

Original Article

Open Access

고유수용성신경근촉진법 패턴 운동과 단백질 섭취가 근감소증 노인의 균형과 보행 및 다리 근력에 미치는 영향

박재철 · 이동규[†]

전남과학대학교 물리치료과

Effects of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns Exercise and Protein Intake on Balance, Gait, and Lower Extremity Muscular Strength for Sarcopenia in the Elderly

Jaе-Cheol Park, P.T., Ph.D. · Dong-Kyu Lee, P.T., Ph.D.[†]

Department of Physical Therapy, Chumam Techno University

Received: August 4, 2021 / Revised: September 11, 2021 / Accepted: September 16, 2021

© 2021 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

| Abstract |

Purpose: The study examined the effects of the proprioceptive neuromuscular facilitation pattern exercise and protein intake on balance, gait ability, and lower extremity muscular strength for sarcopenia in the elderly.

Methods: A total of 30 elderly people (65~74years) with sarcopenia were recruited and randomized to Group I (n=10), Group II (n=10), and Group III (n=10). Their balance ability was measured using the functional reach test. Group I performed the proprioceptive neuromuscular facilitation pattern exercise and protein intake. Group II performed the proprioceptive neuromuscular facilitation pattern exercise. Group III performed protein intake. Their gait ability was measured using the Timed Up and Go test. Lower extremity muscular strength was measured using the Five Times Sit to Stand test.

Results: As a result of comparison within groups, Group I and Group II showed a significant difference in balance, gait, and lower extremity muscular strength after the experiment ($p<0.05$), and Group I showed a more effectively significant difference than either Group II or Group III in balance, gait, and lower extremity muscular strength before and after the experiment ($p<0.05$).

Conclusion: This study showed that the proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise and protein intake was effective in balance, gait ability, and lower extremity muscular strength for sarcopenia in the elderly.

Key Words: Balance, Gait, Lower extremity muscular strength, Proprioceptive neuromuscular facilitation, Sarcopenia

[†]Corresponding Author : Dong-Kyu Lee (ehck@cntu.ac.kr)

I. 서론

근감소증(sarcopenia)은 노화로 인해 근육량과 근력의 감소를 말하고(Morley et al., 2001) 근육량의 소실로 인하여 근력과 신체 수행능력과 같은 생리적 변화가 나타나며 사회적으로 문제를 발생시킨다(Park & Song, 2020a). 인체 근육량은 30대 이후 매년 약 1~2% 씩 감소하기 시작하여 50대 이후 팔과 다리 근육을 중심으로 근육량은 점차 소실되며 이로 인하여 근력은 감소하고 신체 수행능력 기능은 저하된다(Doherty, 2003). 근감소증은 단순히 근육량의 감소뿐 만 아니라 낙상과 보행의 문제를 야기시키고 더 나아가 삶의 질까지 하락시켜(Chen et al., 2014) 폭넓은 관점에서 노인 건강 문제에 대한 관심과 인식이 필요하다(Morley, 2008).

임상에서 근감소증을 해결하기 위해 약물 중재 방법(Seo et al., 2019)과 복합 운동프로그램(Park & Song, 2020a) 방법, 덤벨을 이용한 저항도 운동(Chun & Shin, 2019) 방법과 신체활동에 대한 연구가 진행되고 있다(Huang et al., 2017). 하지만 약물 중재는 약물 이상 반응의 가능성이 있고 덤벨을 이용한 운동은 근력 감소로 수행이 어렵다. 하지만 기능적인 활동을 통해 손상을 예방하고(Jette et al., 2005) 일상생활 활동에서 어려운 동작을 개선 시킬 수 있는(Andersen et al., 2006) 고유수용성신경근촉진법이 대안이 될 수 있다. Lee와 Cho (2021)는 고유수용성신경근촉진법 패턴 운동은 뇌졸중 환자의 몸통 근력 향상에 효과적이라고 하였다. 또한 고유수용성신경근촉진법 하지 패턴과 압력 바이오피드백 훈련이 뇌졸중 환자의 보행에 영향을 미친다고 하여(Park & Song, 2020b) 근감소증 노인의 균형과 보행 및 다리 근력에도 영향을 미칠 것으로 생각되어 본 연구를 설계하였다. 노인들의 건강 유지를 위해서는 하루 30분 운동, 금연, 건강한 식단, 적당한 음주 등의 5가지 생활 습관이 필요하고 그 중에서 운동이 가장 중요하다(Li et al., 2020), 노인들에게 운동은 건강한 체중 유지와 원활한 일상생활 동작을 가능하게 하여 질병 예방에 긍정적으로 작용하므로 꼭 필

