대한한의학회지 제45권 제1호(2024년 3월)
J Korean Med. 2024;45(1):*80-99*
http://dx.doi.org/10.13048/jkm.24005
pISSN 1010-0695 • eISSN 2288-3339

Original Article

근감소성 비만에 대하여 근육량을 보존할 수 있는 체중 감량 중재에 대한 고찰

박민정[1], 임영우[1,2], 김은주[1,2*]
[1]누베베 비만연구소, [2]누베베 한의원 분당점

Review on Weight Loss Interventions that Can Prevent Muscle Mass Loss in Sarcopenic Obesity

Min-jeong Park[1], Young-Woo Lim[1,2], Eunjoo Kim[1,2*]
[1]Nubebe Obesity Research Institute, [2]Nubebe Korean Medical Clinic Bundang Center

Objectives: The objective of this study was to review clinical studies conducted over the last ten years that investigated weight or fat loss interventions that can preserve muscle or fat-free mass in Sarcopenic obesity
Methods: PubMed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials (CENTRAL), Research Information Sharing Service (RISS) and Korea Studies Information Service (KISS) were searched for Randomized clinical trials that had investigated all-type of interventions on the management of sarcopenic obesity from October 2013 to September 2023.
Results: A total of 14 studies met all the inclusion criteria. Interventions that increase muscle mass while reducing body fat at the same time included resistance training (including using elastic bands) and whole-body electromyostimulation(WB-EMS) in exercise intervention and Hypocaloric high-protein diet in nutritional intervention, exercise and nutritional combined intervention, and combination intervention of electrical acupuncture and amino acid supplementation. Among them, the most positive method of changing the body composition in sarcopenic obesity was the electric acupuncture and amino acid supplements.
Conclusion: Varying diagnostic criteria and management interventions for sarcopenic obesity in the included studies made it hard to maintain homogeneity across the studies. Well-defined criteria for diagnostic sarcopenic obesity should be considered. In addition, since all of the interventions examined did not show sufficient clinical effectiveness, follow-up studies are needed to confirm effective interventions for sarcopenic obesity patients in the future.

Key Words *: Sarcopenic obesity, Resistance training, Nutrition, Electrical acupuncture*

서 론

노화에 따라 근육이 감소하여 다양한 건강 관련 사건이 발생할 수 있는 상태를 근감소증 (Sarcopenia)이라 한다[1]. 근육의 양적 감소와 근력 감소로 인해 근육의 기능이 떨어지고 이로 인해 다양한 자극에 취약해진 상태이다. 국내에서 보고된 근감소증의 유병율은 근감소증의 다양한 진단기준에 따라 4%-45%까지 보고하고 있다[2].

근감소증의 유병율이 점점 증가함에 따라 국제질

・Received : 24 November 2023 ・Accepted : 16 Feburary 2024
・Correspondence to : Eunjoo Kim
Nubebe Obesity Research Institute, 7F, 130, Seochojungang-ro, Seocho-gu, Seoul, Republic of Korea
Tel : +82-70-5148-7650, Fax : +82-2-566-2252, E-mail : boggil82@gmail.com

병사인분류(International classification of diseases-11, ICD-11) 및 2016년 미국질병통제예방센터(Centers for Disease control and Prevention, CDC)가 세계 최초로 질병코드를 부여했고 우리나라도 2021년 한국표준질병사인분류(Korean Standard classification of disease, KCD)개정안에 M62.5질병코드로 등재하여 질환으로 분류하고 있다.

근감소성 비만(Sarcopenic obesity, SO)은 근감소증과 비만이 동반된 상태를 의미하며 이 또한 점점 유병율이 증가하고 있다[3]. 근감소증과 비만 사이에는 지방과 근육에 관련된 다양한 요인들이 관련된 복잡한 상호작용이 있다. 골격근량과 근기능의 감소는 일반적으로 노화와 함께 발생하는데 상대적 혹은 절대적인 체지방 증가와 공통적으로 병행된다. 비만은 독립적으로 근육량과 기능의 손실로 이어질 수 있는데 이는 지방 조직과 연관된 대사 이상, 즉 산화스트레스, 염증, 인슐린 저항성이 모두 근육량에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다[4].

