동과 대조군을 비교하였을 때, 50%의 연구에서 사후 인지(몬트리올 인지평가(Montreal Cognitive Assessment: MoCA), 기호 잇기 검사(Trail Making Test: TMT), 스투룹 색상-단어검사(Stroop Color and Word Test; SCWT))와 신체기능(신체기능지수(SPPB), 6분 보행 검사)이 향상되었다. 저항운동과 대조군을 비교한 모든 연구에서 사후 인지(몬트리올 인지평가(MoCA), 기호 잇기검사(TMT), 스투룹 색상-단어검사(SCWT))가 향상되었다. 더불어 유산소운동과 저항운동을 비교하였을 때 50%의 연구에서 유산소운동이 저항운동보다 사후 스투룹 색상-단어검사(SCWT)에 유의한 차이가 나타났다. 저항운동과 유산소운동을 병행한 실험군과 대조군을 비교한 연구에

서 사후 인지(간이정신상태검사(Mini-mental state examination: MMSE)와 신체기능(2분 보행 검사, 30초 앉았다 일어나기 검사)에 유의한 차이가 있었다.

유산소운동과 저항운동은 지각-운동 기능 영역을 제외한 모든 인지 영역 및 신체 능력을 향상 시킨다. 유산소 운동군과 저항운동군을 대조군과 비교하였을 때, SCWT, TMT 점수는 유의하게 차이가 있었으며, 경도인지장애 노인의 유산소운동이 인지기능에 미치는 효과에 관한 연구는 꾸준히 증가하고 있다. 또한, 그 수는 적지만 경도 인지장애 노인의 저항운동 효과를 설명하는 연구도 증가하고 있다(Lu J 등, 2015). Iuliano E 등(2015)은 근력 및 유산소운동에 참여한 대상자는 신체기능, 주의력 및 분석 작업에서 상당한 향상을 보였다. 유산소 운동군과 저항 운동군은 대조군에 비해 사후 시각적 구성 추론을 제외한 모든 인지 영역과 신체적 수행 능력이 비슷하게 향상되었으며, 가벼운 유산소운동 증재는 노인의 실행 기능, 억제 통제력을 강화 시키며(Byun K, 2024), 중등도 강도의 유산소 운동 증재는 경도인지장애 노인의 전반적인 인지기능, 작업 기억력 및 주의력을 향상시킨다고 하였다(Demurtas J, 2020).

유산소 운동이 인지기능에 미치는 영향에 대한 생리적 메커니즘은 다음과 같다. 첫째, 유산소운동은 운동 중 근육에서 생성되는 myokines의 신호로 인해 뇌유래신경영양인자(BDNF)의 증가를 유도한다(Kirk-Sanchez NJ와 McGough EL, 2014). 유산소 운동으로 인해 BDNF 수치가 증가하면 인지 및 실행 기능이 향상될 수 있다(Krootmark K 등, 2024). 둘째, 유산소 운동은 경도인지장애 진행의 중요한 예측 인자인 염증성 사이토카인 수치를 감소시키고(Kirk-Sanchez NJ와 McGough EL, 2014), 경도인지장애 노인의 체력을 향상시켜 BDNF 수치를 높이고 염증성 사이토카인 수치를 낮추어 인지기능을 개선한다(Nascimento CM 등, 2014). 셋째, 유산소 운동은 전전두엽 피질을 포함한 여러 영역의 피질 활성화 과정에서 뇌 산소 공급을 촉진하여 실행 기능에 영향을 미친다(Nishiguchi S 등, 2015). 마지막으로 경도인지장애 노인의 유산소성 컨디셔닝이 개선되면 해마 부피, 회백질 및 뇌 조직 가소성 증가와 같은 신경 생리학적 변화가 발생한다(Langoni CDS 등, 2019).

