

Effects of Elastic Band Exercise on Body Composition and Cognitive-related Factors in Elderly Women

Chang-Gyun Kim*

Department of Sports Science, Gachon University, Sunnam, Republic of Korea

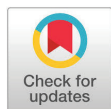
Received: April 29, 2025

Accepted: June 10, 2025

Published online: July 31, 2025

Keywords:

Body Composition
Brain-derived Neurotrophic Factor
Insulin-like Growth Factor-1



ABSTRACT

OBJECTIVES This study aimed to investigate the effects of an 8-week elastic band exercise program on body composition and cognitive-related factors in elderly women.

METHODS Twenty-four healthy elderly women were randomly assigned to either an elastic band exercise group (EBG, n=12) or a control group (CG, n=12). Body composition and cognitive-related factors—specifically brain-derived neurotrophic factor (BDNF) and insulin-like growth factor-1 (IGF-1)—were assessed before and after the intervention. The exercise program was conducted three times per week, with each session lasting 50 minutes (10 minutes for warm-up, 30 minutes for the main exercise, and 10 minutes for cool-down). Blood samples were collected before and after the intervention to analyze IGF-1 and BDNF levels. Data were analyzed using independent t-tests, paired t-tests, and two-way repeated measures ANOVA, with statistical significance set at $\alpha=0.05$.

RESULTS Significant reductions were observed in body weight (BW) and body mass index (BMI) after the exercise intervention. In addition, both IGF-1 and BDNF levels showed significant increases following the 8-week program. However, no significant changes were found in muscle mass.

CONCLUSIONS Elastic band exercise demonstrated positive effects on body weight, BMI, and cognitive-related biomarkers (IGF-1, BDNF) in elderly women, although it did not significantly increase muscle mass. Considering its cost-effectiveness, accessibility, and safety, elastic band training is an appropriate exercise modality for older adults. Further research is needed to determine the effects of higher-intensity or longer-duration programs on muscle mass development.

© The Asian Society of Kinesiology and the Korean Academy of Kinesiology

서론

한국의 65세 이상 고령 인구는 2024년 기준 전체 인구의 19.2%를 차지하고 있으며, 2050년에는 40%를 넘어설 것으로 전망하였다[1]. 특히 경도인지장애 유병률은 2033년에 약 400만 명에 이를 것으로 추정하였으며[2], 심혈관 질환이나 암과 같은 만성 비전염성 질환 (Chronic Non-Communicable Diseases; NCDs)[3]은 신체활동 부족이 중요한 원인이라고 하였다[4]. 노화(ageing)는 신

체 및 심리·사회적 변화를 수반하는 복잡한 과정으로 운동의 실천은 신체 및 인지 기능에 중요한 역할을 한다[5, 6]. 특히 운동 부족은 만성질환의 위험을 높이고, 뇌 혈관 및 세포의 손상을 통해 인지 기능 저하의 위험을 증가시키며[7], 전 세계 치매 인구의 대략 1/3은 운동 부족이 원인이라 하였다[8].

탄성 밴드 운동은 안정성과 접근성 그리고 유산소 및 저항성 운동 효과를 얻을 수 있어 고령자에게 적합한 운동으로 주목하고 있다[9]. 밴드 운동을 적용한 선행 연구를 살펴보면 신체조성 변화 및 근육량 증가[10,11], 운동 속도를 달리한 고속 운동에서 체중감소 및 근육량 증가[12] 그리고 저강도 운동에서 신체 조성에 차이가 나타나지 않은 연구[13]

*Correspondence: Chang-Gyun Kim, Department of Sports Science, Gachon University, 1342 SungNamDeaRo, Sunnam, Republic of Korea; Tel: +82-31-750-4768, E-mail: cckim@gachon.ac.kr
ORCID Chang-Gyun Kim <http://orcid.org/0000-0001-7628-8301>



