

Effects of Combined Cognitive and Physical Exercise Program on Cognitive and Physical Functions in Older Adults with Mild Cognitive Impairment

Hyungyu Cha^a, Hyecheon Shim^a, Geonwoo Kim^a, Seunghoon Bae^a, Changmin Lee^a
Youngjun Choi^a, Wonjae Choi^{a*}

^aDepartment of Physical Therapy, Joongbu University, Geumsan, Republic of Korea

Objective: This study aimed to investigate the impact of a 12-week combined cognitive and physical exercise program on cognitive and physical functions in older adults diagnosed with mild cognitive impairment (MCI).

Design: A one-group pretest-posttest study.

Methods: Twelve participants with MCI engaged in a weekly 60-minute session of combined cognitive and physical exercise program. Cognitive function was assessed using the Montreal Cognitive Assessment (MoCA), while physical function was evaluated through measures of muscle strength, postural balance, and walking capabilities. Muscle strength assessments included the arm curl test, handgrip strength, and the 5 sit-to-stand test. Postural balance was evaluated using the one-leg stance test, timed up-and-go test, functional reach test, and four square step test. Walking function was analyzed through a gait analysis device. Pre- and post-intervention measurements were compared to determine the effects of the exercise program.

Results: The results demonstrated significant improvements in MoCA, arm curl test, timed up-and-go test, walking speed, and cadence following the 12-week intervention ($p < 0.05$). MoCA scores revealed enhanced cognitive performance, while measures of muscle strength, including the arm curl test, exhibited significant changes. Improvements in timed up-and-go test scores indicated enhanced mobility, accompanied by increased walking speed and cadence, as evidenced by gait analysis.

Conclusions: This study suggests that a structured 12-week program incorporating both cognitive and physical exercises can lead to meaningful improvements in cognitive and physical functions among older adults with MCI.

Key Words: Cognition, Muscle strength, Postural balance, Walking, Older adults

서론

경증인지장애는 초기 기억력 소실, 언어와 시지각 능력의 소실과 같은 인지기능의 감소를 보이거나 대부분 일상생활 활동은 독립적으로 수행 가능한 상태를 말한다 [1]. 경증인지장애를 가진 노인들은 치매로 진행할 위험이 높지만 경증인지장애를 가지고 있다는 사실을 자각하기 어려운 경우가 많아 조기 관리에 어려움이 있다[2]. 경증인지장애가 진행됨에 따라, 환자의 기억력 문제는 위생관리, 집안일 수행, 금전관리와 같은 일상생활 수행 능력을 저하시킬 수 있고, 우울증과 같은 심리적인 변화를

유발할 수 있다[3]. 또한, 경증인지장애를 가진 노인들은 새로운 장소에서 길을 잃거나 주의력 감소로 인해 화재 안전, 교통안전 등 생활 위험에 노출될 수 있기 때문에 경증인지장애를 관리하기 위한 방법이 필요하다[4].

운동은 경증인지장애를 관리하기 위한 대표적인 방법으로 기억력을 향상시킬 수 있다[5]. 운동은 혈관 형성을 촉진시키고 신경의 생존 가능성을 증가시키며 뇌 아밀로이드 축적을 감소시킨다[6]. Chirles 등[7]의 연구에 따르면 12주 간 주 4회 30분씩 유산소 운동을 경증인지장애를 가진 노인들에게 적용한 결과, 후방대뇌피질과 위마루엽의 전치부(precuneus) 사이의 기능적인 연결을

Received: Jan 30, 2024 Revised: Mar 13, 2024 Accepted: Mar 13, 2024

Corresponding author: Wonjae Choi (ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2232-6744>)

Department of Physical Therapy, Joongbu University, 201, Daehak-ro, Chubu-myeon, Geumsan-gun, Chungcheongnam-do, Republic of Korea

Tel: +82-41-750-6715 Fax: +82-41-750-6166 E-mail: wjchoi@joongbu.ac.kr

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

Copyright © 2024 Korean Academy of Physical Therapy Rehabilitation Science

유의하게 증가시킨다고 보고하였다. Nagamatsu 등[8]은 기억력 장애를 가진 여성 노인에게 6개월간 주 2회 60분씩 저항운동을 적용한 결과, 선택적 주의력, 갈등 해결, 연상 기억 및 기능적 뇌 가소성을 향상시켰다고 보고하였다. 최근에는 유산소운동이나 저항운동을 인지운동과 병행한 복합 인지 운동 프로그램에 관한 연구가 보고되고 있다[9]. 복합인지운동 프로그램을 적용한 선행 연구에서는 치매 노인의 전반적인 인지 기능, 일상생활 동작 및 정서를 개선하는데 효과적이었다[10]. 유산소운동과 저항 운동을 결합하는 것은 경증인지장애를 가진 노인들의 인지 기능을 향상시키는데 도움이 될 것으로 여겨지나 관련된 연구가 부족하다[11]. 신체 운동과 인지 운동의 결합은 인지 기능 개선에 효과가 있으나 최적의 복합 인지 운동 프로그램의 구성에 대한 연구가 추가적으로 필요하다[12]. 따라서, 본 연구에서는 복합 인지운동 프로그램을 저항 운동, 인지 운동, 유산소 운동을 결합하여 경증인지장애를 가진 노인의 인지 및 신체기능에 미치는 효과를 입증하고자 한다.