저항 운동은 후대상피질의 회백질 밀도를 증가시키고 후대상피질, 전대상피질 및 해마 간의 기능적 연결성을 증가시켰으며(Herold F 등, 2019), 이는 행동 결과 학습에 기반한 의사 결정에 관여하고 기억과도 관련이 있다(Rolls ET, 2019). Nagamatsu 등 (2012)은 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지기능과 뇌 가소성에 미치는 영향에 대한 연구에서 70~80세 노인 86명을 저항 운동군, 유산소 운동군(최대 산소 섭취량의 40%~80%), 대조군의 세 그룹으로 나누었다. 피험자들은 6개월 동안 주 2회(세션당 1시간) 훈련 프로그램에 참여하였다. 유산소운동에 참여한 피험자는 심혈관계 요인만 개선된 반면, 저항운동에 참여한 피험자는 대뇌 피질의 선택적 주의력, 문제 해결 능력, 실행 기능이 개선되었다. 최근 경도인지장애 노인을 대상으로 연구에서 유산소 운동의 이점은 언어적 유창성(다른 실행 기능 없음)으로 제한되었으며, 기억력에 도움이 되지 않았다고 하였다(Nagamatsu, 2012). 또한 중등도-고강도 저항운동은 기억력에 큰 유의미한 효과가 나타났다(Williamson JD 등, 2009). 본 연구에서도 유산소 운동은 저항운동보다 사후에 스투룹 색상-단어검사에 유의한 차이가 나타났다.

마지막으로 저항운동, Sham 저항운동, 인지 훈련, Sham 인지 훈련을 비교하였을 때 저항운동은 Sham 저항운동보다 50% 연구에서 사후 인지(알츠하이머병 평가 척도 인지 하위 척도(Alzheimer's Disease Assessment Scale-cognitive sub-scale: ADAS-Cog)와 신체기능(근력, VO2 peak)에 유의한 차이가 있었다. 50%의 연구에서 인지 훈련은 Sham 인지 훈련보다 사후 신체기능(VO2 peak)에 유의한 차이가 있었으나, 인지 훈련과 저항운동 병행한 그룹과 저항운동을 비교하였을 때 유의한 차이가 없었다

인지 훈련은 인지 훈련 증재기간 동안 기억력 저하를 최소화하였고, 이는 인지 훈련이 지속적으로 이어져야 한다는 것을 의미한다. 다영역 인지훈련에 대한 경도인지장애 노인에 관한 연구는 거의 없으며(Barnes DE 등, 2013), 인지 훈련의 인지기능의 효과 크기는 작다는 연구도 있다(Fiatarone Singh MA, 2014).

인지 훈련과 저항운동을 병행한 그룹은 저항운동 그룹과 비교하였을 때, 뇌 기능과 BDNF 수치가 개선된다 (Castano 등, 2022). 본 연구 인지 훈련과 저항운동을 병행하였을 때 부정적인 효과는 건강한 코호트를 대상으로 한 두 건의 소규모 연구에서 보고된 큰 유의한 효과와 대조적이며(Oswald W 등, 2006), 최근 인지장애가 있는 노인을 대상으로 한 정신 활동 및 운동(MAX)에 나타난 중립적인 효과와도 상반되는 결과이다(Barnes DE 등, 2013). 저항운동에 인지 훈련을 병행하였을 때 저항운동 효과가 크게 둔화 되는 메커니즘은 알려져 있지 않다 (Fiatarone Singh MA 등, 2014). 정신적, 육체적으로 힘든 병행 중재로 인해 과도한 스트레스, 가정 또는 지역사회 기반 활동 참여 감소, 신경 가소성 및 인지적 혜택을 촉진하기보다는 억제하는 기타 변화가 발생했을 수 있다 (Fiatarone Singh MA 등, 2014). 본 연구에서 저항운동은 sham 저항운동과 비교하였을 때 인지 및 신체기능이 사후 향상되었으며, 저항운동은 인지기능 개선에 효과적일 뿐만 아니라 인지기능 개선을 위해 근력 증가가 극대화할 수 있도록 저항운동 중재를 최적화해야 한다.

본 연구의 저항운동은 sham 저항운동보다 사후에 VO2 peak의 절대적 및 상대적 변화가 유의하게 증가하였다. 이는 건강한 노인이 1년간 유산소운동을 받은 후 보고된 7.78% 증가와 유사하고(Erickson KI 등, 2011), 경도인지장애 노인이 6개월간 유산소 훈련을 받은 후 보고된 11% 증가보다는 약간 적었다(Baker LD 등, 2010). 따라서 이번 연구를 토대로 경도인지장애가 저항운동에 대한 신체적 적응을 방해하지 않으며 근력 향상이 인지 적응과 관련이 있음을 의미한다. VO2 peak와 인지력 사이에는 연관성이 있지만(Abbott RD 등, 2004), BDNF의 증가와 같은 다른 경로가 작용할 수 있다고 하였다(Leckie RL 등, 2014). 유산소운동 능력과 인지기능 사이의 많은 역학적 연관성과 달리 노인의 운동 훈련 후 VO2 peak의 개선이 인지기능의 개선을 매개하지 않는다는 연구를 뒷받침한다(Beydoun MA 등, 2014).