요한 요소이다(Mora & Valencia, 2018).

근감소증의 복합적 병인 중에서 또 다른 중요한 요인으로 영양불량이 지목되고 있다(Cao & Morley, 2016). 노인들의 소식과 불규칙적인 식사시간은 불규칙한 영양 섭취를 유발하고 이는 대사증후군을 유발하며(Jung & Kim, 2018) 노인성 질환을 1.5배 증가시킨다(Janssen et al., 2000). 이중 단백질 섭취 감소는 근감소증과 관련성이 있다(Lemieux et al., 2014). 단백질 섭취 감소는 근육의 위축을 일으킨다(Volkert, 2011). 하지만 적절한 단백질 섭취는 근육량과 근력 및 신체 기능에 긍정적으로 작용하며(Gregorio et al., 2014) 근감소증 환자의 신체 능력을 유지하고 독립적인 생활을 가능하게 한다(Abiri & Vafa, 2019). 근육량을 유지시키는 식품으로 단백질이 풍부한 우유와 계란이 주목받고 있다(Kataya et al., 2018). 우유는 소화와 흡수가 빠르고 저렴한 가격으로 구매할 수 있으며 필수아미노산이 풍부하다(Reidy et al., 2013). 계란은 아미노산 조성에 관여하는 여러 필수 영양소가 함유되어 있다(Herron & Fernandez, 2004). 또한 단백질 가수분해를 촉진하여(Abiri & Vafa, 2019) 근육량 증가에 이바지하여(Faure et al., 2017) 근감소증 증상이 있는 사람은 매일 1.0~1.2g/kg의 단백질 섭취를 권고한다(Robinson et al., 2018). 그리함에도 불구하고 단백질 섭취와 근감소증과의 상관성이 없다는 연구 결과가 있어(Mitchell et al., 2003) 노인의 근감소증 개선과 관련된 여러 요인을 찾는 것이 필요하다.

지금까지의 선행연구들은 근감소증 환자에게 운동만 적용하거나 단백질 섭취만 적용하여 신체적인 기능을 확인한 연구가 대부분이다(Nabuco et al., 2018, Park & Lee, 2005). 또한 신체활동과 관련된 운동과 약물 및 섬유소 섭취 등의 다른 요소에만 초점을 둔 연구만 있고 고유수용성신경근촉진법 패턴 운동과 단백질 섭취를 이용하여 일상생활활동을 하는 데 필요한 균형 및 보행 능력과 다리 근력에 관련 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 근감소증 노인을 대상으로 고유수용성신경근촉진법 패턴 운동과 단백질 섭취가 균형과 보행능력 및 다리 근력에 변화를 확인하

