

근감소성(sarcopenia) 비만 노인의 근지구력 운동과 보충제 섭취가 사지 근육량과 근기능 관련 체력과 혈중지질 및 IGF-1에 미치는 영향

신재숙¹ · 김현준^{2*}

¹경남대학교 기초과학연구소 교수, ^{2*}경남대학교 체육교육과 교수

Effects of Muscular Endurance Exercise and Supplement Intake on Appendicular Skeletal Muscle and Muscle Function-Related Physical Strength, Blood Lipids, and IGF-1 in Obese Older Adults with Sarcopenia

Jae-Suk Shin, Ph.D¹ · Hyun-Jun Kim, Ph.D^{2*}

¹*Dept. of Basic Science Research Institute, Kyungnam University, Professor*

^{2*}*Dept. of Physical Education Department, Kyungnam University, Professor*

Abstract

Purpose : This study aimed to introduce a 12-week muscular endurance exercise program and β -glucan consumption to obese elderly people with sarcopenia. We evaluated the program's impact on appendicular skeletal muscle strength and function, muscle function-related physical strength, blood lipids, and IGF-1. The results will serve as foundational data for preventing and improving sarcopenia.

Methods : Forty elderly people aged 65 or older were recruited and underwent dual-energy X-ray absorptiometry. Based on criteria related to appendicular skeletal muscle mass (ASM/Height²: less than 5.4 kg/m²) and body fat percentage (at least 30% for women and 25% for men), we selected 24 obese elderly people with sarcopenia and excluded 56 who did not meet the criteria. Variables related to sarcopenia, blood lipids, IGF-1, and muscle function were measured before the 12-week muscular endurance exercise program.

Results : In sarcopenic obese elderly participants, the 12-week muscular endurance exercise program significantly increased bone density and muscle mass while decreasing fat mass and percentage ($p < .05$). This program also improved grip strength, static balance, and SPPB in sarcopenic obese older adults. Furthermore, their 6-minute walk distance significantly increased ($p < .05$).

Conclusion : Muscular endurance exercises combined with supplement intake can increase appendicular skeletal muscle and improve muscle strength and function, thereby improving the daily physical performance of the elderly.

Key Words : 12-weeks muscular endurance exercise, obese, physical strength, sarcopenia, supplement intake

*교신저자 : 김현준, mb611@hanmail.net

※ 이 논문은 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021S1A5B5A16078046)

제출일 : 2023년 10월 12일 | 수정일 : 2023년 11월 8일 | 게재승인일 : 2023년 11월 17일

I. 서론

현재 대한민국의 가장 큰 인구문제는 저출산과 고령화 현상이다. 1970년에 3.1 %에 불과하였던 전체 인구 중 65세 이상의 노인인구 비율이 2050년에는 무려 37.3 %에 달하게 된다고 한다(Statistics Korea, 2015).

또한 노화에 따른 노인의 생리학적 변화는 매우 다양하며 대표적으로 골격근의 감소로 인한 근감소증(sarcopenia)이다. 근감소증은 근력(muscle strength)의 저하와 각종 신체기능(physical function)의 감소 및 장애(disability)를 일으키고 사망률도 높이는 것으로 나타났다(Janssen 등, 2004).

근감소증이 노인에게서 중요한 의의는 근육량 감소와 근력(muscle strength)의 저하, 그에 따른 신체장애(physical disability)와 사망률 증가로 요약될 수 있다. 인체가 적절한 신체 기능(physical function)을 유지하기 위해서는 적당한 뼈대근량(skeletal muscle mass)이 중요하다. 이러한 적절한 뼈대근량과 근력의 유지는 신체기능의 유지에 필수조건이라고 할 수 있겠다(Cruz-Jentoft 등, 2010).

한편 노화에 따라 체중은 변하지 않더라도 체지방은 증가하고 근육량은 감소하는 근감소성 비만이라는 개념이 새롭게 등장하였다. 이는 노화에 따라 체중이 일정하다고 하더라도 근육량이 감소하는 것으로 신체활동 감소, 영양상태 불균형, 신경계 및 호르몬 변화, 만성염증의 지속 등에 의한 것으로 알려져 있다. 이러한 만성염증의 지속은 단백 대사에 작용하고, 인슐린 감수성에 작용함으로써 근육량의 감소를 일으키게 되고 근육량의 감소는 근력의 감소와 이에 따른 신체 활동의 감소를 유발하여 체지방을 증가시키게 된다고 하였다(Roubenoff,

2000).