본 연구는 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 효과를 검증하여 재활 가이드라인 마련에 의의가 있으며, 연구의 제한점으로 최종 선정된 논문은 10편으로 적은 수의 논문으로 경도인지장애 노인의 저항운동에 대한 운동 프로토콜 제시하는 것은 한계가 있다. 추후 연구는 저항운동이 경도인지장애 노인에게 미치는 인지기능 향상에 대한 메커니즘 연구가 필요할 것으로 사료 된다.

## V. 결론

본 연구는 저항운동이 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 효과를 체계적 분석하여, 경도인지장애 노인의 저항운동의 프로토콜을 제시하고자 한다. 선정기준과 제외기준에 적합하여 선택한 논문은 최종 10개로 결과는 다음과 같다.

첫째, 경도인지장애 노인의 저항운동과 대조군을 비교하였을 때 사후 인지와 신체기능에서 유의한 차이가 있었다. 이를 통해 저항운동은 경도인지장애 노인의 인지와 신체기능에 효과가 있음을 시사한다.

둘째, 유산소운동과 대조군을 비교하였을 때 사후 인지와 신체기능에 유의한 차이가 있었다. 저항운동과 대조군을 비교한 모든 연구에서 사후 인지가 향상되었다. 더불어 유산소운동과 저항운동을 비교하였을 때 유산소운동이 저항운동보다 사후 스투롭 색상-단어검사(SCWT)에 유의한 차이가 나타났다. 저항운동과 유산소운동을 병행한 실험군과 대조군을 비교하였을 때 사후 인지와 신체기능에 유의한 차이가 있다. 이는 경도인지장애 노인에게 유산소운동과 저항운동 모두 인지 기능 향상에 효과적으로 나타났다.

셋째, 저항운동, Sham 저항운동, 인지 훈련, Sham 인지 훈련을 비교하였을 때 저항운동은 Sham 저항운동보다

사후 인지와 신체기능에 유의한 차이가 있었다. 인지 훈련은 Sham 인지 훈련보다 사후 신체기능에 유의한 차이가 있었으나, 인지 훈련과 저항운동을 병행한 그룹과 저항운동을 비교하였으나 사후 인지 및 신체기능에 유의한 차이가 없었다. 이는 경도인지장애 노인에게 저항운동은 인지와 신체기능 향상에 효과적이며, 저항운동은 인지 기능과 신체 기능 향상을 위해 인지훈련과 저항운동을 병행한 운동으로 대체할 수 있다.

마지막으로 본 연구 결과를 토대로 경도인지장애 노인의 인지 및 신체기능 향상을 위한 저항운동 프로그램은 탄력밴드를 활용한 기능적 훈련과 저항운동을 10-15회, 운동 사이 휴식 시간 1분, 세트 사이 휴식 시간 2분, 전체 운동 시간(워밍업 10분, 저항운동 40분, 쿨다운 10분) 60분, 주 2-3회, 12주 운동을 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 이를 바탕으로 임상가들에게 경도인지장애 노인의 인지와 신체기능 향상을 위한 재활 운동의 근거 마련과 재활 가이드라인을 제시할 수 있다.