연구방법

연구 대상자

본 연구는 단일 집단 사전 사후 설계로 충청남도 K군 치매안심센터를 이용하는 노인 중 기본적인 일상생활이 가능한 65세 이상의 경증인지장애 노인을 대상으로 진행되었다. 연구 대상자 선정을 위해 센터 내 게시판에 홍보 안내문을 부착 후 지원자를 모집하였다. 선정 기준은 65세 이상의 노인으로서 한국판 몬트리올 인지평가 시 22점 이하인 자[13], 의사소통에 어려움이 없는 자, 거동에 어려움이 없는 자로 하였다. 제외 기준은 신경학적 질환을 가지고 있는 자, 본 연구와 유사한 운동 프로그램에 참여하는 자, 중증인지장애로 본 운동 방법을 이해하기 어려운 자, 운동 프로그램 참여율이 80% 미만인 자로 하였다. 본 연구의 참여자들에게 연구 목적, 연구 방법에 대해 자세하게 설명하였으며, 연구 참여 중 희망할 때 언제든지 철회가 가능함을 설명하였다. 본 연구는 중부대학교 윤리위원회의 승인 후 진행하였다(JIRB-2023092501-01).

연구 절차

본 연구의 선정기준에 부합하는 18명의 대상자를 모집하였다. 모든 대상자들은 성별, 나이, 신장, 체중, 우세손, 최종 학력을 일반적인 특성으로 조사하였고, 중재 전 사전 평가를 실시하였다. 인지 기능을 평가하기 위해서

몬트리올 인지평가 도구를 사용하였고, 신체기능은 근력, 균형, 보행을 평가하였다. 근력을 평가하기 위해 아령들기 검사, 악력 검사, 5회 앉았다 일어나기 검사를 시행하였고, 균형을 평가하기 위해, 한발 서기 검사, 일어나 걸어가기 검사, 기능적 팔 뻗기 검사, 사분면 구획 스텝 검사를 수행하였으며 보행은 보행분석장비를 이용하여 시공간 변수를 측정하였다. 복합인지운동 프로그램은 12주 동안 주 1회 60분간 수행하였다. 복합인지운동 프로그램은 준비운동 5분, 본 운동 50분, 마무리 운동 5분으로 구성되었다. 12주 간의 운동프로그램을 시행한 후 사전 평가와 마찬가지로 사후 평가도 동일하게 시행되었다. 사전 평가와 사후 평가는 모두 본 운동프로그램을 진행한 강사와 관련 없는 평가자로 구성하였다.

중재 방법

복합인지운동 프로그램

복합인지운동 프로그램은 준비 운동 5분, 저항 운동 15분, 인지 운동 10분, 유산소 운동 25분, 마무리 운동 5분으로, 총 60분간 적용하였다. 본 운동 전 후로 준비운동과 마무리 운동은 가벼운 전신 스트레칭을 수행하였다. 본 운동에서 저항 운동은 숄더 프레스, 프런트 레이즈, 사이드 레터럴 레이즈, 스쿼트, 런지를 각 1세트 당 8회 총 4세트를 15분간 수행하였다. 1~4주차는 저항 없이 맨몸운동, 5~8주차는 양쪽 손에 500g 아령, 9~12주차는 양쪽 손에 750g 아령으로 저항을 증가시켰다. 인지 운동으로 1~4주차에는 같은 카드 뒤집기, 5~8주차는 무작위로 나열된 숫자 카드를 순서대로 뒤집기, 9~12주차는 암산을 위한 보드게임(할리갈리)을 주차에 맞추어 10분간 수행하였다. 유산소 운동은 노래 박자에 맞추어 특정 동작들을 순서대로 수행하도록 교육하였다. 간주 중에는 항상 제자리 걷기를 수행하였다. 유산소 운동은 1~4주차 동안 앉은 자세에서 수행하였으며, 5~12주차까지는 선 자세로 25분간 수행하였다. 유산소 운동은 4주 간격으로 3회기 동안 유산소 운동의 동작을 변화시켜 흥미를 유지했으며 노래 박자에 맞추어 진행하였다(Table 1). 유산소 운동은 1~4주차에는 상지만 이용한 간단한 동작 위주로 구성되었고, 5~8주차는 제자리를 걸으며 간단한 상지 운동을 할 수 있도록 구성하였고, 9~12주차는 제자리 걸음과 가벼운 스쿼트 동작과 함께 좀 더 복잡한 상지 운동으로 구성하였다.

평가도구

인지

대상자들의 인지 수준은 한국판 몬트리올 인지평가를

Table 1. Combined cognitive and physical exercise program

Programs	1~4 weeks	5~8 weeks	9~12 weeks	
Warm-up exercise (5 min)	Whole body gentle stretching			
Main exercise (50 min)	Resistance exercise (10 min)	<ul style="list-style-type: none"> Shoulder press (5 times x 4 sets) Side lateral raise (5 times x 4 sets) Squat (5 times x 4 sets) 	<ul style="list-style-type: none"> Shoulder press (5 times x 4 sets) Side lateral raise (5 times x 4 sets) Prontal raise (5 times x 4 sets) Lunge (5 times x 4 sets) 	<ul style="list-style-type: none"> Prontal raise + Squat (5 times x 4 sets) Lunge + Side lateral raise (5 times x 4 sets) Calf raise & dorsi flexion (5 times x 4 sets)
	Cognitive exercise (15 min)	Animal cards matching	Number cards flip in order	Board game (HalliGalli)
	Aerobic exercise (25 min)	Music dance on chair	Music dance on stand	Music dance on stand
Cool-down exercise (5 min)	Whole body gentle stretching			