현재까지 근감소성 비만을 예방하고 치료하는데 방법으로 운동과 식이 보충제 섭취 등이 있다(Kryger & Andersen, 2007). 운동 중 특히 근지구력 운동은 근육량과 및 근력 증가, 근단백질 합성 관련 호르몬 증가 및 염증인자 감소에 효과적(Cruz-Jentoft 등, 2010)이므로 근감소증 노인에게 적합한 것으로 판단된다.

근감소성 비만에 효과적인 보충제 중 베타글루칸은 미국 FDA로부터 승인 받았으며 포도당이 베타1,3 결합으로 이루어진 글루칸을 기본으로 여러 가지 사이토카인의 분비를 촉진시켜 항병력을 강화(Vetvicka & Vetvickova, 2009)시키고 면역증강, 항암효과, 이상지질을 개선시켜 주고, 체지방 감소로 항비만 효과가 입증되었다(AbuMweis 등, 2010). 따라서 베타글루칸 섭취와 운동이 병행됐을 때 시너지 효과가 있을 것으로 예상되나 관련된 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서 근감소성 비만 노인에게 근지구력 운동과 베타글루칸을 12주 처치하여 근감소 및 대사증후군 위험 요인의 개선효과를 검증하고자 시도되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

82명의 65세 이상 노인을 모집하였으며, 텍사(DXA, dual-energy X-ray) 촬영 후 근감소성 비만인의 기준인 (ASM/Height²)가 5.4 kg/m² 미만, 여자; 체지방률 30 %, 남자; 25 % 이상(Janssen 등, 2004)을 기준으로 기준에 해당되지 않는 노인 56명을 제외시키고 근감소성 비만인 노인 24명을 최종 선정하였다. 최종 선발된 24명은 실험군(experimental group; EG=12명)과 대조군(control group;

Table 1. Physical characteristics of study subjects

Group	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Muscle Mass (kg)	% Body Fat (%)	ASM/Height ²
CG (n=12)	65.31±8.07	155.77±4.78	54.76±6.17	31.08±14.15	40.02±4.40	4.79±.31
EG (n=12)	66.50±7.70	155.46±6.13	57.49±5.25	31.52±26.80	40.02±4.40	4.92±.32

Values are the means±SD, CG: control group, EG: experimental group

CG=12명)으로 무작위로 배정하여 집단을 구성하였다. 대상자들의 신체적 특성은 Table 1과 같다. 본 연구는 경남대학교 연구윤리위원회의 승인(1040460-A-2023-033)을 받은 후 수행하였다.

2. 실험설계

본 실험의 설계 사지근육량 및 근기능관련 체력과 혈중지질 및 IGF-1을 사전측정하고 12주 근지구력 운동 프

로그램과 글루칸 및 위약 섭취 후 동일항목을 측정하여 측정의 시기(사전, 사후)별 집단별(대조군, 실험군) 차이를 비교하고자 설계되었다(그림 1).

실험군(12명)과 대조군(12명)으로 나누어 실험군은 근지구력 운동수행과 글루칸 섭취를 하였고 대조군은 근지구력 운동과 위약을 섭취하였다. 12주 동안 주 3회 일일 50분씩 근지구력운동 프로그램과 12주 1일 1회 1,000mg 글루칸 및 위약 섭취를 적용하였다.