## 참고문헌

- Abbott RD, White LR, Ross G et al. Walking and dementia in physically capable elderly men. *JAMA* 2004;292(12):1447-1453.
- Albert MS, DeKosky ST, Dickson D et al. The diagnosis of mild cognitive impairment due to Alzheimer's disease: recommendations from the National Institute on Aging-Alzheimer's association work groups on diagnostic guidelines for Alzheimer's disease. *Alzheimers Dement*. 2011;7(3):270-290.
- Arbesman M, Scheer J, Lieberman D. Using AOTA's critically appraised topic (CAT) and critically appraised paper (CAP) series to link evidence to practice. *OT practice*. 2008;13(12):18-22.
- Baker LD, Frank LL, Foster-Schubert K et al. Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: A controlled trial. *Arch Neurol* 2010;67(1):71-79.
- Barnes DE, Santos-Modesitt W, Poelke G et al. The mental activity and eXercise(MAX) trial: A randomized controlled trial to enhance cognitive function in older adults. *JAMA Intern Med* 2013;173(9):797-804.
- Bhogal SK, Teasell RW, Foley NC et al. The PEDro scale provides a more comprehensive measure of methodological quality than the Jadad scale in stroke rehabilitation literature. *J Clin Epidemiol*. 2005;58(7):668-73.
- Beydoun MA, Beydoun HA, Gamaldo AA et al. Epidemiologic studies of modifiable factors associated with cognition and dementia: Systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2014;14:643.
- Burns JM, Johnson DK, Watts A, et al. Reduced lean mass in early Alzheimer disease and its association with brain atrophy. *Arch Neurol* 2010;67(4):428-433.
- Byun K, Hyodo K, Suwabe K et al. Mild exercise improves executive function with increasing neural efficiency in the prefrontal cortex of older adults. *GeroScience*. 2024;46(1):309-25.
- Callahan KE, Lovato JF, Miller ME et al. Associations between mild cognitive impairment and hospitalization and readmission. *J Am Geriatr Soc*. 2015;63(9):1880-1885.
- Castano LAA, Castillo de Lima V, Barbieri JF de Lucena et al. Resistance training combined with cognitive training increases brain derived neurotrophic factor and improves cognitive function in healthy older adults. *Front. Psychol*. 2022;13:870561.
- Cavalcante BR, de Souza MF, Falck RS et al. Effects of Resistance Exercise with Instability on Cognitive Function (REI Study): A Proof-Of-Concept Randomized Controlled Trial in Older Adults with Cognitive Complaints. *J*

- Alzheimers Dis. 2020;77(1):227-239.
- Chen N, He XF, Feng YW et al. Effects of resistance training in healthy older people with sarcopenia: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur. Rev. Aging Phys Act.* 2021;18(1):23.
- Davis JC, Bryan S, Marra CA. et al. An economic evaluation of resistance training and aerobic training versus balance and toning exercises in older adults with mild cognitive impairment. *PLoS One* 2013;8(5):e6303.
- Demurtas J, Schoene D, Torbahn G et al. Physical activity and exercise in mild cognitive impairment and dementia: an umbrella review of intervention and observational studies. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21(10):1415-1422.
- Erickson KI, Voss MW, Prakash RS et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci* 2011;108(7):3017-3022.
- Feldman H, Scheltens P, Scarpini E et al. Behavioral symptoms in mild cognitive impairment. *Neurology.* 2004;62(7):1199-1201.
- Fernandez-Matarrubia M, Goni L, Rognoni T. et al. An active lifestyle is associated with better cognitive function over time in APOE  $\epsilon$ 4 non-carriers. *J Alzheimers Dis.* 2021;79(3), 1257-1268.
- Fiatarone Singh MA., Gates N, Saigal N. et al. The Study of Mental and Resistance Training (SMART) study—resistance training and/or cognitive training in mild cognitive impairment: A randomized, double-blind, double-sham controlled trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2014;15(12):873-880.
- Ganguli M., Dodge HH, Shen C et al. Mild cognitive impairment, amnesic type: an epidemiologic study. *Neurology.* 2004; 63(1):115-21.
- Gates N, Singh MAF, Sachdev PS et al. The effect of exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2013;21(11):1086-1097.
- Gotovac K, Nikolac PM., Pivac N. et al. Biomarkers of aggression in dementia. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2016; 69(1):125-130.
- Herold F, Törpel A, Schega L et al. Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements - a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act.* 2019;16:10.
- Heyn PC., Johnson KE, Kramer AF. Endurance and strength training outcomes on cognitively impaired and cognitively intact older adults: A meta-analysis. *J Nutr Health Aging* 2008;12(6):401-409.
- Hong SG., Kim JH., Jun TW. Effects of 12-Week Resistance Exercise on Electroencephalogram Patterns and Cognitive Function in the Elderly With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Trial. *Clin J Sport Med* 2018;28(6):500-508
- Hussin, NM., Shahar S, Yahya HM et al. Incidence and predictors of mild cognitive impairment (MCI) within a multi-ethnic Asian populace: A community-based longitudinal study. *BMC Public Heal.* 2019;19(1):1159.
- Iuliano E, di Cagno A, Aquino G, et al. Effects of different types of physical activity on the cognitive functions and attention in older people: a randomized controlled study. *Exp Gerontol.* 2015;70:105-110.
- Karssemeijer EGA., Bossers, WJR., Aaronson JA. et al. The effect of an interactive cycling training on cognitive functioning in older adults with mild dementia: Study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatr.* 2017;17(1):73.
- Kirk-Sanchez NJ, McGough EL. Physical exercise and cognitive performance in the elderly: current perspectives. *Clin*