사용하여 측정하였다. 일반적으로 한국판 몬트리올 인지평가 도구는 측정 시 10~15분 정도 소요되며 시공간 / 집행기능 5점, 어휘력 3점, 주의력 6점, 문장력 3점, 추상력 2점, 지연회상력 5점, 지남력 6점으로 총점은 30 점 만점에 23점 이상은 정상, 22점 이하부터 인지장애가 있다고 판단한다[14]. 글을 읽지 못하는 사람에게는 추천되지 않고 대상자의 최종학력이 중학생 미만일 경우 총점에서 1점을 추가한다[15]. 한국판 몬트리올 인지평가의 검사 - 재검사의 신뢰도는 75%의 신뢰도를 보였다[15].

근력

(1) 아령들기 검사

아령들기 검사는 남성의 경우 3.6kg, 여성의 경우 2.3kg 덤벨을 이용하여 의자에 앉은 상태로 30초간 최대한 아령을 들었다 내리는 횟수를 측정한다[16]. 본 연구에서는 오른손과 왼손을 각각 3회씩 측정하여 평균값을 사용하였다. 아령들기 검사의 검사 - 재검사 신뢰도는 0.96으로 높은 신뢰도를 보인다[17].

(2) 악력 검사

악력 검사는 전자악력기(Isoforce GT-300, OG Wellness, Japan)를 사용하여 평가하였다. 대상자는 앉은 상태에서 팔꿈치를 90° 굽힘하고 몸통에 팔을 붙힌 후 최대한 전자악력기를 강하게 쥐도록 교육하였다. 검사는 좌측, 우측 각 3회씩 측정해 평균값을 사용했다[18]. 악력검사의 검사 - 재검사 신뢰도는 0.97로 높은 신뢰도를 보인다[19].

(3) 5회 앉았다 일어나기 검사

5회 앉았다 일어나기 검사는 의자에서 일어났다 앉는 동작을 5회 반복하여 수행하는 데 소요되는 시간을 측정한다[20]. 이 검사에는 스톱워치와 팔걸이가 없는 의자가 필요하며, 안정성을 위해 등받이를 벽에 밀착시킨 후 평가를 시행한다. 5회 앉았다 일어나기 검사를 시행하는 동안 상지의 보상작용을 제한하기 위하여 가슴 앞에서 양 팔을 교차하도록 하였다[21, 22]. 본 연구에서 5회 앉았다 일어나기 검사는 3회 측정 후 평균값을 사용하였다. 검사 간 발생할 수 있는 근피로를 예방하기 위하여 검사 간 1분의 휴식시간을 취하였다[23]. 5회 앉았다 일어나기 검사의 검사 - 재검사 신뢰도는 0.96으로 높은 신뢰도를 보인다[23].

균형

(1) 한발서기 검사

한발서기 검사는 상지의 보상작용을 제한하기 위해 양 팔을 가슴 앞에 교차하여 손을 어깨에 위치시킨 후 한쪽 다리로서 있는 시간을 측정한다. 공중에 들어올린 발이 지면에 닿거나, 지지한 발이 이동하거나, 지지하는 다리에 들어올린 발이 닿거나, 어깨에 위치시킨 손이 떨어지게 되면 측정을 종료한다[24]. 본 연구에서는 양측을 각 3번씩 측정하고 평균값을 구하여 사용하였다. 한발서기 검사는 검사자간 신뢰도 0.85으로 높은 신뢰도를 보인다[25].

(2) 일어나 걸어가기 검사

일어나 걸어가기 검사는 대상자가 의자에서 일어난

Table 2. Demographics of participants

Variables	Mean (SD)
Sex (male / female)	3 / 9
Dominant side (right / left)	12 / 0
Age (years)	79.92 (5.40)
Weight (kg)	58.00 (8.71)
Height (cm)	150.79 (13.14)
Education level (years)	3.42 (3.20)

후 3m를 걸어가 180° 회전한 후 다시 의자에 앉기까지의 시간을 측정하는 검사이다. 일어나 걸어가기 검사 측정 시 보조기 사용도 가능하다[26]. 일어나 걸어가기 검사는 총 3회 실시하였으며 3회 실시한 측정값의 평균값을 사용하였다. 일어나 걸어가기 검사는 신뢰도가 0.98로 높은 신뢰도를 보인다[27].

(3) 기능적 팔 뻗기 검사

기능적 팔 뻗기 검사는 선 자세에서 대상자가 주먹을 쥐고 어깨관절을 90° 굽힌 상태로 최대한 전방으로 팔을 뻗었을 때 이동한 거리를 측정한다. 측정 시 3번째 손허리뼈위치를 기준점으로 한다. 기능적 팔 뻗기 검사는 총 3번 측정된 결과값의 평균값을 사용했다. 기능적 팔 뻗기 검사는 신뢰도가 0.85로 높은 신뢰도를 보였다[28].