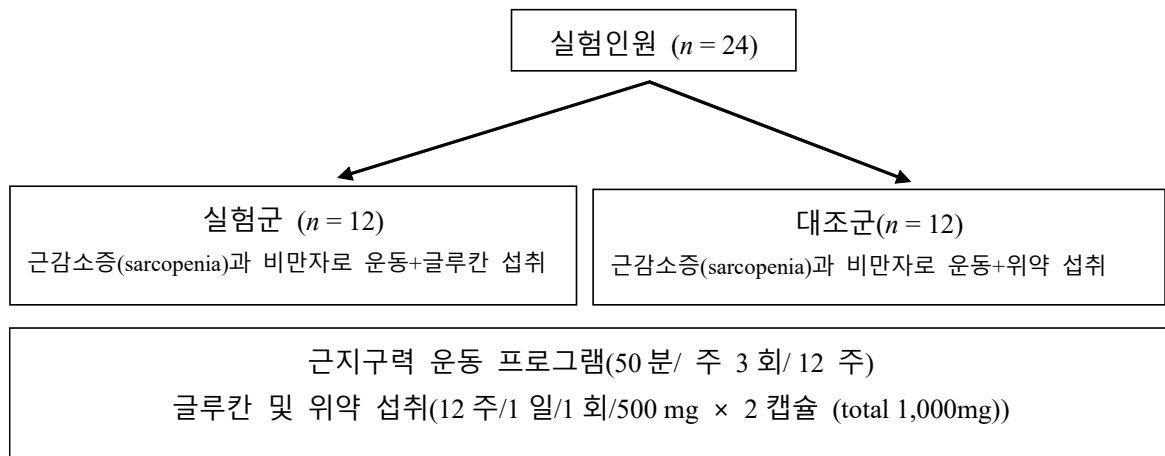


Figure 1. Experimental Procedure

3. 측정항목 및 방법

1) 사지근육량의 측정

사지근육량, 근육면적, 근육량, 지방량, 체지방률의 측정은 텍사(DXA, dual-energy X-ray)를 이용하여 측정하였으며 본 프로그램 전·후 2회 측정하였다. 사지근육량(ASM/Height²)은 DXA(dual-energy X-ray)로 측정한 사지근육량을 키의 제곱으로 나눈 값(ASM/Ht²)으로 산출하였다(Janssen 등, 2004).

2) 허리, 엉덩이 둘레 및 혈압의 측정

허리둘레는 줄자를 이용하여 양 손을 가슴우리에 교차시켜 편안하게 서게 한 후 정상 시 호흡을 하도록 하고, 갈비뼈의 최하단부의 가장 들어간 부분의 둘레를 측정하였다. 엉덩이 둘레는 선 자세에서 줄자를 이용하여 엉덩이의 가장 돌출한 부위를 측정하였고 혈압은 자동

혈압계를 이용하여 왼쪽 위팔에서 10분 간격으로 2회 측정하여 평균값을 적용하였다.

3) 혈액 분석

혈액 채취를 위하여 8시간 공복을 유지하도록 하여 혈액을 채취하였고, 채취 시기는 프로그램 사전, 사후 2회에 걸쳐 좌식 자세에서 약 3 ml를 팔오금정맥(cubital vein)에서 채혈하였다(Paek & Kim, 2019). 총콜레스테롤(total cholesterol, TC), 중성지방(triglyceride, TG), 고밀도지단백 콜레스테롤(HDL-cholesterol), 저밀도 지단백 콜레스테롤(LDL-cholesterol), 공복혈장 포도당(fasting plasma glucose), 유사성장호르몬(IGF-1, Insulin-like Growth Factor 1)의 분석을 녹십자 임상센터에 의뢰하여 분석하였다.

4) 근기능 관련 변인의 측정

근감소증과 관련이 있는 근기능 측정항목은 악력, SPPB(Short Physical Performance Battery), 정적 균형, 6분 보행으로 알려져 있다(McLean 등, 2014). 악력은 악력계를 이용하여 두번째 손가락의 제2관절이 직각이 되도록 폭을 조절하여 직립 자세에서 2회 실시하여 최대값을 kg 단위로 기록하였다. 간편신체수행평가(SPPB, Short Physical Performance Battery)는 미국국립보건원의 노화 연구기관(National Institute of Aging)이 개발한 신체수행 평가방법으로 5회 의자에서 일어나기, 보행속도, 균형의 3개 항목을 측정하였다.

5회 의자에서 일어나기는 손을 가슴에 팔짱을 낀 채 의자에서 일어서고 앉기를 5회 반복하는데 걸리는 시간에 따라 0~4점을 부여하였다. 보행속도는 대상자가 4 m 거리를 평소 속도로 걸을 때 걸리는 시간에 0~4점을 부여하였다. 균형검사 중 일반자세는 두 발을 모은 자세로 10초 이상 유지할 경우는 1점을 주었고, 반 일렬자세는 두 발을 모은 상태에서 한쪽 발을 반쯤 앞으로 내밀어 두 발이 반 겹쳐지도록 선 자세로 10초 이상 유지할 경

우 1점을 주었으며, 일렬 자세는 뒷발의 앞꿈치와 앞발의 뒤꿈치가 일직선상에 서 있는 자세로 3~9초 유지하면 1점, 10초 이상 유지하면 2점으로 평가하여 각 점수를 합산하였다. 총 2회 시행하여 높게 나온 값을 이용하였다. 정적 균형은 외발서기로 지속시간을 측정하였으며 기록은 초 단위로 하고 2회 실시 후 좋은 쪽의 기록을 적용하였다. 하였다. 측정방법은 다음과 같다. 6분 보행은 체육관에서 바닥에 표시된 직선로를 따라 양 팔꿈치를 가볍게 늘리고, 가능한 한 좋은 보행 자세를 유지하게 하며 평소 걷는 속도로 6분간 걷게 한 후 5 m 단위로 기록하고 5 m 미만은 절사하였다.