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

및 체중과 BMI 효과 있으나 근육량은 변화는 없었다는 결과[14]와 같이 운동의 특성에 따라 결과가 다르게 나타났다. 특히 노화 과정 중 인지 저하 가능성에 대하여 운동강도가 중요한 요소이며[15], 중·고강도의 운동 및 여가 시간의 신체 활동은 인지 기능 저하를 예방하는 데 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 강조하였다[16]. 또한 운동은 뇌신경 성장인자를 증가시켜 인지 기능 저하를 예방할 수 있으며[17], 뇌신경 성장인자 물질인 IGF-1은 BDNF의 발현을 유도하는 상위 신호전달 경로의 매개 인자로 신경 성장 및 전달, 인지 기능 향상에 영향을 미치며[18], 노화에 따른 신체 구성 변화와 함께 감소하고, 낮은 IGF-1 농도는 심혈관 질환의 위험과 연관된다[19]. BDNF는 인지 기능에 필수적인 신경 영양인자로 뉴런의 성장과 분화, 그리고 기억의 형성과 통합에 중요한 역할을 하며[20], 대사 및 심혈관 항상성 조절에도 관여한다[21]. 시상하부 내 BDNF의 감소나 그 수용체인 TrkB의 돌연변이는 과식(hyperphagia)을 유도하여 비만과 연관이 있고[22], 인지 기능과 대사 조절 간의 상호작용을 강조하였다[23]. 즉 비만은 뇌신경 세포의 활성화에 부정적이고 혈중 BDNF 농도를 저하한다[24]. 혈중 BDNF 농도가 높을수록 BMI가 낮고, 비만이 심할수록 BDNF 농도가 감소하며[25], 일부 연구에서는 비만인의 BDNF 수준이 높거나[26] 혹은 유의한 차이가 없었다[27]. 운동과 관련하여 IGF-1은 뇌와 말초신경[28] 및 강도 높은 유산소 운동 후 BDNF와 IGF-1의 발현량이 증가하였다[29]. 탄성 밴드 운동 후 BDNF가 유의하게 증가하지 않았으며[13], BDNF 증가[30] 및 운동 속도의 영향을 보고하였다[12]. 이와 같이 운동 부족이 신체 조성에 미치는 부정적 요인과 인지-관련 요인 IGF-1 및 BDNF 저하를 예방하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으나 연구 결과들이 일치된 결론에 도달하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 고령 여성에게 탄성 밴드 운동 프로그램을 적용하여 신체 조성 및 인지-관련 인자 IGF-1 및 BDNF의 차이를 규명하고자 하였다.

연구방법

연구대상

본 연구의 대상자는 S시에 소재하는 노인복지관 회원 65~85세 여성으로 하였다. 대상자는 최근 6개월 이내에 규칙적인 운동 프로그램에 참가한 경험이 없으며 연구의 목적 및 절차에 대하여 설명을 듣고 연구에 참여할 의사가 있는

Table 1. Physical characteristics of the subjects. (m ± SD)

Variables	Group	mean ± SD		Independent t-test
Age (yrs)	EBG	79.42	± 3.82	0.267
	CG	77.17	± 5.60	
Height (cm)	EBG	150.39	± 6.53	0.760
	CG	149.67	± 4.63	
HRrest (beats · min ⁻¹)	EBG	74.75	± 10.48	0.492
	CG	72.00	± 8.71	
SBPrest (mmHg)	EBG	132.66	± 19.19	0.323
	CG	139.66	± 14.41	
DBPrest (mmHg)	EBG	80.66	± 8.19	0.251
	CG	76.91	± 7.35	

Values are mean ± SD, EBG; Elastic Band Exercise Group, CG; Control Group SBPrest: resting systolic blood pressure, DBPrest: resting diastolic blood pressure, HRrest: resting heart rate. ns; non-significant.