고자 하며 임상에서 근감소증 개선의 중재 방법으로 활용되었으면 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 G 광역시에 거주하고 있는 65세 이상 노인을 대상으로 실시하였다. 연구 대상자에게 본 연구의 목적을 설명하고 연구 참여에 대한 동의를 얻었다. 근감소증 여부를 확인하기 위하여 한국형 근감소증 선별 진단 설문지를 사용하였다. 한국형 근감소증 선별 진단 설문지는 근력과 보행 보조, 의자에서 일어 서기, 계단 오르기 및 낙상에 관련된 5개 항목으로 구성되었으며 항목 당 점수는 0점에서 2점으로 부여 되었으며 총 10점 만점 중 4점 이상이면 근감소증으로 분류하였다. 집단 I은 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 영양 중재(proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise and protein intake, Group), 집단 II는 고유수용성신경근축진법 패턴 운동(proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise), 집단 III는 영양 중재를 실시하는 집단(protein intake)으로 배치하였다. 대상자 선정 기준은 다음과 같다. 1) 의사소통이 가능한 자, 2) 보조 도구 없이 보행이 가능한 자, 3) 균형과 보행 및 다리 근력에 영향을 미치는 약물을 복용하지 않는 자, 4) 심혈관계 및 정신적 질환이 없는 자로 선정하였다.

2. 연구 방법

집단 I, 집단 II, 집단 III는 단일맹검법(single-blind test) 방법인 무작위 배정방식인 제비뽑기로 집단을 나누어 집단 I은 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 단백질 섭취를 적용하였다. 집단 II는 고유수용성신경근축진법 패턴 운동을 적용하였다. 집단 III는 단백질 섭취를 적용하였다.

고유수용성신경근축진법 패턴 운동은 율동적 개시 방법을 이용하여 하지의 D1과 D2 패턴을 사용하였다. D1 패턴은 엉덩관절 굽힘-모음-바깥돌림 무릎관절 굽힘으로 끝나는 패턴과 엉덩관절 펴-벌림-안쪽돌림 무릎관절 펴-모음-바깥돌림 무릎관절 굽힘으로 끝나는 패턴이다. D2 패턴은 엉덩관절 굽힘-벌림-안쪽돌림 무릎관절 굽힘으로 끝나는 패턴과 엉덩관절 펴-모음-바깥돌림 무릎관절 펴-모음-바깥돌림 무릎관절 굽힘으로 끝나는 패턴이다. 양쪽 하지를 1세트당 5회씩 총 10세트를 6주 동안 주 5회 실시하였다.

단백질 섭취는 우유와 익힌 계란을 섭취하였다. 단백질 섭취 용량은 하루 중 아침에 한번씩 우유 200ml와 익힌 계란 1개를 6주 동안 주 5회 섭취하였다. 집단 I에서 단백질 섭취는 고유수용성신경근축진법 패턴 운동 직후에 우유와 익힌 계란을 섭취하였다. 집단 III에서 단백질 섭취는 하루 중 편한 시간에 우유와 익힌 계란을 섭취하였다.

3. 측정 방법 및 도구

1) 균형

균형 능력을 측정하기 위하여 기능적 팔 뻗기 검사(functional reach test, FRT)를 실시하였다. 편안하게 서 있는 자세에서 몸통의 중심을 유지하면서 팔을 뻗어 수평으로 최대한 닿을 수 있는 거리를 측정하였다.

2) 보행

보행 능력을 측정하기 위하여 일어나 걸어가기 검사(timed up & go, TUG)를 실시하였다. 팔걸이가 없는 의자에 앉은 자세에서 일어나 3m 거리를 걸어간 후 다시 돌아와 의자에 앉는 동안 소요된 시간을 초시계를 이용하여 측정하는 방법이다.

3) 하지 근력

하지 근력을 측정하기 위하여 five times sit to stand

test (FTSST)를 실시하였다. 의자에 앉은 자세에서 시작하며 일어났다 앉는 동작을 5번 수행하는 시간을 초시계를 이용하여 측정하는 방법이다.

4. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료들은 SPSS 21.0(SPSS Inc., USA) 통계 프로그램을 이용하여 처리하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하였다. 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk test) 검정 방법을 이용하여 정규성 검정을 하였으며 모든 변수가 정규 분포하였다. 집단 내 실험 전과 후의 차이를 비교하기 위하여 대응표본 t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 집단 간 비교를 위하여 일원배치 분산분석(one way ANOVA)을 이용하였으며 사후검정으로는 최소유의차검정(LSD)을 이용하였다. 모든 통계학적 유의수준은 $\alpha = 0.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구 대상자는 총 30명으로 집단 I은 남자 5명, 여자 5명으로 총 10명이었고, 평균 나이는 70.80±2.48세, 평균 신장은 164.60±6.44cm, 평균 체중은 63.60±2.26kg이었다. 집단 II은 남자 5명, 여자 5명으로 총 10명이었고, 평균 나이는 70.20±0.82세, 평균 신장

은 163.80± 5.97cm, 평균 체중은 64.60±6.96kg이었다. 집단 III은 남자 5명, 여자 5명으로 총 10명이었고, 평균 나이는 69.80±2.44세, 평균 신장은 165.20±6.23cm, 평균 체중은 65.20±6.72kg이었다. 연구 대상자의 일반적인 특성은 각 집단 간 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$) (Table 1).

2. 균형 비교

집단 I는 실험 전 14.30±2.21에서 실험 후 17.80±2.93으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 집단 II는 실험 전 14.90±1.28에서 실험 후 16.30±1.56으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 집단 III는 실험 전 15.30±1.05에서 실험 후 15.90±1.52로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 세 집단 간 변화량 차이에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 집단 간 실험에 따른 차이를 알아보기 위하여 사후검정을 한 결과 집단 I과 집단 II, 집단 II과 집단 III에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 2).

3. 보행 비교

집단 I는 실험 전 21.20±2.48에서 실험 후 16.60±1.42으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 집단 II는 실험 전 20.20±2.82에서 실험 후 18.30±2.21으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 집단 III는 실험 전 20.80±2.69에서 실험 후 19.60±1.83로 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$). 세 집단 간 변화량 차이에서 유의한 차이가

Table 1. General characteristics of subjects

(n=30)

	Group I	Group II	Group III	p
Gender (M/F)	5/5	5/5	5/5	
Age (years)	70.80±2.48	70.20±0.82	69.80±2.44	0.67
Height (cm)	164.60±6.44	163.80±5.97	165.20±6.23	0.87
Weight (kg)	63.60±2.26	64.60±6.96	65.20±6.72	0.88

Values are presented as mean±standard deviation. Group I: proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise and protein intake, Group II: proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise, Group III: protein intake

Table 2. Changes in FRT, TUG, FTSST in this study

		Group I	Group II	Group III	F	p	Post-hoc
FRT	Pre	14.30±2.21	14.90±1.28	15.30±1.05	4.41	0.02*	I>II, I>III
	Post	17.80±2.93	16.30±1.56	15.40±1.52			
	Difference	3.50±2.91	1.40±1.77	0.60±1.89			
	t	-3.79	-2.49	-1.00			
	p	0.00*	0.03*	0.34			
TUG	Pre	21.20±2.48	20.20±2.82	20.80±2.69	6.36	0.01*	I>II, I>III
	Post	16.60±1.42	18.30±2.21	19.60±1.83			
	Difference	-4.60±2.76	-1.90±1.91	-1.20±1.93			
	t	5.20	3.14	1.96			
	p	0.00*	0.01*	0.08			
FTSST	Pre	20.90±1.44	20.10±1.44	19.60±1.50	5.70	0.01*	I>II, I>III
	Post	18.20±2.09	18.80±1.68	19.10±1.72			
	Difference	-2.70±2.11	-1.30±1.05	-0.50±0.97			
	t	4.05	3.88	1.63			
	p	0.00*	0.00*	0.14			

Values are presented as mean±standard deviation. Group I: proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise and protein intake, Group II: proprioceptive neuromuscular facilitation patterns exercise, Group III: protein intake. FRT: functional reach test, TUG: timed up & go, FTSST: five times sit to stand test
*p<0.05

있었다(p<0.05). 집단 간 실험에 따른 차이를 알아보기 위하여 사후검정을 한 결과 집단 I과 집단 II, 집단 I과 집단 III에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05) (Table 2).