(4) 사분면 구획 스텝 검사

사분면 구획 스텝 검사는 참가자들에게 바닥에 표시된 십자 모양의 선을 피하면서 걷는 것을 요구하고, 대상자들은 선을 밟지 않고 시계 방향과 반 시계 방향으로 네 개의 사분면을 순서대로 밟을 때 소요되는 시간이 측정된다. 또한 참가자들에게 검사가 진행되는 동안 가능한 정면을 향하도록 교육하였다[29]. 참가자가 평가 방법을 이해하도록 하기 위해 한 번의 연습을 수행하고, 두 번의 평가 후 평균값을 사용하였다. 순서를 성공적으로 완료하지 못하거나 균형을 잃거나 선을 밟는 경우 재측정한다[30]. 사분면 구획 스텝 검사의 검사-재검사 신뢰도는 0.98으로 높은 신뢰도를 보인다[30].

보행

보행을 측정하기 위해 보행분석장비(Optogait system, Microgate, Italy)를 사용하였다. 보행분석기는 평평한 지면에서의 시공간 보행 매개변수를 측정할 수 있는 보행분석도구이다. 보행분석기의 바(bar)는 서로 평행하게

배치되고 진행방향에 대하여 수직으로 배치된 발광 다이오드로 인해 발이 측정 범위 내에 위치했을 때 광 신호의 차단으로 감지할 수 있다. 보행분석기의 발광 다이오드는 지면에서 3mm 위로 떨어지도록 1cm 간격으로 1개의 바(bar)에 96개가 배치되어있다[31]. 본 연구에서 보행분석은 가속기 1미터 감속기 1미터를 포함한 총 5미터 구간 중 3미터를 보행분석기를 통해 분석하였으며 피험자들의 선호하는 보행과 빠른 보행을 각 3번씩 측정하여 평균 값을 사용하였다. 보행분석기의 보행 매개변수 측정에 대한 검사자 간 신뢰도는 0.81~0.94이며 검사자 내 신뢰도는 0.81~0.91로 높은 신뢰도를 보인다[32].

자료분석

본 연구의 모든 조사 결과는 SPSS 프로그램(ver. 21.0 IBM Co., Armonk, USA)을 사용하여 분석되었다. 모든 자료는 Shapiro-Wilk 검정을 사용하여 정규 분포를 검정하였다. 대상자들이 12주간의 복합인지운동프로그램을 수행한 뒤 인지와 신체 기능의 변화를 통계학적으로 비교하기 위해 대응 t검정이 사용되었다. 모든 통계학적 유의수준은 0.05로 설정하였다.

연구결과

본 연구에서 18명의 대상자 중 2명은 컨디션 저하, 1명은 무릎 수술, 1명은 사후 검사 미참여, 2명은 참여율 80% 미만으로 제외되어 총 12명의 대상자가 분석되었다. 일반적인 특성으로 성별은 남성 노인 3명, 여성 노인 9명, 우세손은 모두 오른손, 평균 연령 79.92세, 몸무게 58.00 kg, 키 150.79 cm, 교육 수준 3.42년이였다 (Table 2).

복합인지운동 프로그램에 따른 인지변화를 한국판 몬트리올 인지평가 도구를 사용하여 평가한 결과 사전 평

Table 3. Comparison before and after combined cognitive and physical exercise program

Variables	Pre-test (n = 12)	Post-test (n = 12)	t	p
Cognitive function				
MOCA (points)	12.25 (5.02)	14.58 (4.37)	-2.277	0.044*
Muscle strength				
Right HGS (N)	161.69 (70.59)	161.75 (57.13)	-0.007	0.994
Left HGS (N)	141.94 (57.70)	137.92 (47.99)	0.556	0.589
Right ACT (no.)	15.66 (5.54)	24.29 (6.88)	-7.160	<0.001*
Left ACT (no.)	16.62 (5.67)	24.79 (9.82)	-3.745	0.003*
5STS (s)	13.14 (3.94)	12.49 (4.50)	0.657	0.524
Postural balance				
Right OLS (s)	3.99 (2.82)	3.44 (2.73)	1.040	0.321
Left OLS (s)	4.89 (5.90)	3.00 (2.91)	1.351	0.204
FRT (mm)	146.80 (84.71)	128.89 (50.77)	0.881	0.397
TUG (s)	14.09 (4.65)	11.88 (3.66)	2.711	0.020*
FSST (s)	15.41 (6.53)	14.43 (6.51)	0.626	0.544
Walking				
Preferred walking				
Right step length (cm)	52.83 (11.35)	53.13 (11.22)	-0.070	0.945
Left step length (cm)	51.04 (6.43)	52.68 (11.16)	-0.441	0.668
Stride length (cm)	104.58 (16.32)	104.44 (21.25)	0.019	0.985
Speed (m/s)	0.74 (0.28)	0.96 (0.31)	-3.667	0.004*
Cadence (step/min)	90.75 (33.21)	108.38 (19.96)	-2.397	0.035*
Fast walking				
Right step length (cm)	52.07 (7.23)	54.58 (9.73)	-0.981	0.348
Left step length (cm)	51.86 (6.02)	72.05 (37.53)	-1.730	0.111
Stride length (cm)	106.20 (10.52)	116.74 (22.61)	-2.037	0.066
Speed (m/s)	0.96 (0.31)	1.22 (0.35)	-5.266	<0.001*
Cadence (step/min)	110.46 (31.50)	125.48 (27.83)	-2.374	0.037*

MOCA = Montreal cognitive assessment, HGS = handgrip strength, ACT = arm curl test, 5STS = 5-repetition sit-to-stand test, OLS = one-legged stance test, FRT = functional reach test, TUG = timed up and go test, FSST = four square step test.