동의서를 받은 노인 28명을 선정하였다. 운동군 14명, 대조군 14명을 단순 무선 표집(simple random sampling)으로 분류하고 진행하였으나 4명이 중도에 탈락하여 탄성 밴드 운동군(Elastic Band Exercise; EBG) 12명과 대조군(Control Group; CG) 12명을 대상으로 최종 분석하였다. 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

실험절차 및 측정방법

탄성 밴드 운동군(n=12)과 대조군(n=12)으로 분류하여 8주간 운동을 실시하였다. 대조군은 별도의 운동을 실시하지 않고 일상생활을 유지하였으며, 주 1회 면담을 통해 특이 사항을 확인하였다. 변인 측정을 위한 절차는 운동 프로그램 시작 2일 전 사전검사와 8주 후 프로그램 종료 직후 사후검사를 실시하였다. 측정 8시간 전부터 식사나 격렬한 운동을 금지하였고, 체격 및 신체조성을 측정하였다. 체중(kg)과 신장(cm)은 자동 신장체중계를 이용하여 측정하였고, 생체전기저항 측정기(Inbody 720, Biospace, Korea)를 사용하여 체중, 체지방률(%body fat), 근육량(lean body mass, kg), BMI (kg/m²), WHR (waist to hip ratio)을 측정하였다. 안정시 심박수(resting heart rate, HRrest)와 수축기 혈압(systolic blood pressure, SBP), 이완기 혈압(diastolic blood pressure, DBP)은 자동 측정기를 이용해 간호사가 측정하였다.

운동 프로그램

운동 프로그램은 준비운동, 본 운동, 그리고 정리운동으로 구성하였으며, 8주 동안 주 3회, 1회 50분으로 구성

Table 2. Elastic Band Exercise Program.

Exercise program	Duration : 8 weeks Frequency : 3 times a week Intensity : 1-5wk ; Yellow color band 6-8wk ; Red color band Time ; 50min a day
Warm-up	static stretching ; neck, arm, chest, pelvis, leg
Main exercise	Elbow flexion ; shoulder flexion to 90° shoulder extension to 180° shoulder abduction to 90° Chest press ; rotation with arm extended single ankle plantar, flexion single leg extension, flexion single leg raise with knee extended single leg side kick with knee extended Abdominal ; chest forward with knee bend long-sitting ankle plantar flexion single leg raise with knee extended double leg extension/ flexion Double ankle raise ; side hip adduction with knee extended back hip with knee extended
Cool-down	Stretching & Breathing

하였다. 운동 강도는 밴드 색상과 운동 속도(분당 반복 횟수 및 동작의 템포)를 통해 조정하였다. 운동 부하는 4주 후 밴드 색상을 변경하고, 1세트당 12회씩 3세트를 실시하여 강도를 재설정하였다[30]. 특히 고령 여성임을 고려하여 운동 강도는 RPE(Rating of Perceived Exertion)[31] 11(Fairly)~14(Some what hard)로, 준비운동과 정리운동은 9(very light)~11(Fairly)로 유지하였다. 탄성 밴드 운동 프로그램은 <Table 2>에 제시하였다.

혈액분석

채혈은 전날 오후 8시 이후부터 공복을 유지하도록 하였으며, 채혈 당일 오전 8~9시에 전완 정맥에서 진공 채혈관과 1회용 주사기를 이용해 10ml 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 SST 튜브(serum separate tube)에 수집하여, 원심분리기(Combi-514R, Hanil, KOR)에서 10분간 3,000rpm으로 분리하였다. 상층액을 1.5ml 튜브(micro tube)에 옮겨 화학(EDTA) 처리된 냉각용기에 보관한 후 SZ 의료재단에 의뢰하여 IGF-1과 BDNF를 분석하였다. 혈중

IGF-1은 Chemiluminescence immunoassay 분석 방법으로 LIAISON IGF-1 Kit(DiaSorin, Italy), 분석장비 Liaison XL(Liaison XL, DiaSorin, USA)와 혈중 BDNF는 Enzyme Linked Immunosorbent Assay 분석방법으로 Total BDNF Quantikine ELISA Kit(R&D System, USA), 분석장비 TMicroplate Reader(VERSA MAX, Molecular device, USA)를 이용하였다.