- Interv Aging. 2014;9:51-62.
- Kivipelto M, Mangialasche F, Ngandu T. Lifestyle interventions to prevent cognitive impairment, dementia and Alzheimer disease. *Nat Rev Neurol*. 2018;14(11):653-666.
- Krootnark K, Chaikereee N, Saengsirisuwan V et al. Effects of low-intensity home-based exercise on cognition in older persons with mild cognitive impairment: a direct comparison of aerobic versus resistance exercises using a randomized controlled trial design. *Front Med (Lausanne)*. 2024;11:1392429.
- Langoni CDS, Resende TDL, Barcellos AB et al. Effect of Exercise on Cognition, Conditioning, Muscle Endurance, and Balance in Older Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Controlled Trial. *J Geriatr Phys Ther*. 2019;42(2):E15-E22.
- Leckie RL, Oberlin LE, Voss MW et al. BDNF mediates improvements in executive function following a 1-year exercise intervention. *Front Hum Neurosci*. 2014;8:985.
- Liu-Ambrose T, Barha CK, Best JR. Physical activity for brain health in older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2018;43(11):1105-1112.
- Liu-Ambrose T, Nagamatsu LS, Graf P et al. Resistance training and executive functions: A 12-month randomized controlled trial. *Arch Intern Med*. 2010;170(2):170-178.
- Liu CJ, Latham NK. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;3:CD002759.
- Lu J, Sun M, Liang L et al. Effects of momentum-based dumbbell training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment: A pilot randomized controlled trial. *Clin Interv Aging*. 2015;11: 9-16.
- Mavros Y, Gates N, Wilson GC. et al. Mediation of cognitive function improvements by strength gains after resistance training in older adults with mild cognitive impairment: outcomes of the study of mental and resistance training. *J Am Geriatr Soc*. 2017;65(3):550-559.
- Meleod JC, Stokes T, Phillips SM. Resistance exercise training as a primary countermeasure to age-related chronic disease. *Front Physiol*. 2019;10:645.
- Merceron-Martinez D, Ibaceta-Gonzalez C, Salazar C, et al. Alzheimer's disease, neural plasticity, and functional recovery. *J Alzheimers Dis*. 2021;82(s1):S37-S50.
- Mollinedo Cardalda I, López A, Cancela Carral JM. The effects of different types of physical exercise on physical and cognitive function in frail institutionalized older adults with mild to moderate cognitive impairment. A randomized controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr*. 2019;83:223-230.
- Moseley AM., Herbert RD., Sherrington C, et al. Evidence for physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002;48(1):43-49.
- Mufson EJ., Chen EY., Cochran EJ. et al. Entorhinal cortex beta-amyloid load in individuals with mild cognitive impairment. *Exp Neurol*. 1999;158(2):469-490.
- Nagamatsu LS, Handy TC, Hsu CL, et al. Resistance training promotes cognitive and functional brain plasticity in seniors with probable mild cognitive impairment. *Arch Neurol*. 2012;172(8):666-668.
- Nascimento CM, Pereira JR, de Andrade LP et al. Physical exercise in MCI elderly promotes reduction of pro-inflammatory cytokines and improvements on cognition and BDNF peripheral levels. *Curr Alzheimer Res*. 2014;11(8):799-805.
-