* presents $p < 0.05$ by paired t test.

균 12.25에서 사후 평균 14.58점으로 유의하게 향상되었다($p < 0.05$). 신체 기능 중 근력은 아령들기 검사에서만 유의하게 향상되었고, 균형은 일어나 걸어가기 검사만 유의하게 향상되었다($p < 0.05$). 보행은 선호하는 보행속도 및 빠른 보행속도 모두 시간적 공간변수인 보행속도와 분속수만 유의하게 향상되었다($p < 0.05$)(Table 3).

고찰

본 연구에서 복합인지운동 프로그램을 경증인지장애를 가진 노인에게 적용한 결과 인지와 신체 기능에 유의한 향상을 나타냈다. 선행 연구들은 저항 운동, 인지 운동, 유산소 운동을 개별로 적용하였으며 인지 능력은 연구에 따라서 유의한 향상을 보이기도 하였지만 사후

추적 조사 결과 중재 적용 전 상태로 되돌아 가기도 하였다[33, 34]. 특히 인지 훈련의 경우 경증인지장애에서 치매로 진행되는 속도를 감소시키지만 일상생활 활동을 개선하는 데 뚜렷한 차이를 입증하지 못하였다[35, 36]. 본 연구에서 새롭게 구성한 복합인지운동 프로그램은 경증인지장애를 가진 노인의 정신적, 신체적 기능을 최대한 향상시킬 수 있도록 저항 운동, 인지 운동, 유산소 운동을 복합적으로 시행하였고, 집단 프로그램으로 운영하여 대상자들이 경쟁을 통해 집중력을 높이고 동기를 유발할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 12주간의 복합인지운동 프로그램 후 한글판 몬트리올 인지평가는 유의하게 향상되었다($p < 0.05$). 선행 연구에서 규칙적인 신체활동은 생리학적, 정신적으로 이점이 있으며 인지기능의 저하를 감소시킨다고 보고하였다[37]. 또한 신체 활동은 노인들의 인지 기능과 심리적 행복감을 향상시킨다고 보고하였다[38]. 뇌유래신경영양인자(Brain-derived neurotrophic factor)는 나이가 많을수록 낮아지는 경향이 있고 특히, 경도인지장애와 알츠하이머병을 가진 노인들에게 낮게 나타난다[39]. 뇌유래신경영양인자는 신경 가소성, 신경의 발달, 성장, 생존, 분화를 조절하고 신경학적 질환 치료를 위한 약물 개발에서 중요한 요소이며[40], 운동은 낮아진 뇌유래신경영양인자의 수준을 증가시킬 수 있다[41]. 경도인지장애 또는 알츠하이머병을 가진 노인들의 뇌에서 염증성 사이토카인(inflammatory cytokines)의 수치가 상승된다[42]. 사이토카인은 다양한 세포 면역 및 염증 반응에 참여하며, 지나치게 많거나 부족한 사이토카인은 여러 감염, 면역 및 염증성 질환에 기여할 수 있다[43]. 염증성 사이토카인은 저항 운동과 유산소 운동을 통해 감소시킬 수 있으며, 특히 유산소 운동이 저항 운동보다 염증성 사이토카인의 감소에 크게 기여한다[44]. 이러한 선행연구를 통해 본 연구에서 시행한 복합인지운동 프로그램은 저항 운동과 유산소 운동이 혼합된 형태의 운동프로그램이기 때문에 인지 기능 개선에 효과적이었을 것으로 사료된다. 또한 인지 운동은 조기에 시작하는 것이 인지 기능의 개선에 더욱 효과적이기 때문에 복합인지운동 프로그램과 같이 신체적 기능 뿐만 아니라 인지 기능을 함께 개입함으로써 인지 기능의 개선을 더욱 촉진시킬 수 있었던 것으로 사료된다[45].

어깨는 복합관절로 상지 움직임과 밀접한 관련이 있으며[46], 노쇠에 의해 어깨가 약화될 가능성이 점점 높아진다[47]. 본 연구에서는 상지 저항운동으로 솔더 프레스, 프론트 레이즈, 사이드 레터럴 레이즈 동작을 이용해 어깨 근육 강화와 안정성을 높이는 목표로 프로그램을 구성하였다. Bagchi와 Raizada[48]의 연구에선 뒤침쥐기로 프론트 레이즈를 적용할 경우 이두근 근력이

유의미하게 증가했다. 본 연구에서도 5주차 이후부터 아령을 이용하여 부하를 증가시켰으며 프론트 레이즈 운동 시 뒤침쥐기로 운동을 수행하였기 때문에 이두근 근력을 향상시켜 아령들기 검사에서 유의한 향상이 나타난 것으로 사료된다. 반면에 악력과 5회 앉았다 일어나기 검사는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). Bubins와 Hulsopple[49]의 연구에서 사람의 심부체온이 화씨 1.8° 떨어질 때마다 최대 근력이 약 5%씩 떨어짐을 확인했다. 본 연구의 사전측정은 여름에 시행하였고 사후측정은 겨울에 시행한 점을 보아 사후 측정 시 추운 날씨가 대상자들의 근력에 영향을 주어 유의한 변화가 없었다고 사료된다. 근력을 향상시키기 위한 훈련 과정에서 초기 적응 단계는 4~6주로 설정하고 이후 근력 증가 단계는 16~24주간 지속적으로 운동 강도를 점진적으로 높이며, 훈련 시간을 20~30분 유지하는 것이 근력 향상에 도움이 된다고 하였다[50]. 본 연구에서는 5회 앉았다 일어나기 검사에서 스쿼트와 런지를 통한 하지의 펌근 및 엉덩근 강화로 근력 향상을 유도하였으나, 총 12주 주 1회 적용되는 저항운동은 상대적으로 적은 운동 횟수와 시간으로 근력 향상에 유의한 결과를 얻지 못한 것으로 보인다.