4. 하지 근력 비교

집단 I는 실험 전 20.90±1.44에서 실험 후 18.20±2.09으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 집단 II는 실험 전 20.10±1.44에서 실험 후 18.80±1.68으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 집단 III는 실험 전 19.60±1.50에서 실험 후 19.10±1.72로 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 세 집단 간 변화량 차이에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 집단 간 실험에 따른 차이를 알아보기 위하여 사후검정을 한 결과 집단 I과 집단 II, 집단 I과 집단 III에서 유의한 차이가 있었다(p<0.05) (Table 2).

IV. 고찰

본 연구의 목적은 근감소증이 있는 노인을 대상으로 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 단백질 섭취가 균형과 보행 능력 및 다리 근력에 미치는 영향에 대해 알아보고자 한다.

최근 연구에서 근감소증과 균형 능력은 상관관계가 있다고 보고되고 있다(Woo, 2019). 근감소증으로 인해 발생하는 신체적 기능장애는 대표적으로 균형과 보행 능력의 감소가 있으며 이들 능력 감소는 낙상과 관련된다(Park & Lee, 2005). 낙상 예방을 위하여 균형과 관련된 고유수용성감각 증가와 근육 강화를 위한 운동 중재가 필요하다(Nitz & Choy, 2004). 균형과 관련된 연구를 보면 Gu 등(2006)은 16주간 맞춤형 낙상 예방 운동을 적용하여서 한 쪽 다리로서 있는 동안 뒤꿈치 들기 횟수 증가를 언급하면서 균형 개선을 보고하였고, Lord 등(2003)은 62~92세 노인 551명을 대

상으로 체중 부하 운동이 노인의 균형 능력을 개선했다고 보고하였다. 고유수용성감각과 관련된 연구도 있으며 Kim (2013)은 편마비 환자에게 고유수용성감각 운동프로그램이 균형 능력을 향상했다고 보고하여 본 연구에서 균형 능력 결과가 선행 연구와 같은 운동 방법이 아니지만 비슷한 결과를 보였다.

근감소증 노인은 근뼈대계와 고유수용성감각 저하가 발생하고 균형 감각은 감소하여 기능적 활동에 제약이 뒤따른다(Yang et al., 2015). 물리치료 기법 중 고유수용성신경근축진법 패턴 운동은 인체 여러 방향으로 결합한 움직임을 가지고 있어 단일 방향의 움직임보다 더 효과적인 근수행 능력을 보이고(Kofotolis et al., 2002) 기능적 움직임과 관련되어 감소한 신체 기능 중 근력과 지구력 및 안정성을 증가 시켜 원활한 일상생활활동을 하는데 효과적이다(Kofotolis & Kellis, 2007). 고유수용성신경근축진법 하지 패턴은 발과 발목관절의 근육을 강화하는데 유용한 방법이며 균형 능력 증가를 위한 운동 방법으로(Kim, 2008) 근감소증이 있는 노인들의 다리 근육의 질을 개선하였고 그 결과 균형 능력이 향상한 것으로 생각된다. 또한, 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 함께 증채한 우유와 계란 섭취도 균형 능력의 향상에 영향을 미친 것으로 생각된다. 우유와 계란에는 양질의 단백질과 비타민 미네랄이 풍부하여 영양가가 높은 식품이며 (Song & Kerver, 2000), 근감소증의 비율을 줄이고 근육량을 증가시키는데 중요한 영양소로 알려져 있다 (McNamara, 2015). 아침에 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 우유와 익힌 계란을 섭취한 집단 I에서 각각 운동과 단백질 섭취만 적용한 집단 II, III보다 상대적으로 큰 효과를 보여 본 결과를 뒷받침할 수 있다.