자료처리방법

본 연구의 자료 처리는 SPSS 24.0(Korea) 통계 프로그램을 이용하였으며, 모든 측정 항목은 평균(M)과 표준편차(SD)로 산출하였다. 사전 집단간 평균 동질성 검증은 independent t-test 및 집단(G), 운동 전·후(T) 그리고 상호작용(GxT) 효과는 반복측정 분산분석(two-way ANOVA with repeated measures)을 적용하였다. 운동 전·후 집단 내 차이는 대응(paired) t-test 및 운동 후 집단 간 차이는 독립(independent) t-test로 사후 검증하였다. 통계적 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다.

결과

신체 조성의 차이

신체 조성의 변화를 분석한 결과 <Table 3> 체중(BW)과 체질량지수(BMI)는 운동 전·후 유의한 차이를 보였으며, 운동집단의 운동 전·후 대응 t-검증 결과 체중($F=4.590$, $p<0.04$), 체질량지수($F=14.975$, $p<0.01$) 각각 유의한 차이가 나타났으며, 체중은 집단(G)과 시기(T)의 상호작용 효과가 나타났다($F=5.236$, $p<0.03$). 근육량(LBM)은 집단(G)과 운동 전·후 (T) 및 상호작용 효과가 나타나지 않았다. 또한, 체지방률(%BF)은 집단과 운동 전·후 유의한 차이가 없었지만, 상호작용(GxT) 효과가 나타났다($F=15.203$, $p<0.01$). WHR(허리-엉덩이 비율)은 집단(G)과 운동 전·후 유의한 차이가 없었으나, 상호작용(GxT) 효과가 확인되었다($F=6.359$, $p<0.05$).

인지관련인자의 차이

탄성 밴드 운동이 인지-관련 인자에 미치는 영향을 분석한 결과 <Table 4> IGF-1은 집단(G) 간에는 차이가 나타나지 않았으나, 운동 전·후($F=5.782$, $p<0.05$) 및 집단(G)과 시기(T)의 상호작용($F=6.420$, $p<0.01$)에서 유의한 차이가 확인되었다. 운동 전·후 차이를 대응 t-검증 결과

Table 3. Results of body composition with repeated measures ANOVA.

(m ± SD)

Variables	Group	Time		repeated measures(ANOVA)					
		pre		post		Source	MS	F	p
BW (kg)	EBG	60.55	± 5.24	59.28	± 4.56 [*]	G	0.385	0.005	0.94
						T	4.502	4.590	0.04 [#]
	CG	59.71	± 7.44	59.75	± 6.94	GxT	5.135	5.236	0.03 [#]
BF (%)	EBG	40.16	± 7.26	39.74	± 7.18	G	17.280	0.209	0.65
						T	0.653	1.910	0.18
	CG	38.30	± 5.20	39.20	± 5.88	GxT	5.201	15.203	0.00 ^{##}
LBM (kg)	EBG	18.41	± 2.67	18.52	± 2.82	G	17.400	1.310	0.26
						T	0.422	3.628	0.07
	CG	19.54	± 2.29	19.80	± 2.52	GxT	0.075	0.647	0.43
BMI (kg/m ²)	EBG	26.46	± 3.82	26.19	± 3.85 [*]	G	29.141	0.867	0.36
						T	0.607	14.975	0.00 ^{##}
	CG	27.97	± 4.36	27.80	± 4.32	GxT	0.030	0.739	0.39
WHR	EBG	0.92	± 0.11	0.92	± 0.10	G	0.001	0.044	0.83
						T	0.000	1.168	0.29
	CG	0.90	± 0.04	0.92	± 0.04	GxT	0.003	6.359	0.019 [#]

Values are mean±SD, EBG; Elastic Band Group, CG; Control Group, BW; Body Weight(kg), BF; Body Fat(%), LBM; Lean Body Mass(kg), BMI; Body Mass Index(kg/m²), WHR; Waist-to-Hip Ratio, G; Group, T; Time, ^{*}; significantly different within time by paired t-test, ^{*}; $p<0.05$, [#]; two-way ANOVA with repeated measures. ^{*}; $p<0.05$, ^{##}; $p<0.01$.