한편, 노인에서 근감소증과 비만이 단독으로 있는 경우에 비해 근감소성 비만을 동반한 경우 인슐린저항성, 대사증후군, 심혈관계 질환 및 사망의 위험이 더 높게 나타났다[5]. 근감소성 비만의 최신 임상 근거들에 대한 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 결과[6]에서 모든 원인으로 인한 사망의 통합 위험비(Hazard ratio, HR)는 건강한 개인에 비해 근감소성 비만환자의 경우 1.51(95% CI 1.14-2.02; $p < 0.001$)인 반면, 근감소증 단독의 경우 1.49(95% CI 1.27-1.75; $p < 0.001$), 비만 단독의 경우 1.02(95% CI 0.86-1.23; $p=0.791$)이었다. 근감소성 비만은 심혈관 질환 및 관련 사망률, 대사 장애, 인지 장애, 관절염, 기능 제한 및 폐 질환의 위험 증가와 관련이 있었다(모든 위험 교차비(odds ratio) > 1.0, $p < 0.05$). 본 연구 결과는 과체중 및 비만 노인의 사망의 위험이 감소한다는 “비만 역설(obesity paradox)”은 체중 및 체질량지수(Body mass index, BMI) 보다는 높은 근육량과 근력과 관련이 있음을 시사하고 있다.

한편, 근감소성 비만의 치료와 관련되어 현재 승인된 치료제는 없는 상황이다. 대부분의 선행 연구들 또한 비약물 중재로서 생활 습관 중재에 중점을 두고 있으며, 그 중 운동과 영양 중재가 대부분 포함되었고[7] 다양한 종류의 운동, 식습관 교육 또는 식이보충제[8] 등이 포함되고 있다. 근감소성 비만에 대한 운동 또는 식이 보충제를 포함한 중재를 대상으로 한 체계적 문헌 고찰 및 메타분석 논문 결과들은[9-10] 해당 중재들의 일부가 근감소성 비만 환자의 근육량, 악력증가, 보행속도 개선에 도움이 될 수 있다고 보고하고 있으나 명확하게 결론짓지 못하고 있다. 근감소성 비만에 대한 중재 효과들의 메타분석 한계는 근감소증의 진단 기준 및 평가지표가 선행 임상연구마다 다르며 중재의 내용들, 특히 운동 프로그램의 경우 구성이 상이하기 때문에 어떠한 방법이 명확하게 도움이 된다고 결론짓기 어렵다. 따라서 각 연구의 메타분석에 포함하는 연구의 수가 적으며 같이 포함되어 있더라도 실질적인 프로그램 구성은 다른 것을 알 수 있다[9].

근감소성 비만의 치료 목표는 체성분 변화의 관점에서 체지방량은 낮추면서 근육량 또는 제지방량은 보존하거나 증가시켜야 하는 두가지 조건을 모두 만족해야 하는데, 이는 일반적인 체중 감량 방법으로는 한계가 있다. 보통 체중이 감소하면서 근육량 또는 제지방량이 감소하는 경향을 보이는데, 특히 가장 중요한 체중 감량 중재인 칼로리 제한식으로 인한 체중감량 시에 지방량과 제지방량이 함께 감소함이 보고되어 있다[11]. 따라서 근감소성 비만에 접근하기 위해서는 일반적인 체중 감량 중재와 다른 접근이 필요할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 근감소성 비만 환자를 대상으로 체중 및 체지방 감량 효과가 있으면서 근육량 또는 제지방량을 유지 또는 증가시킬 수 있는 중재에 대해서 알아보고자 2013년 이후부터 10년간 시행된 근감소성 비만 연구를 고찰해 보고자 한다.