노인들은 젊은 성인들에 비해 근력 저하와 반응시간 지연이 나타난다. 60세 이상 노인은 매년 근육량과 근력이 2~3%씩 감소하는 것으로 나타났으며, 향후 10년마다 약 30%씩 근력이 저하된다[51, 52]. 특히 발목 주변 근육은 균형에 영향을 미치고, 노인들은 발목 주변 근육의 반응시간 지연으로 목의 과도한 보상이 발생함으로써 자세 동요가 커져 낙상의 위험이 증가하게 된다[53]. 균형은 고유수용성 감각과 관련이 있으며, 고유수용성 감각은 근력과도 관계가 있다[54]. 하지만 본 연구의 복합인지운동 프로그램에 참여한 대상자들의 하지 근력은 유의하게 향상되지 않아 고유수용성 감각도 유의하게 향상되지 않았을 것으로 사료된다. 따라서 정적 균형을 평가하는 외발서기 검사와 기능적 팔뚝기 검사에서는 유의한 차이가 관찰되지 않았을 것으로 사료된다. 반면에 일어나 걸어가기 검사는 균형과 보행 요소가 모두 포함되어 있으며 대상자들의 보행 속도는 유의하게 향상되었기 때문에 일어나 걸어가기 검사도 유의하게 향상된 것으로 보인다.

본 연구의 복합인지운동 프로그램 수행 후 보행의 공간적 변수는 유의한 차이가 없었으나 시간적 변수는 선호하는 보행속도와 빠른 보행속도로 모두 유의하게 향상되었다($p < 0.05$). 제자리 걷기 훈련은 대상자의 보행에 대한 율동적인 하지 움직임을 패턴화할 수 있고[55], 엉덩관절 굽힘근의 신경근 조절 효율성을 향상시킬 수 있다[56]. 선행 연구에 따르면 엉덩관절 굽힘근의 근력

이 강할수록 보행 시 더 강한 엉덩관절 굽힘 토크를 만들어 보행의 속도가 빨라지는 것을 확인할 수 있었다 [57]. 또한 엉덩관절 굽힘근에 의한 에너지 생성은 보행의 분속수의 증가와 연관이 있다[58]. 이처럼 본 연구에서 보행의 속도와 분속수 증가는 유산소 운동 중에 시행된 제자리 걷기를 통해 향상된 하지의 율동적인 보행 패턴의 습득과 엉덩관절 굽힘근의 신경근 조절의 향상이 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 첫째, 대조군의 부재로 저항 운동이나 유산소 운동과 같은 단일 중재 집단과의 비교가 불가능하며 성숙에 의한 효과를 확인할 수 없었다. 둘째, 저항 운동은 15분으로 구성되어 근력의 향상을 기대하기에는 운동 양이 적었다. 셋째, 프로그램이 12주간 진행됨에 따라 외부 기온이 대상자들의 컨디션에 영향을 미칠 수 있다는 것이다. 따라서, 추후 연구에서는 복합인지운동 프로그램을 보완하여 저항 운동의 효율을 증가시키고 무작위 대조군 시험을 통해 그 효과를 입증하고자 한다.

결론

본 연구에서 새롭게 개발된 복합인지운동 프로그램은 경증인지장애를 가진 노인의 인지 및 신체 기능 개선에 유의한 효과가 있었다. 경증인지장애는 초기 관리가 중요하기 때문에 해당 복합인지운동 프로그램을 치매안심센터와 같은 인지 장애를 가진 노인들이 이용하는 기관으로 보급하여 적용한다면 노인의 인지 및 신체 기능을 관리하기 위한 방법으로 효과적일 것이다.

참고문헌

1. Chertkow H, Massoud F, Nasreddine Z, Belleville S, Joanette Y, Bocti C, et al. Diagnosis and treatment of dementia: 3. Mild cognitive impairment and cognitive impairment without dementia. *CMAJ*. 2008;178:1273-85.
2. Yaffe K, Petersen RC, Lindquist K, Kramer J, Miller B. Subtype of mild cognitive impairment and progression to dementia and death. *Dement Geriatr Cogn Disord*. 2006;22:312-9.
3. Courtney DL. Dealing with mild cognitive impairment: help for patients and caregivers. *Clin Geriatr Med*. 2013;29:895-905.
4. Quail Z, Carter MM, Wei A, Li X. Management of

cognitive decline in Alzheimer's disease using a non-pharmacological intervention program: A case report. *Medicine (Baltimore)*. 2020;99:e20128.

5. Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, et al. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2011;108:3017-22.
6. Baker LD, Frank LL, Foster-Schubert K, Green PS, Wilkinson CW, McTiernan A, et al. Effects of Aerobic Exercise on Mild Cognitive Impairment: A Controlled Trial. *Arch Neurol*. 2010;67:71-9.
7. Chirles TJ, Reiter K, Weiss LR, Alfini AJ, Nielson KA, Smith JC. Exercise Training and Functional Connectivity Changes in Mild Cognitive Impairment and Healthy Elders. *J Alzheimer's Dis*. 2017;57:845-56.
8. Nagamatsu LS, Handy TC, Hsu CL, Voss M, Liu-Ambrose T. Resistance Training Promotes Cognitive and Functional Brain Plasticity in Seniors With Probable Mild Cognitive Impairment. *Arch Intern Med*. 2012;172:666-8.
9. Kiper P, Richard M, Stefanutti F, Pierson-Poinsignon R, Cacciante L, Perin C, et al. Combined Motor and Cognitive Rehabilitation: The Impact on Motor Performance in Patients with Mild Cognitive Impairment. *Systematic Review and Meta-Analysis*. *J Pers Med*. 2022;12.
10. Karssemeijer EGA, Aaronson JA, Bossers WJ, Smits T, Olde Rikkert MGM, Kessels RPC. Positive effects of combined cognitive and physical exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A meta-analysis. *ARR*. 2017;40:75-83.
11. Montero-Odasso M, Zou G, Speechley M, Almeida QJ, Liu-Ambrose T, Middleton LE, et al. Effects of Exercise Alone or Combined With Cognitive Training and Vitamin D Supplementation to Improve Cognition in Adults With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Network Open*. 2023;6:e2324465-e.
12. Shimada H, Makizako H, Doi T, Park H, Tsutsumimoto K, Verghese J, et al. Effects of Combined Physical and Cognitive Exercises on Cognition and Mobility in Patients With Mild Cognitive Impairment: A Randomized Clinical Trial. *J Am Med Dir Assoc*. 2018;19:584-91.

13. Lee JY, Dong Woo L, Cho SJ, Na DL, Hong Jin J, Kim SK, et al. Brief screening for mild cognitive impairment in elderly outpatient clinic: validation of the Korean version of the Montreal Cognitive Assessment. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2008;21:104-10.
14. Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *JAGS.* 2005;53:695-9.
15. Lee J-Y, Dong Woo L, Cho S-J, Na DL, Hong Jin J, Kim S-K, et al. Brief Screening for Mild Cognitive Impairment in Elderly Outpatient Clinic: Validation of the Korean Version of the Montreal Cognitive Assessment. *J Geriatr Psychiatry Neurol.* 2008;21:104-10.
16. Aschauer R, Unterberger S, Zöhrer PA, Draxler A, Franzke B, Strasser EM, et al. Effects of Vitamin D3 Supplementation and Resistance Training on 25-Hydroxyvitamin D Status and Functional Performance of Older Adults: A Randomized Placebo-Controlled Trial. *Nutrients.* 2021;14.
17. Miotto JM, Chodzko-Zajko WJ, Reich JL, Supler MM. Reliability and Validity of the Fullerton Functional Fitness Test: An Independent Replication Study. *J Aging Phys Act.* 1999;7:339-53.
18. Wang CY, Chen LY. Grip strength in older adults: test-retest reliability and cutoff for subjective weakness of using the hands in heavy tasks. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1747-51.
19. Bobos P, Nazari G, Lu Z, MacDermid JC. Measurement Properties of the Hand Grip Strength Assessment: A Systematic Review With Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2020;101:553-65.
20. Mentiplay BF, Clark RA, Bower KJ, Williams G, Pua YH. Five times sit-to-stand following stroke: Relationship with strength and balance. *Gait Posture.* 2020;78:35-9.
21. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *J Gerontol.* 1994;49:M85-M94.
22. Bohannon RW. Sit-to-Stand Test for Measuring Performance of Lower Extremity Muscles. *Percept Mot.* 1995;80:163-6.
23. Mong Y, Teo TW, Ng SS. 5-Repetition Sit-to-Stand Test in Subjects With Chronic Stroke: Reliability and Validity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:407-13.
24. Omaña H, Bezaire K, Brady K, Davies J, Louwagie N, Power S, et al. Functional Reach Test, Single-Leg Stance Test, and Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment for the Prediction of Falls in Older Adults: A Systematic Review. *Phys Ther.* 2021;101.
25. Giorgetti MM, Harris BA, Jette A. Reliability of clinical balance outcome measures in the elderly. *Physiother Res Int.* 1998;3:274-83.
26. Parreira RB, Lopes JBP, Cordeiro LB, Galli M, Oliveira CS. Assessment of functional mobility and gait during a timed up and go test in adults with total blindness. *J Bodyw Mov Ther.* 2023;35:298-304.
27. Alghadir AH, Al-Eisa ES, Anwer S, Sarkar B. Reliability, validity, and responsiveness of three scales for measuring balance in patients with chronic stroke. *BMC Neurology.* 2018;18:141.
28. Galhardas L, Raimundo A, Marmeleira J. Test-retest reliability of upper-limb proprioception and balance tests in older nursing home residents. *Arch Gerontol Geriatr.* 2020;89:104079.
29. Roos MA, Reisman DS, Hicks G, Rose W, Rudolph KS. Development of the Modified Four Square Step Test and its reliability and validity in people with stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2016;53:403-12.
30. Dite W, Temple VA. A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1566-71.
31. Lienhard K, Schneider D, Maffiuletti NA. Validity of the Optogait photoelectric system for the assessment of spatiotemporal gait parameters. *Med Eng Phys.* 2013;35:500-4.
32. Gomez Bernal A, Becerro-de-Bengoa-Vallejo R, Losa-Iglesias ME. Reliability of the OptoGait portable photoelectric cell system for the quantification of spatial-temporal parameters of gait in young adults. *Gait Posture.* 2016;50:196-200.
33. Yu F, Vock DM, Zhang L, Salisbury D, Nelson