Table 4. Results of cognitive-related factors with repeated measures ANOVA.

(m ± SD)

Variables	Group	Time		repeated measures(ANOVA)					
		pre		post		Source	MS	F	p
IGF-1 (ng/mL)	EBG	96.61	± 8.99	106.17	± 4.70 [*]	G	239.860	4.071	0.056
						T	259.935	5.782	0.025 [#]
	CG	97.05	± 8.29	96.80	± 6.009	G x T	288.610	6.420	0.019 [#]
BDNF (ng/mL)	EBG	29.73	± 5.75	34.82	± 3.69 ^(*)	G	218.027	5.335	0.031 [#]
						T	49.005	4.487	0.046 [#]
	CG	28.54	± 5.24	27.49	± 5.41	GxT	113.160	10.360	0.004 ^{##}

Values are mean ± SD, EBG; Elastic Band Group, CG; Control Group, IGF-1; Insulin-like Growth Factor-1, BDNF; Brain-derived Neurotrophic Factor, G; Group, T; Time, ^{*}; significantly different within time by paired t-test, ^{*}; $p<0.05$, ^(*); significantly different between Group in post-exercise by independent t-test, ^{##}; $p<0.01$. [#]; two-way ANOVA with repeated measures. ^{*}; $p<0.05$, ^{##}; $p<0.01$.

IGF-1가 유의하게 증가하였다($p<0.05$). BDNF는 집단(G) ($F=5.335$, $p<0.05$) 및 운동 전 · 후 ($F=4.487$, $p<0.05$) 각각 유의한 차이가 나타났으며, 집단(G)과 시기(T)의 상호작용 효과($F=10.360$, $p<0.01$)가 확인되었다. 운동 전 · 후 대응 t-검증 결과 BDNF가 유의하게 증가하였고($p<0.05$), 운동 후 집단 간 차이를 독립 t-검증 결과 유의한 차이가 나타났다($p<0.01$).

논의

본 연구는 고령 여성에게 탄성 밴드 운동을 실시하고 신체 조성과 인지-관련 인자 IGF-1 및 BDNF의 차이를 분석하고 결과를 토대로 논의를 진행하였다.

운동 부족으로 인한 비만의 증가 및 근육량 감소는 만성 질환을 유발하여 사망률을 높이는 주요 위험 요인이며[10], 저항성 운동은 근육량 증가와 기초 대사량 향상을 통해 체지방량 감소에 기여하며, 노인에게 효과적인 운동이라고 보고하였다[32]. 특히 탄성 밴드 운동은 유산소성 및 저항성

운동 효과를 도모할 수 있어 고령자에게 적합한 운동으로 [9], 체중, BMI, 체지방률 감소 및 근육량 증가 등의 신체 조성 변인에서 효과가 입증되었으나[11], 체중과 BMI는 유의하게 감소하였으나 근육량 변화는 없었다는 결과를 보고하였다[14]. 또한 탄성 밴드 고속 운동에서 근육량 증가 및 체중 감소에 효과적이며[12], 저강도 운동에서는 신체 조성에 유의한 변화가 나타나지 않았다[13]. 본 연구 결과에서는 체중(BW)과 체질량지수(BMI)에서는 유의한 차이를 보였으나, 체지방률, 근육량, 그리고 WHR은 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 탄성 밴드 운동이 신체 조성 개선에 효과가 있음을 일부 선행 연구와 일치하는 결과를 보였지만, 근육량 변화를 얻은 연구[10,11]와는 다른 결과가 나타났다. 이러한 연구의 결과는 탄성 밴드 운동이 체중과 BMI 감소에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 시사하며, 체지방률과 WHR에서도 운동과 시기의 상호작용이 중요한 역할을 할 가능성을 보여주었다. 그러나 근육량의 무변화는 자기주관적 운동 강도 RPE 11~14는 중강도에 해당하는 강도이지만 개인의 운동 노력에 대한 객관적 평가가 다소 부족할 가능성이 있어 향후 추가 연구에서는 보다 정밀한 운동 강도 조절 방안을 모색할 필요가 있다.