4. 근지구력운동 프로그램

본 연구의 운동프로그램은 짐스틱을 활용한 중강도 근지구력 운동프로그램으로 12주간 주 3회 1일 50분으로 구성하였다. 운동강도의 설정은 근지구력 운동의 경우 노인의 1 RM 측정을 하는 것은 위험할 수 있기 때문에 Rizzo와 Knopf(1999)의 방법에 의한 8~12회의 동작 반복을 1 RM의 55~60 %로 추정하여 실시하였다.

Table 2. Resistance exercise program

Other	Contents	Period (weeks)	Intensity	Time (min)
Warm-up	Stretching & Walking			10
Main (Resistance exercise)	Gymstick	1~4 (green tube)	RPE	30
	Squat		11~12	
	Shoulder press exercise		(8~12 number × 1~2 set)	
	Scapula retraction			
	Curl up	5~12 (blue tube)	RPE	
	Hip extension		13~14	
	Bent over low		(8~12 number × 2~3 set)	
	Triceps extension			
Biceps curl				
Good morning exercise				
High knee				
Cool down	Breathing & Stretching			10
Total				50

5. 글루칸 및 위약섭취

글루칸의 섭취는 미황색의 분말을 포함하는 캡슐형태로 12주/1일/1회/500 mg × 2캡슐 (total 1,000 mg) 아침 식후 물과 함께 섭취하도록 하였고 위약의 섭취는 백색의 분말을 포함하는 캡슐형태로 12주/1일/1회/500 mg × 2캡슐 (total 1,000 mg) 아침 식후 물과 함께 섭취하도록 하였다.

6. 자료 분석

연구의 통계처리는 SPSS-21.0 통계프로그램을 이용하여 각 변인의 기술통계(평균과 표준편차)를 구하였고, 모든 사전 측정값에 대하여 One sample Kolmogorov Smirnov Test를 실시하여 정규성 검증을 확인하였으며 Levene 등분산 F test를 실시하여 등분산성 검증을 확인하였다.

집단 간의 차이 검증은 two-way repeated ANOVA로 분석하였다. 통계적 모든 유의수준은 .05로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 사지근육량 및 대사질환 관련 변인의 변화

본 연구에서 근감소성 비만 노인의 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 참여에 따른 사지근육량 관련 변인의 분석 결과는 다음과 같다(Table 3). 사지근육량, 근육량, 체지방률에서 시기의 주효과가 나타나 분석한 결과 사후에 실험군에서 대조군에 비해 사지근육량과 근육량은 유의하게 증가하였고 체지방률은 유의하게 감소하였다($p < .05$). 또한 통계적 유의차는 나타나지 않았지만 골밀도에서 실험군은 증가하였고 대조군은 감소하였다. 즉 12주 근지구력 운동과 보충제 섭취 프로그램이 근감소성 비만 노인의 근육량은 유의하게 증가시키고 지방량은 감소시킨 것으로 나타났다($p < .05$).

2. 혈중지질 및 IGF-1의 변화

Table 3. Change in ASM and metabolic disease

Variable	Group	Pre	Post	Source	F	p
ASM/ Height ² (kg)	CG	4.92±.32	5.07±.39	A	31.287	.000 ^{###}
	EG	4.79±.31	5.07±.42 ^{**}	B	2.585	.121
Muscle mass (kg)	CG	31.53±2.68	32.33±2.89	A*B	2.381	.133
	EG	31.08±1.41	31.92±1.54 [*]	A	16.214	.001 [#]
muscle area (cm ²)	CG	1791.69±111.44	1791.08±108.45	B	.257	.617
	EG	1721.27±93.69	1719.05±93.88	A*B	.007	.934
% fat (%)	CG	40.63±3.77	39.55±3.79 ^{**}	A	44.264	.000 ^{###}
	EG	40.01±3.77	38.08±4.43 ^{**}	B	.423	.522
Waist circumference (cm)	CG	82.78±7.05	79.56±8.16	A*B	3.486	.074
	EG	83.55±8.42	82.72±10.09	A	2.873	.013
Hip circumference (cm)	CG	95.25±4.39	92.97±4.26	B	.399	.534
	EG	95.70±4.08	94.38±4.76	A	14.597	.001
T-score	CG	1.03±.93	1.02±.93	B	.324	.574
	EG	1.03±.15	1.04±.15	A*B	1.053	.315
				A	.262	.613
				B	1.132	.298
				A*B	.581	.520