균형과 함께 측정한 보행도 균형과 비슷한 결과를 보였다. Naito 등(2019)은 취장암 및 비소세포폐암에 걸린 노인 환자 29명을 대상으로 저항도 저항운동과 함께 아미노산이 풍부한 보충제 적용은 근육량 증가와 보행 능력에 긍정적으로 작용한다고 하였다. 선행 연구와 질병은 다르지만 여러 운동 증재로 보행 능력

이 개선된 점과 암 환자는 잠재적으로 근감소증과 관련되기 때문에(Cruz-Jentoft et al., 2010) 선행연구 결과와 본 연구 결과가 유사하였다. 이러한 결과는 보행에서 언급하였듯이 운동과 단백질 섭취로 인하여 근육의 질과 고유수용성감각의 개선으로 인한 결과로 생각된다. Lee와 Kim (2020)은 운동이나 영양 증재는 기능 장애 향상에 긍정적으로 작용하였으며 운동과 영양을 함께 적용할 경우 높은 효과 크기를 보인다고 하여 본 연구 결과를 지지한다.

다리 근력의 시기별 변화에서 유의한 차이가 있었고 집단 간 변화에서도 유의한 차이가 있었다. Nabuco 등(2018)은 66명의 근감소증이 있는 노인들을 대상으로 운동요법과 단백질 섭취는 무릎 펌근의 근력 증가와 의자에서 일어섰다 앉기가 개선되었다고 하였고, Sawicka 등(2018)은 아미노산 유도체인 l-carnitine 보충제 적용은 노인의 골격근 질량을 증가시킨다고 하였다. Zhu 등(2019)은 근감소증이 있는 노인 113명을 대상으로 운동프로그램과 영양 보충제 적용이 다리 근력에서 유의한 증가를 했다고 보고하여 본 연구의 다리 근력 변화에서 유사한 결과를 보였다. 탄력밴드를 이용한 저항운동과 유산소 운동의 복합 운동프로그램은 근감소증 노인들의 성장호르몬(growth hormone)과 인슐린성인인자(insulin-like growth)의 증가를 가져오며(So, 2016) 근단백질 대사와 근육량의 감소와 관련된다(Moller et al., 2009). 본 연구에서 생체 내(in vitro) 검사를 하지 않아 단정 지을 수는 없지만 고유수용성신경근축진법 패턴 운동이 성장호르몬과 인슐린성인인자를 증가시키고 그와 함께 우유와 계란 섭취가 근육질의 개선에 작용하여 다리 근력 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 생각된다. 하지만 우유와 계란은 혈중 콜레스테롤 수치와 심혈관 질환에 미치는 영향에 대해 심각한 의문을 제기하기도 하여(McNamara, 1987) 단백질 권장 섭취량 1.0~1.2g/kg을 넘어서는 과도한 섭취는 지양해야 할 것으로 생각된다.

본 연구는 특정 지역의 연령대와 소수의 대상자로 하였고 여러 증재를 이용하지 않고 특정 패턴만 이용하여 균형과 보행 및 다리 근력만을 확인하여 일반화

하는데 무리가 있다. 하지만 본 연구로 인해 얻은 결과는 긍정적으로 생각된다. 향후 본 연구에서 확인하지 못한 다양한 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 단백질 섭취를 통한 질적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 근감소증이 있는 노인 30명을 대상으로 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 단백질 섭취가 균형과 보행 능력 및 다리 근력에 미치는 영향을 알아보고자 하였고 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 고유수용성신경근축진법 패턴 운동과 단백질 섭취는 근감소증이 있는 노인의 균형과 보행 능력 및 다리 근력 변화에서 유의한 증가를 보여 향후 임상에서 근감소증 노인에게 운동프로그램 활용 가능성과 학술적 기초 자료로 활용 가능성을 제시한다.