고령화와 함께 인지 저하 유병률이 증가하고, 비전염성 질환으로 인한 사망률 상승은 신체활동 부족과 관련이 있다 [4]. 인지 기능은 환경 적응, 상황 판단 및 결정 능력과 관련이 있으며[33], 신경 생성이나 신경 가소성을 증가시켜 인지 저하를 예방하기 위한 운동과 관련한 논의가 활발히 이루어지고 있다[17]. IGF-1은 신경 성장 및 전달을 촉진하는 활성화의 촉매제 역할을 수행하고[21], 치매나 알츠하이머 질환과 같은 인지 장애는 발현 감소와 연관이 있다[34]. 그러나 운동 후 IGF-1은 BDNF의 증가를 유도하며, 중추신경계에서 proBDNF를 mBDNF로 변환하여 혈청 BDNF 수준을 향상시키고[35], 뇌 내 IGF-1과 BDNF의 흡수율을 증가시켜 인지 기능을 개선하는 것으로 보고하였다[36]. 또한, 운동에 의해 IGF-1이 증가하면 신경세포 성장, 분화 및 생존에 기여하며[37], BDNF 증가를 촉진하여 인지 기능 향상에 중요한 역할을 한다[33]. 특히 탄성 밴드 운동은 BDNF 증가에 효과적이며[38], 운동 속도가 인지 기능 향상에 중요한 영향을 미친다고 보고되었다[12]. 운동 유형에 따라 IGF-1과 BDNF가 증가하였으며[39], 근력 운동과 지구력 운동에서도 IGF-1과 BDNF가 농도가 증가하였다[40]. 본 연구에서는 IGF-1과 BDNF가 운동군에서 유의한 증가를 보이며 기존연구와 일치하는 결과를 도출하였다. 이러한 결과는 탄

성 밴드 운동이 IGF-1과 BDNF 수준을 증가시켜 인지 기능 향상에 기여할 가능성을 보여주었다. 그러나 저강도 탄성 밴드 운동에서는 변화가 나타나지 않았다[13]. 이러한 연구 결과의 차이는 운동 형태와 강도가 인지 관련 인자의 분비에 영향을 미칠 가능성이 크다. 그러나 노년층에서는 운동이 뇌 건강을 유지할 수 있는 중요한 전략이 될 수 있음을 시사하였고[36], 주당 최소 150분 또는 주 3일 이상 운동이 인지 장애와 각종 질환의 발생 위험을 줄이는 요인으로 보고하였다[41]. 따라서 운동 형태, 운동 강도 및 기간 등을 고려한 지속적이고 추가적인 연구를 통해 보다 효과적인 신체 조성 및 인지 기능 개선을 위한 운동 전략을 탐색할 필요가 있다.

결론

본 연구는 탄성 밴드 운동을 실시하여 신체 조성 및 인지 관련 인자의 차이를 분석하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

체중(BW)과 체질량지수(BMI)는 운동 전·후 유의한 차이를 보였으며, 집단(G)과 시기(T)의 상호작용 효과를 확인하였다. 인지-관련 인자 IGF-1과 BDNF는 운동 전·후 유의한 차이를 보였으며, 집단(G)과 시기(T)의 상호작용 효과를 확인하였다.

이상의 연구 결과를 종합하면, 탄성 밴드 운동 후 신체 조성 및 인지-관련 인자에 긍정적인 변화가 나타난 것을 볼 때 고령자에게 효과적인 운동임을 규명하였다. 그러나 탄성 밴드 운동이 저항 운동 요소를 포함하고 있음에도 근육량에는 변화가 없었던 점을 고려하여 신체구성의 추가적 개선을 위해서는 운동 강도와 방법 및 기간을 고려한 지속적인 연구가 수행되어야 할 것이다.

Conflicts of Interest

The authors declare no conflict of interest.