Values are the means±SD, EG; exercise group, CG; control group, A; time, B; group, A×B; time×group, *, paired t-test, $p < .05$, #; two-way repeated measures ANOVA, ##; $p < .01$, ###; $p < .001$, ASM: Appendicular Skeletal Muscle T-score; Bone density index shown by dexta imaging

본 연구에서 근감소성 비만 노인의 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 참여에 따른 혈중지질의 변화는 다음과 같다(Table 4). 혈중지질에서 상호작용 효과 및 주효과가 나타나지 않았다($p>.05$). IGF-1에서 상호작용

효과가 나타나 분석한 결과 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 후 실험군과 대조군에서 증가하였다 ($p<.05$). 즉 12주 근지구력 운동이 근감소성 비만 노인의 IGF-1를 유의하게 증가시켰다($p<.05$).

Table 4. Changes in blood lipids and IGF-1

Variable	Group	Pre	Post	Source	F	p
TC (mg/dl)	CG	202.77±37.46	200.62±36.207	A	1.275	.270
	EG	193.38±38.08	181.08±42.79	B	1.077	.436
				A*B	.628	.436
HDL-C (mg/dl)	CG	57.38±11.53	57.39±12.46	A	.177	.678
	EG	59.92±13.40	61.38±17.43	B	.401	.533
				A*B	.177	.678
LDL-C (mg/dl)	CG	189.71±8125	202.86±89.5	A	.213	.649
	EG	111.42±39.3	84.50±39.96*	B	.603	.445
				A*B	1.209	.283
TG (mg/dl)	CG	109.23±46.07	97.38±35.93	A	1.556	.229
	EG	114.62±61.70	119.46±61.69	B	1.309	.268
				A*B	2.113	.164
Glucose (mg/dl)	CG	88.69±27.80	91.85±20.03	A	2.740	.116
	EG	90.46±29.27	91.85±20.03	B	.761	.395
				A*B	.761	.395
IGF-1 (ng/ml)	CG	117.24±33.79	137.35±41.53*	A	26.335	.000###
	EG	125.12±18.362	158.59±32.57***	B	1.551	.225
				A*B	1.639	.213

Values are the means±SD, EG; exercise group, CG; control group, A; time, B; group, A*B; time×group, *, paired t-test, $p<.05$, #; two-way repeated measures ANOVA, ##; $p<.01$, ###: $p<.001$, IGF-1 (Insulin-like Growth Factor 1)

Table 5. Changes in muscle function-related variables

Variable	Group	Pre	Post	Source	F	p
Grip strength (kg)	CG	20.75±4.35	21.45±4.73	A	14.979	.001###
	EG	23.24±3.90	25.50±4.24*	B	3.928	.059
				A*B	4.102	.049#
Static balance (sec)	CG	68.04±47.38	96.80±35.47	A	10.982	.003###
	EG	55.76±42.10	64.83±36.65*	B	2.205	.151
				A*B	2.976	.097
SPPB	CG	10.85±.660	11.54±.52	A	45.632	.000###
	EG	10.46±.660	11.08±.84*	B	4.595	.042#
				A*B	.158	.695
6 minute walk (m)	CG	586.15±24.59	619.62±37.54	A	17.509	.000###
	EG	549.62±47.15	570.77±42.47*	B	9.605	.005#
				A*B	.889	.355

Values are the means±SD, EG; exercise group, CG; control group, A; time, B; group, A*B; time×group, *, paired t-test, $p<.05$, #; two-way repeated measures ANOVA, ##; $p<.01$, ###: $p<.001$, SPPB(Short Physical Performance Battery)

3. 근기능의 관련 체력 변화

본 연구에서 근감소성 비만 노인의 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 참여에 따른 근기능 관련 체력의 변화는 다음과 같다(Table 5). 근기능 관련 체력 항목 중 악력에서 상호작용 효과가 나타나 사후 분석한 결과 실험군에서 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 후 대조군에 비해 유의하게 증가하였다($p<.05$). 또한 시기의 주효과가 정적 균형, SPPB, 6분 보행에서 프로그램 후 실험군에서 통계적으로 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 즉 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램이 근감소성 비만 노인의 정적 균형, SPPB, 6분 보행을 유의하게 증가시킨 것으로 나타났다($p<.05$).