- NW, Chow LS, et al. Cognitive Effects of Aerobic Exercise in Alzheimer's Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *J Alzheimers Dis.* 2021;80:233-44.
34. Zelinski EM, Spina LM, Yaffe K, Ruff R, Kennison RF, Mahncke HW, et al. Improvement in memory with plasticity-based adaptive cognitive training: results of the 3-month follow-up. *J Am Geriatr Soc.* 2011;59:258-65.
35. Jean L, Bergeron ME, Thivierge S, Simard M. Cognitive intervention programs for individuals with mild cognitive impairment: systematic review of the literature. *Am J Geriatr Psychiatry.* 2010;18:281-96.
36. Peng Z, Jiang H, Wang X, Huang K, Zuo Y, Wu X, et al. The Efficacy of Cognitive Training for Elderly Chinese Individuals with Mild Cognitive Impairment. *Biomed Res Int.* 2019;2019:4347281.
37. Iuliano E, di Cagno A, Aquino G, Fiorilli G, Mignogna P, Calcagno 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;70:105-10.
38. Langlois F, Vu TT, Chassé K, Dupuis G, Kergoat MJ, Bherer L. Benefits of physical exercise training on cognition and quality of life in frail older adults. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci.* 2013;68:400-4.
39. Peng S, Wu J, Mufson EJ, Fahnestock M. Precursor form of brain-derived neurotrophic factor and mature brain-derived neurotrophic factor are decreased in the pre-clinical stages of Alzheimer's disease. *J Neurochem.* 2005;93:1412-21.
40. Azman KF, Zakaria R. Recent Advances on the Role of Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in Neurodegenerative Diseases. *Int J Mol Sci.* 2022;23.
41. Tsai CL, Sun HS, Kuo YM, Pai MC. The Role of Physical Fitness in Cognitive-Related Biomarkers in Persons at Genetic Risk of Familial Alzheimer's Disease. *J Clin Med.* 2019;8.
42. McGeer EG, McGeer PL. Neuroinflammation in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment: a field in its infancy. *J Alzheimers Dis.* 2010;19:355-61.
43. Haahr PM, Pedersen BK, Fomsgaard A, Tvede N, Diamant M, Klarlund K, et al. Effect of physical exercise on in vitro production of interleukin 1, interleukin 6, tumour necrosis factor-alpha, interleukin 2 and interferon-gamma. *Int J Sports Med.* 1991;12:223-7.
44. Abd El-Kader SM, Al-Shreef FM. Inflammatory cytokines and immune system modulation by aerobic versus resisted exercise training for elderly. *Afr Health Sci.* 2018;18:120-31.
45. Moro V, Condoleo MT, Sala F, Pernigo S, Moretto G, Gambina G. Cognitive stimulation in a-MCI: an experimental study. *Am J Alzheimers Dis Other Demen.* 2012;27:121-30.
46. Bakhsh W, Nicandri G. Anatomy and Physical Examination of the Shoulder. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2018;26:e10-e22.
47. Kinnucan E, Molcjan MT, Wright DM, Switzer JA. A Prospective Look at the Link Between Frailty and Shoulder Function in Asymptomatic Elderly Individuals. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.* 2018;9:2151459318777583.
48. Bagchi A, Raizada S. Electromyographical investigation of anterior deltoid and trapezius muscles during three different variations of front raise. *Int J Phys Educ Sports Health.* 2016;3:56-9.
49. Bubnis MA, Hulsopple C. Human Performance and Injury Prevention in Cold Weather Environments. *Curr Sports Med Rep.* 2022;21:112-6.
50. Barry HC, Eathorne SW. Exercise and aging. Issues for the practitioner. *Med Clin North Am.* 1994;78:357-76.
51. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, et al. The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *J Gerontol: Series A.* 2006;61:1059-64.
52. Kisner C, Colby LA, Borstad J. Therapeutic exercise: foundations and techniques: Fa Davis; 2017.
53. Keshner EA, Allum JH, Honegger F. Predictors of less stable postural responses to support surface rotations in healthy human elderly. *J Vestib Res.* 1993;3:419-29.
54. Song Q, Zhang X, Mao M, Sun W, Zhang C, Chen Y, et al. Relationship of proprioception, cutaneous sensitivity, and muscle strength with the balance control among older adults. *J Sport Health Sci.* 2021;10:585-93.

55. Garcia RK, Nelson AJ, Ling W, Van Olden C. Comparing stepping-in-place and gait ability in adults with and without hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82:36-42.
56. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, Wells AJ, Jajtner AR, et al. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiol Rep.* 2015;3.
57. Nadeau S, Arsenault AB, Gravel D, Bourbonnais D. Analysis of the clinical factors determining natural and maximal gait speeds in adults with a stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 1999;78:123-30.
58. Requião LF, Nadeau S, Milot MH, Gravel D, Bourbonnais D, Gagnon D. Quantification of level of effort at the plantarflexors and hip extensors and flexor muscles in healthy subjects walking at different cadences. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15: 393-405.