- Nithianantharajah J, Hannan AJ. The neurobiology of brain and cognitive reserve: Mental and physical activity as modulators of brain disorders. *Prog Neurobiol.* 2009;89(4):369-382.
- Nishiguchi S, Yamada M, Tanigawa T et al. A 12-week physical and cognitive exercise program can improve cognitive function and neural efficiency in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2015; 63(7):1355-63.
- Northey JM, Cherbuin N, Pumpa KL et al. Exercise interventions for cognitive function in adults older than 50: A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2018;52(3): 154-160.
- Nourhashemi F, Andrieu S, Gillette-Guyonnet S, et al. Is there a relationship between fat-free soft tissue mass and low cognitive function? Results from a study of 7105 women. *J Am Geriatr Soc* 2002;50(11):1796-1801.
- Oswald WD, Gunzelmann T, Rupprecht R et al. Differential effects of single versus combined cognitive and physical training with older adults: The SimA study in a 5-year perspective. *Eur J Ageing* 2006;3(4):179-192.
- Overton M, Pihlsgard M., Elmstahl S. Prevalence and Incidence of Mild Cognitive Impairment across Subtypes, Age, and Sex. *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.* 2019;47(4-6):219-232.
- Petersen RC. Mild cognitive impairment as a diagnostic entity. *J Intern Med.* 2004;256(3):183-194.
- Petersen RC., Doody R, Kurz A, et al. Current concepts in mild cognitive impairment. *Arch Neurol.* 2001;58(12):1985-1992.
- Rolls ET. The cingulate cortex and limbic systems for emotion, action, and memory. *Brain Struct Funct.* 2019;224(9):3001-3018.
- Rolland Y, Dupuy C, Abellan van Kan G, et al. Treatment Strategies for sarcopenia and frailty. *Medical Clinics of North America.* 2011;95(3):427-438.
- Sachdev PS., Blacker D, Blazer DG. et al. Classifying neurocognitive disorders: the DSM-5 approach. *Nat Rev Neurol.* 2014;10(11):634-42.
- Sachdev PS., Lipnicki DM., Kochan NA. et al. The prevalence of mild cognitive impairment in diverse geographical and ethnocultural regions: The COSMIC Collaboration. *PLoS One* 2015; 10(11): e0142388.
- Shimada H, Ishii K, Makizako H et al. Effects of exercise on brain activity during walking in older adults: a randomized controlled trial. *J Neuroeng Rehabil,* 2017;14(1):50.
- Smith PJ, Blumenthal JA, Hoffman BM et al., Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med,* 2010;72(3):239-52.
- Vancampfort D, Stubbs B, Firth J et al. Associations between handgrip strength and mild cognitive impairment in middle-aged and older adults in six low- and middle-income countries. *Int J Geriatr Psychiatry.* 2019;34(4):609-616.
- Varela S, Ayan C, Cancela JM et al. Effects of two different intensities of aerobic exercise on elderly people with mild cognitive impairment: a randomized pilot study. *Clin Rehabil.* 2012;26(5):442-450.
- Vincent KR, Braith RW, Bottiglieri T et al. Homocysteine and lipoprotein levels following resistance training in older adults. *Prev Cardiol.* 2003;6(4):197-203.
- Vizzi L, Padua E, D'Amico AG. et al. Beneficial effects of physical activity on subjects with neurodegenerative disease. *J Funct Morphol Kinesiol.* 2020;5(4):94.
- White Z, Terrill J, White RB. et al. Voluntary resistance wheel exercise from mid-life prevents sarcopenia and increases markers of mitochondrial function and autophagy in muscles of old male and female C57BL/6J mice. *Skelet*

Muscle. 2016;6(1):45.

- Wilke J, Giesche F, Klier K et al. Acute effects of resistance exercise on cognitive function in healthy adults: a systematic review with multilevel meta-analysis. *Sports Med.* 2019;49(6):905-916.
- Williamson JD, Espeland M, Kritchevsky SB, et al. Changes in cognitive function in a randomized trial of physical activity: Results of the lifestyle interventions and independence for elders pilot study. *J Gerontol Med Sci* 2009;64(6):688-694.
- Yoon DH, Kan DH, Kim HJ. et al. Effect of elastic band-based high-speed power training on cognitive function, physical performance and muscle strength in older women with mild cognitive impairment. *Geriatr Gerontol Int.* 2017;17(5):765-772.
- Yoon DH, Lee JY, Song W. Effects of resistance exercise training on cognitive function and physical performance in cognitive frailty: A randomised controlled trial. *J Nutr Health Aging.* 2018;22(8):944-951.
- Zhang L, Li B, Yang J et al. Meta-analysis: Resistance Training Improves Cognition in Mild Cognitive Impairment. *Int J Sports Med.* 2020;41(12):815-823.
-