IV. 고찰

근감소성 비만인 노인에게 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램을 12주 처치하여 사지근육량과 근기능 관련 체력과 혈중지질 및 IGF-1에 미치는 영향을 분석하고자 한 본 연구에서 사지근육량, 근육량, IGF-1, 정적 균형, SPPB, 6분 보행은 증가하였고 지방량은 감소한 것으로 나타나 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램이 근감소성 노인에게 근감소 및 혈중지질 관련 변인과 근기능에 효과적임을 관련 변인 분석을 통하여 보여주었다.

한편, 노화는 근육 내 미토콘드리아의 ATP 생성을 방해할 뿐만 아니라 노화 근육 내 미토콘드리아 DNA는 40%까지 감소하며, 노화관련 단백질 대사 교란은 근육을 감소시키는데, 이 상태에서 체지방 백분율이 증가하면 노인에서 근감소성 비만을 초래하게 된다(Deschenes, 2004). 이러한 근감소성 비만을 예방 및 치료할 수 있는 방법으로 운동과 식이 보충제 섭취 등이 있다(Kryger & Andersen, 2007). 운동 중 특히 근지구력 운동은 근육량과 근력 증가, 근단백질 합성 관련 호르몬 증가 및 염증인자 감소에 효과적(Cruz-Jentoft 등, 2010)이므로 근감소성 노인에게 적합한 것으로 판단된다.

한편 근감소성 비만에 효과적인 보충제 중 베타글루칸은 미국 FDA로부터 승인 받았으며 포도당이 베타1,3

결합으로 이루어진 글루칸을 기본으로 여러 가지 사이토카인의 분비를 촉진시켜 항병력을 강화(Vetvicka & Vetvickova, 2009)시키고 면역증강, 항암효과, 이상지질을 개선시켜 주고, 체지방 감소로 항비만 효과가 입증되었다(AbuMweis 등, 2010).

근감소성 비만인 노인의 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 참여에 따른 사지근육량 및 대사질환 관련 변인의 변화를 분석한 본 연구에서 사지근육량, 근육량, 체지방률에서 시기의 주효과가 나타나 분석한 결과 사후에 실험군에서 대조군에 비해 사지근육량과 근육량은 유의하게 증가하였고 체지방률은 유의하게 감소하였다($p<.05$). 또한 통계적 유의차는 나타나지 않았지만 골밀도에서 실험군은 증가하였고 대조군은 감소하였다. 즉 12주 근지구력 운동과 보충제 섭취 프로그램이 근감소성 비만 노인의 근육량은 유의하게 증가시키고 지방량은 감소시킨 것으로 나타났다($p<.05$).

이러한 결과는 근지구력 운동을 통해 에너지원으로 지방이 동원되어 지방량이 감소되고 근비대를 통해 사지근육량이 증가한 것과 이상지질을 개선시켜 주고, 체지방 감소로 항비만 효과(AbuMweis 등, 2010)가 입증된 글루칸 보충제 섭취가 시너지 효과를 일으켰다고 생각되며, 노인들을 대상으로 12주의 고강도 저항성 운동을 통해 근육의 강도를 향상시켰을 뿐만 아니라 근육의 횡단면적이 11%나 증가를 보고한 연구(Brown 등, 1990)와, 10~12주간의 저항운동을 실시한 90세 이상의 노인들에게서도 근육량의 증가를 보고한 연구결과(Frontera 등, 1988)와 일치하는 결과이다. 이러한 결과들이 의미하는 것은 근지구력 운동과 보충제 섭취를 병행한 본 프로그램이 근육의 강도 및 근기능을 향상시킬 수 있고 결과적으로 노인들의 일상생활에서 대부분의 활동을 할 수 있는 신체능력의 향상으로 이어지고, 이는 다시 신체의 기능감퇴와 장애를 예방할 수 있는 방법임을 의미한다고 생각된다.

노인의 경우 정상적인 노화에도 체지방이 점진적으로 증가하고 있으며 비만은 심각한 질환을 일으킬 수 있는 원인으로 고혈압, 당뇨병, 고지혈증, 그리고 대사증후군 등의 대사질환을 유발하여 결국 심혈관질환을 일으켜 사망에까지 이르게 하는 치명적인 위험(Williams 등, 2016)을 초래한다.