References

1. Statistics Korea. Statistics on the elderly. 2024; www.kostat.go.kr (Accessed Jan 10, 2025).
2. Ministry of Health and Welfare. Dementia epidemiological survey and status report. 2023; www.mohw.go.kr (Accessed Mar 24, 2025).

3. World Health Organization. WHO Mortality Database: interactive platform visualizing mortality data. 2022; <https://platform.who.int/mortality/themes/theme-details/mdb/noncommunicable-diseases> (Accessed Feb 15, 2025).
4. Wilder VP, Luisa ML. Effects of physical exercise on irisin and BDNF concentrations, and their relationship with cardiometabolic and mental health of individuals with metabolic syndrome: A systematic review. *Exp Gerontol*. 2024; 198:112640.
5. Schaie KW, Willis S. *Handbook of the psychology of aging*. Elsevier Science. 2015.
6. Tkatch R, Musich S, MacLeod S, et al. A qualitative study to examine older adults' perceptions of health: Keys to aging successfully. *Geriatr Nurs*. 2017; 38:485-90.
7. Gonzalez-Torres S, Anaya-Esparza LM, Trigueros Del Valle GE, et al. Skinfold thickness as a cardiometabolic risk predictor in sedentary and active adult populations. *J Pers Med*. 2023; 13(9):1326.
8. Norton S, Matthews FE, Barnes DE, Yaffe K, Brayne C. Potential for primary prevention of Alzheimer's disease: an analysis of population-based data. *Lancet Neurol*. 2014; 13(8):788-94.
9. Mikesky AE, Topp R, Wigglesworth JK, et al. Efficacy of a home based training program for older adults using elastic tubing. *Eur J Appl Physiol*. 1994; 69:316-20.
10. So WY, Song MS, Cho BL, et al. The effect of elastic band exercise training and detraining on body composition and fitness in the elderly. *J Korean Gerontol Soc*. 2009; 29(4):1247-59.
11. Medica EM. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: A pilot randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2017; 53(4):556-63.
12. Yoon DH, Kang 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*. 2016.
13. Kim MB, Jin YY. Effects of low-intensity combined exercise on body composition, functional physical fitness, BDNF and cognitive function in frail elderly women. *Korea J Sports Sci*. 2016; 25(1):1303-14.
14. Park H, Kim DY. Effects of elastic band resistance training on body composition, arterial compliance and risks of falling index in elderly females. *J Korea Acad Ind Coop Soc*. 2017; 18(3):199-208.
15. Aarsland V, Borda MG, Aarsland D, Mirzaei F, O'Reilly EJ, Willett WC. Association between physical activity and cognition in Mexican and Korean older adults. *Arch Gerontol Geriatr*. 2020; 89: 104047.
16. Lee J. The relationship between physical activity and dementia: A systematic review and meta-analysis of prospective cohort studies. *J Gerontol Nurs*. 2018; 44(10):22-9.
17. Marina C, Remi C, Julien W, et al. Molecular mechanisms underlying physical exercise-induced brain BDNF overproduction. *Front Mol Neurosci*. 2023; 16.
18. Doi T, Shimada H, Makizako H, et al. Association of insulin-like growth factor-1 with mild cognitive impairment and slow gait speed. *Neurobiol Aging*. 2015; 36:942-7.
19. Ceba GP, Dall'Aglio E, Maggio M, et al. Clinical implications of the reduced activity of the GH-IGF-1 axis in older men. *J Endocrinol Invest*. 2005; 28:96-100.
20. Fernando MI, Gema DQ, Krizia RF, et al. Impact of high-intensity exercise on BDNF levels and its implications in high-performance sport: A systematic review. *Physiologia*. 2024; 4(4):414-23.
21. Chaldakov G. The metabotropic NGF and BDNF: An emerging concept. *Arch Ital Biol*. 2011; 149:257-63.
22. Yeo GS, Connie Hung CC, Rochford J, et al. A de novo mutation affecting human trkb associated with severe obesity and developmental delay. *Nat Neurosci*. 2004; 7:1187-9.
23. Wilder VP, Luisa ML. Effects of physical exercise on irisin and BDNF concentrations, and their relationship with cardiometabolic and mental health of individuals with metabolic syndrome: A systematic review. *Exp Gerontol*. 2024; 198:112640.
24. Russo-Neustadt A, Ha T, Ramirez R, Keslak JP. Physical activity antidepressant treatment combination: impact on brain derived neurotrophic factor and behavior in an