References

- Abiri B, Vafa M. Nutrition and sarcopenia: a review of the evidence of nutritional influences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2019;59(9):1456-1466.
- Andersen LL, Magnusson SP, Nielsen M, et al. Neuromuscular activation in conventional therapeutic exercises and heavy resistance exercises: implications for rehabilitation. *Physical Therapy*. 2006;86(5):683-697.
- Cao L, Morley JE. Sarcopenia is recognized as an independent condition by an international classification of disease, tenth revision, clinical modification (ICD-10-CM) code. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2016;17(8):675-677.
- Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian working group for Sarcopenia. *Journal of the American Medical Directors Association*. 2014;15(2):95-101.
- Chun SW, Shin SK. Changes in 16 weeks type and frequency of low intensity exercise on senior fitness test in sarcopenic obesity elderly women. *The Korean Journal of Growth and Development*. 2019;27(1):35-41.
- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age and Ageing*. 2010;39(4):412-423.
- Doherty TJ. Invited review: aging and sarcopenia. *Journal of Applied Physiology*. 2003;95(4):1717-1727.
- Faure A, Fischer K, Dawson-Hughes B, et al. Gender-specific association between dietary acid load and total lean body mass and its dependency on protein intake in seniors. *Osteoporosis International*. 2017;28(12):3451-3462.
- Gregorio L, Brindisi J, Kleppinger A, et al. Adequate dietary protein is associated with better physical performance among post-menopausal women 60-90 years. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*. 2014;18(2):155-160.
- Gu MO, Jeon MY, Eun Y. The development & effect of an tailored falls prevention exercise for older adults. *Journal of Korean Academy of Nursing*. 2006;36(2):341-352.
- Herron KL, Fernandez ML. Are the current dietary guidelines regarding egg consumption appropriate? *The Journal of Nutrition*. 2004;134(1):187-190.
- Huang SW, Ku JW, Lin LF, et al. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: a pilot randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2017;53(4):556-563.
- Janssen I, Heymsfield SB, Baumgartner RN, et al. Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology*. 2000;89(2):

- 465-471.
- Jette DU, Latham NK, Smout RJ, et al. Physical therapy interventions for patients with stroke in inpatient rehabilitation facilities. *Physical Therapy*. 2005;85(3): 238-248.
- Jung DH, Kim JH. Relationships among muscle mass and obesity, metabolic syndrome, physical activity, and nutrient intake in elderly women: based on the 4th-5th (2008-2011) Korean national health and nutrition examination survey (KNHANES). *The Korean Journal of Community Living Science*. 2018;29(4): 468-483.
- Kataya Y, Murakami K, Kobayashi S, et al. Higher dietary acid load is associated with a higher prevalence of frailty, particularly slowness/weakness and low physical activity, in elderly Japanese women. *European Journal of Nutrition*. 2018;57(4):1639-1650.
- Kim HG. The effect of proprioceptive exercise program on balance performance in hemiplegic patients. *PNF and Movement*. 2013;11(1):7-16.
- Kim JH. Kinetic analysis of the foot and ankle. *PNF and Movement*. 2008;6(3):29-35.
- Kofotolis N, Verbas I, Kalogeropoulou E, et al. Proprioceptive neuromuscular facilitation versus isokinetic training for strength endurance and jumping performance. *Journal of Human Studies*. 2002;42:155-65.
- Kofotolis ND, Kellis E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. *Physical Therapy in Sport*. 2007;8(3):109-116.
- Lee HI, Kim AJ. A meta-analysis on the effect size of physical activity nutrition and health education-related intervention for sarcopenia in the elderly. *Korean Journal of Gerontological Social Welfare*. 2020;75(1):65-97.
- lee YH, Cho YH. The effects of trunk stability exercise using stabilizing reversal and rhythmic stabilization techniques of PNF on trunk strength and respiratory ability in the elderly after stroke. *PNF and Movement*. 2021;19(1):105-113.
- Lemieux F, Filion M, Barbat-Artigas S, et al. Relationship between different protein intake recommendations with muscle mass and muscle strength. *Climacteric*. 2014;17(3):294-300.
- Li Y, Schoufour J, Wang DD, et al. Healthy lifestyle and life expectancy free of cancer, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: prospective cohort study. *BMJ*. 2020;1(8):368:16669.
- Lord SR, Castell S, Corcoran J, et al. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2003;51(12):1685-1692.
- McNamara DJ. Effects of fat-modified diets on cholesterol and lipoprotein metabolism. *Annual Review of Nutrition*. 1987;7(1):273-290.
- McNamara DJ. The fifty year rehabilitation of the egg. *Nutrients*. 2015;7(10):8716-8722.
- Mitchell D, Haan MN, Steinberg FM, et al. Body composition in the elderly: the influence of nutritional factors and physical activity. *The journal of nutrition, health & aging*. 2003;7(3):130-139.
- Moller L, Dalman L, Norrelund H, et al. Impact of fasting on growth hormone signaling and action in muscle and fat. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2009;94(3):965-972.
- Mora JC, Valencia WM. Exercise and older adults. *Clinics in Geriatric Medicine*. 2018;34(1):145-162.
- Morley J. Sarcopenia: diagnosis and treatment. *The Journal of Nutrition Health and Aging*. 2008;12(7):452-456.
- Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, et al. Sarcopenia. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. 2001;137(4):231-243.
- Nabuco HC, Tomeleri CM, Sugihara Junior P, et al. Effects