근감소성 비만인 노인의 12주 근지구력 운동과 보충제 섭취를 병행한 본 프로그램 참여에 따른 혈중지질 및 IGF-1의 변화를 분석한 본 연구에서 혈중지질에서 상호작용 효과 및 주효과가 나타나지 않았다($p>.05$). IGF-1에서 상호작용 효과가 나타나 분석한 결과 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 후 실험군과 대조군에서 증가하였다($p<.05$). 이러한 결과는 즉 12주 근지구력 운동이 근감소성 비만 노인의 IGF-1를 유의하게 증가시킨 결과로 실험군과 대조군 두 집단 모두 운동을 한 점으로 볼 때 근지구력 운동의 효과로 사료된다. 여기서 인슐린유사 성장인자 1(IGF-1, Insulin like growth factor 1)는 성장호르몬이 뇌하수체에서 분비되면 간이나 다른 표적조직에서 IGF-1이 생성된다. 이러한 IGF-1은 소아성장 및 성인 신체유지 효과가 있으며 체지방을 감소시키고, 근육, 신경세포를 재생시키는 역할을 한다.

IGF-1과 운동과의 관련성을 살펴보면 14명 고령 남성을 대상으로 1회 30~60분, 주 4회 근저항 운동을 12주 실시한 결과 혈중지질, IGF-1의 증가를 보고하며 본 연구결과와 일치하는 결과를 보였다(Zajac 등, 2014).

노화로 인한 근육량 감소는 퇴행성 중추신경질환 또는 운동신경의 손실 또는 기능약화의 저하로 이어져 노인의 자립생활에 어려움이 발생하게 되는 것이다(Nair, 2005). 노인의 근력 및 근기능을 향상시킴으로서 일상생활에 필요한 체력을 향상시킬 수 있다(Gillespie 등, 2012). 특히 근감소증과 관련이 있는 근기능 측정항목은 악력, 정적 균형, SPPB, 6분 보행으로 알려져 있다(McLean 등, 2014).

근감소성 비만인 노인의 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 참여에 따른 근기능 관련 변인의 변화를 분석한 본 연구에서 근기능 관련 체력항목 중 악력에서 상호작용 효과가 나타나 사후 분석한 결과 실험군에서 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 후 대조군에 비해 유의하게 증가하였다($p<.05$). 또한 시기의 주효과가 정적 균형, SPPB, 6분 보행에서 프로그램 후 실험군에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 즉 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램이 근감소성 비만 노인의 정적 균형, SPPB, 6분 보행을 유의하게 증가시킨 것으로 나타났다($p<.05$).

이러한 결과는 저항운동으로 혼합근육 단백질 합성과

특정 구조적 적합성 복합체(major histo compatibility complex synthesis)를 젊은 성인과 동일한 수준까지 끌어올릴 수 있으며, 근육의 강도와 근지구력의 향상을 설명할 수 있는 type I과 type II 근섬유의 크기가 증가(Yarasheski 등, 1993)로 인하여 관련된 근기능들이 향상된 것으로 생각되며 이는 노인들을 대상으로 점진적 저항성 운동에 관한 121개의 무작위 대조실험을 실시한 실험(Mangione 등, 2010)에서 일주일에 2회 저항운동을 시행했을 때 신체기능과 걸음속도, 동적균형검사, 계단 오르기, 균형잡기가 향상된 것과 일치하는 결과이다. 특히 악력에서 실험군이 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 후 대조군에 비해 유의하게 증가한 결과는 운동과 보충제 섭취의 근감소증 개선 시너지 효과를 입증한 결과로 생각된다.

V. 결론

본 연구에서 65세 이상의 노인을 이중 방사선 X-선 흡수법을 이용하여 측정한 사지근육량과 체지방율(ASM/Height²가 5.4 kg/m² 미만, 여자: 체지방률 30 %, 남자: 25 % 이상)을 기준으로 대상자를 선정 후 대조군과 실험군으로 집단을 구성하였다. 근지구력 운동과 보충제 섭취 프로그램의 근육량 증가 효과를 검증하고자 12주 처치 후 두 집단 사이의 사지근육량과 근기능 관련 체력과 혈중지질 및 IGF-1을 비교분석하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 사지근육량 및 대사질환 관련 변인의 변화

12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램은 근감소성 비만인 노인의 근육량은 유의하게 증가시키고 지방량은 감소시킨 것으로 나타났다($p<.05$).

2. 혈중지질 및 IGF-1의 변화

12주 근지구력 운동프로그램이 근감소성 비만 노인의 IGF-1를 유의하게 증가시켰다($p<.05$).

3. 근기능의 관련 체력 변화

12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램은 근감소성 비만인 노인의 악력, 정적 균형, 6분 보행을 유의하게 증가시킨 것으로 나타났다($p<.05$).