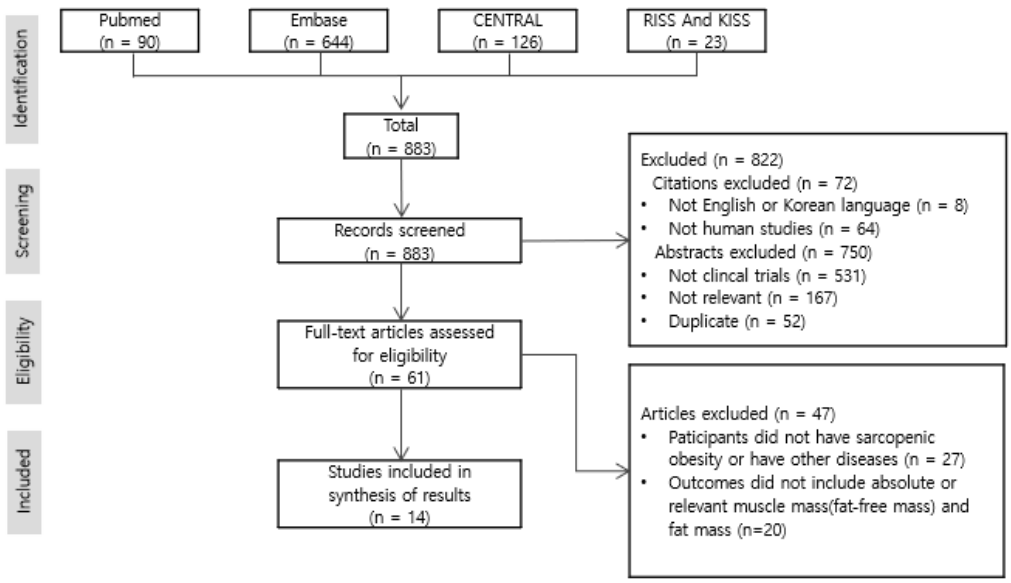

Fig. 1. Flow chart of the literature search process

연구 방법

연구 대상 논문의 선정은 국내외 데이터베이스 검색을 통하여 이루어졌으며 Pubmed, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Trials(CENTRAL) 및 Research Information Sharing Service(RISS)와 Korea Studies Information Service(KISS)에서 검색하였다. 검색기간은 2013년 10월부터 2023년 9월 까지 최근 10년 간을 설정하였으며 검색어는 “Sarcopenic obesity”, “Sarcopenia” or “sarcopenic”, “obesity or overweight or obese”, “근감소성 비만”을 사용하였다. 본 연구에서 근감소성 비만에 대한 체중(체지방) 감량 중재들의 근육량(제지방량)에 미치는 영향을 알아보기 위하여 포함시킬 논문들의 PICO (Participants, Intervention, Control, Outcomes) 각 요소의 설명은 다음과 같다. ‘Participants’의 경우 근감소성 비만 환자를 대상으로 하였으며 단순 근감소증 이거나 다른 질환에 함께 이환된 경우는 제외하였다. ‘Intervention’의 경우 중재 종류와 상관 없이 모두 포함하였으며 ‘Control’ 또한 대조군의 종류 상관 없이 모두 포함하였다. ‘Outcomes’의 경우 평가항목으로 체성분 평가를 통하여 체지방 및 근육량 또는 제지방량의 변화를 관찰항목으로 포함한 임상시험 연구를 조건으로 하였다. 세포실험, 동물실험, 관찰연구, 리뷰논문 등 무작위 대조군 임상시험(Randomized controlled trials, RCTs)가 아닌 형태의 연구들은 선정 대상에서 배제하였다.

결과 및 고찰

검색으로 총 883편의 논문을 후보로 선정 및 검토하였고 최종적으로 포함 기준을 만족하는 14편의 논문을 선정하였다 (Fig 1). 최종 선정된 연구는 모두 RCT(k=12) 또는 RCT pilot(k=2)이며 국적은 대만(k=3), 중국(k=2), 독일(k=2), 브라질(k=2), 이탈리아(k=2), 일본(k=1), 미국(k=1) 등 7개국이 포함되었다. 중재 종류로는 운동 단독(k=6), 식이 단독(k=3), 운동 식이 병행(k=4), 전침(k=1)이 포함되었다. 중재

기간은 8주에서 28주까지 포함되었다. Table 1에서 포함된 연구들의 특성을 요약하였다.