- of whey protein supplementation pre-or post-resistance training on muscle mass, muscular strength, and functional capacity in pre-conditioned older women: a randomized clinical trial. *Nutrients*. 2018;10(5):563.
- Naito T, Mitsunaga S, Miura S, et al. Feasibility of early multimodal interventions for elderly patients with advanced pancreatic and non-small-cell lung cancer. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. 2019;10(1):73-83.
- Nitz JC, Choy NL. The efficacy of a specific balance-strategy training programme for preventing falls among older people: a pilot randomised controlled trial. *Age and Ageing*. 2004;33(1):52-58.
- Park EY, Lee JH. The effect of complex exercise program for prevention of falls on fitness in elderly. *Exercise Science*. 2005;14(2):181-192.
- Park JY, Song YJ. Effects of 15-week complex exercise program of sarcopenia elderly women on body composition, IGF-1 and hip muscle strength. *The Korean Journal of Sport*. 2020a;18(2):621-633.
- Park J, Song MS. The effects of pressure biofeedback units in lower-limb PNF pattern training on the strength and walking ability of stroke patients. *PNF and Movement*. 2020b;18(1):55-64.
- Reidy PT, Walker DK, Dickinson JM, et al. Protein blend ingestion following resistance exercise promotes human muscle protein synthesis. *The Journal of Nutrition*. 2013;143(4):410-416.
- Robinson SM, Reginster JY, Rizzoli R, et al. Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? *Clinical Nutrition*. 2018;37(4): 1121-1132.
- Sawicka AK, Hartmane D, Lipinska P, et al. l-Carnitine supplementation in older women. A pilot study on aging skeletal muscle mass and function. *Nutrients*. 2018;10(2):255.
- Seo Sk, Lee TK, Yoon YM. Prediction of drug side effects based on drug-related information. *Journal of Korean Institute of Information Technology*. 2019;17(12): 21-28.
- So YS. The effect of combined exercise on body composition, functional fitness and muscle protein synthesis related hormone in sarcopenic obesity elderly women. *Journal of the Korea Convergence Society*. 2016;7(3):185-193.
- Song WO, Kerver JM. Nutritional contribution of eggs to American diets. *Journal of the American College of Nutrition*. 2000;19(sup5):556S-562S.
- Volkert D. The role of nutrition in the prevention of sarcopenia. *Wiener Medizinische Wochenschrift*. 2011;161(17): 409-415.
- Woo SK. Association of bone mineral density and sarcopenia component with balance confidence in elderly. *The Korean Journal of Sport*. 2019;17(1):377-385.
- Yang JI, Lee WH, Kang KS, et al. The Effect of the fall prevention exercise program focussed on strengthening of the lower extremity muscles on the change of physical function and muscle architecture of the elderly. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2015;16(3):1904-1919.
- Zhu LY, Chan R, Kwok T, et al. Effects of exercise and nutrition supplementation in community-dwelling older chinese people with sarcopenia: a randomized controlled trial. *Age and Ageing*. 2019;48(2):220-228.