본 연구결과를 종합해 보면 12주 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램은 근감소성 비만인 노인의 사지근육량과 근기능 관련 체력과 혈중지질 및 IGF-1에 개선효과를 나타내었다.

이러한 결과는 사지근육량을 증가시킬 수 있는 근지구력 운동과 보충제 섭취가 근육의 강도 및 근기능을 향상시킬 수 있고 결과적으로 노인들의 일상생활에서 신체능력의 향상으로 이어져 건강한 노후를 보낼 수 있는 방법이 될 수 있으며 특히 악력에서 실험군이 근지구력 운동 및 보충제 섭취 프로그램 후 대조군에 비해 유의하게 증가한 결과는 운동과 보충제 섭취의 근감소증 개선 시너지 효과를 입증한 결과로 생각된다.

참고문헌

- AbuMweis SS, Jew S, Ames NP(2010). β -glucan from barley and its lipid-lowering capacity: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Eu J Clin Nutr*, 64(12), 1472-1480.
- Brown AB, McCartney N, Sale DG(1990). Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. *J Appl Physiol*, 69(5), 1725-1733. <https://doi.org/10.1152/jappl.1990.69.5.1725>.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al(2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis report of the European working group on sarcopenia in older people. *Age Aging*, 39(4), 412-423. <https://doi.org/10.1093/ageing/afq034>.
- Deschenes MR(2004). Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*, 34(12), 809-824. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434120-00002>.
- Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, et al(1988). Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol*, 64(3), 1038-1044. <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.3.1038>.
- Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, et al(2012). Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*, (9), Printed Online. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007146.pub3>.
- Janssen I, Baumgartner RN, Ross R, et al(2004). Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am J Epidemiol*, 159(4), 413-421. <https://doi.org/10.1093/aje/kwh058>.
- Kryger AI, Andersen JL(2007). Resistance training in the oldest old: Consequences for muscle strength, fiber types, fiber size and MHC isoforms. *Scand J Med Sci Sports*, 17(4), 422-430. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00575.x>.
- Mangione KK, Miller AH, Naughton IV(2010). Cochrane review: Improving physical function and performance with progressive resistance strength training in older adults. *Phys Ther*, 90(12), 1711-1715. <https://doi.org/10.2522/ptj.20100270>.
- McLean RR, Shardell MD, Alley DE, et al(2014). Criteria for clinically relevant weakness and low lean mass and their longitudinal association with incident mobility impairment and mortality: the foundation for the national institutes of health (FNIH) sarcopenia project. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 69(5), 576-583. <https://doi.org/10.1093/gerona/glu012>.
- Nair KS(2005). Aging muscle. *Am J Clin Nutr*, 81(5), 953-963. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.5.953>.
- Paek SG, Kim HJ(2019). The effects of 8-weeks brain Yoga program on body composition, NK(natural killer) cell, CRP(C-reactive protein), in adult woman. *Korea J Sports Sci*, 28(4), 895-904.
- Rizzo TH, Knopf K(1999). Resistance training for older adults. *IDEA Health & Fitness Source*, 17(6), 32.
- Roubenoff R(2000). Sarcopenic obesity: Does muscle loss

- cause fat gain?: Lessons from rheumatoid arthritis and osteoarthritis. *Ann N Y Acad Sci*, 904(1), 553-557. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2000.tb06515.x>.
- Statistics Korea. 2015 Statistics on the aged [Internet]. Daejeon: Statistics Korea; c2015 [cited 2017 Jul 22]. Available from: <http://kostat.go.kr/portal/eng/pressReleases/1/index.board?bmode=read&bSeq=&aSeq=349205&pageNo=1&rowNum=10&navCount=10&currPg=&sTarget=title&sTxt=Statistics+on+the+aged+>.
- Vetvicka V, Vetvickova J(2009). Effects of glucan on immunosuppressive actions of mercury. *J Medicinal Food*, 12(5), 1098-1104.
- Williams RS, Heilbronn LK, Chen DL, et al(2016). Dietary acid load, metabolic acidosis and insulin resistance—Lessons from cross-sectional and overfeeding studies in humans. *Clin Nutr*, 35(5), 1084-1090. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2015.08.002>.
- Yarasheski KE, Zachwieja JJ, Bier DM(1993). Acute effects of resistance exercise on muscle protein synthesis rate in young and elderly men and women. *Am J Physiol*, 265(2), E210-E214. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1993.265.2.E210>.
- Zajac A, Poprzecki S, Maszczyk A, et al(2014). The effects of a ketogenic diet on exercise metabolism and physical performance in off-road cyclists. *Nutrients*, 6(7), 2493-2508.