- animal model. *Behav Brain Res*. 2001; 120:87-95.
25. Murtada AT, Thekra NA, Yaser AA, et al. The association between brain-derived neurotrophic factor (BDNF) protein level and body mass index. *Medicina*. 2023; 59:99.
26. Slusher AL, Whitehurst M, Zoeller RF, et al. Brain-derived neurotrophic factor and substrate utilization following acute aerobic exercise in obese individuals. *J Neuroendocrinol*. 2015; 27:370-6.
27. Hinderberger P, Rullmann M, Drabe M, et al. The effect of serum BDNF levels on central serotonin transporter availability in obese versus non-obese adults: *Neuropharmacology*. 2016; 110:530-6.
28. Reinhardt RR, Bondy CA. Insulin-like growth factors cross the blood-brain barrier. *Endocrinology*. 1994; 135(5):1753-61.
29. Jeon YK, Kim JH, Choi JI. The change of brain-derived neurotrophic factor, insulin-like growth factor-1 & working-memory in adolescents by aerobic exercise intensity for 12 weeks. *Korean J Phys Educ*. 2013; 52(5):753-63.
30. Choi BG, Yoon HK. The effects of weight training and Thera-Band exercise on balance and gait for elderly women. *Korea J Sports Sci*. 2011; 20(1):901-9.
31. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription*(5th ed.). Williams & Wilkins. 2006, p 443-444.
32. Gary RH, John PM, Marcas MB. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med*. 2004; 34(5):329-48.
33. Najenson T, Rahmani L, Elazar B. An elementary cognitive assessment and treatment of the craniocerebrally injured patient. In Edelstein BA, Couture ET, eds. *Behavioral assessment and rehabilitation of the traumatically brain damaged*. New York: Plenum. 1984; 313-38.
34. Sama J, Margaret F. Mechanisms of the beneficial effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor expression in Alzheimer's disease. *Biomolecules*. 2023; 13:1577.
35. Rojas Vega S, Abel T, Lindschulten R. Impact of exercise on neuroplasticity related proteins in spinal cord injured humans. *Neuroscience*. 2008; 153:1064-70.
36. Augusto-Oliveira M, Arrifano GP, Leal-Nazar CG, et al. Exercise reshapes the brain: molecular, cellular, and structural changes associated with cognitive improvements. *Mol Neurobiol*. 2023; 60(12):6950-74.
37. Arazi H, Babaei P, Moghimi M, Abbas A. Acute effects of strength and endurance exercise on serum BDNF and IGF-1 levels in older men. *BMC Geriatr*. 2021; 21:50.
38. Choi BG, Yoon HK. The effects of aerobic and Thera-Band combined exercise on cerebral blood flow, BDNF, and aging-related hormone in elderly women. *Korean J Growth Dev*. 2013; 21(4):341-6.
39. Ahn YD, Park SY. The effect of exercise types on physical fitness and changes in brain-derived neurotrophic factor, insulin-like growth factor-I and cortisol in elderly women. *Korea J Sports Sci*. 2013; 22(4):1149-61.
40. Maass A, Düzel S, Brigadski T, et al. Relationships of peripheral IGF-1, VEGF and BDNF levels to exercise-related changes in memory, hippocampal perfusion and volumes in older adults. *NeuroImage*. 2016; 131:142-54.
41. Liu D, Pan Y, Wang J, et al. Relationship between different physical activity parameters and cognitive impairment in middle-aged and older adults: insights from a 4-year longitudinal study. *BMC Psychol*. 2025; 13:274.