1. 각 연구에서 사용된 근감소성 비만의 진단기준 (Table 2)

각 연구에서 사용된 근감소성 비만의 평가 방법과 진단기준을 Table 2에 정리하였다. 포함된 연구들의 체성분 측정방법은 생체전기 임피던스 분석(Bioelectrical Impedance Analysis, BIA) 또는 이중에너지 X선 흡수법(Dual Energy X-ray Absorptiometry, DXA)를 사용하였다. 각각 BIA (k=9), DXA (k=2) 및 BIA와 DXA를 모두 사용한 연구(k=2)를 포함하였다. BIA의 경우 3편의 연구를 제외하고는 모두 다중 주파수 측정이 가능한 기기를 사용하였다.

DXA는 뼈를 제외한 제지방량을 사용하여 사지골격근량(Appendicular skeletal muscle mass, ASM)를 간접적으로 추정하고 많은 연구에서 근육량을 평가하는 표준 방법으로 잘 검증되어 있으나 제조사의 브랜드, 보정기법, 후가공 기법에 따라서 측정값이 달라질 수 있다는 단점이 있다. BIA는 지방조직과 수분의 전기전도율 차이를 이용하여 체지방과 제지방을 간접적으로 추정하는 방식으로 비용 효율적이고 휴대가 간편하며 조작이 간편하고 방사선 노출이 없어 안전하다는 장점이 있다. 그러나 인종, 체수분 상태, BMI에 따라 정확도에 대한 우려가 존재하였는데 이러한 단점은 단일 주파수 측정 방법에서 다중 주파수로, 전신 임피던스 측정 방법에서 분절별 임피던스 측정 방법으로 발전되면서 좀더 정밀한 ASM 추정이 가능하게 되었다. 특히 직접 분절 다중 주파수 생체전기 임피던스 분석(Direct-segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis, DSM-BIA)법은 체성분과 제지방량을 추정하는데 있어서 DXA와 높은 상관관계를 보였다[34]. 따라서 임상현장에서 근감소성 비만환자의 진단 및 경과 관찰에 있어서 BIA 활용이 가능할 것으로 사료되며 가능하면 DSM-BIA를 사용하는 것이 권장된다. 실제로 아시아 근감소증 위원회(Asian Working Group for Sarcopenia, AWGS)의 2019 가이드라인[31]에서는 근감소증 진단을 위한 근육량 평가 방법으로 DXA, BIA 모두 사용이 가능함을 명시하고 있으며 한국형 근감소증 진료 지침(Korean Working Group on Sarcopenia Guideline, KWGS) 2023 가이드라인[35] 에서도 해당 기준을 적용하고 있다.

본 연구에서 근감소증의 국제 기준을 사용한 연구는 총 6편이였으며 그 중 European Working Group on Sarcopenia in Older people(EWGSOP)[26] (k=2), The Foundation for the National Institutes of Health(FNIH)[32] (k=2), ASWG[31,33] (k=2)편을 포함하고 있다. 선행연구 기준을 참고한 경우는 Janssen의 2002년 연구[29] (k=2)을 포함하여 총 5편이었다.

근감소증의 진단 지표의 경우 체중 대비 근육량을 대상으로 한 경우 ASM/weight 또는 Total skeletal muscle(TSM)/weight을 활용하였고 키의 제곱 대비 근육량을 대상으로 할 경우 Skeletal muscle (mass) index(SM(M)I)) (k=3), Muscle mass index(MMI) (k=1), Appendicular skeletal muscle index (ASMI) (k=1)로 SMI가 가장 많이 활용되었다. 그 외에 사지 제지방량의 키의 제곱에 대한 비율의 동일 집단의 하위 20 백분위수를 기준으로 하거나[13] 개인의 이상적인 제지방량의 90% 미만값을 근감소증의 진단기준으로 한 연구[19]도 있었다. 또한 근육량의 기준 없이 근력과 근기능의 감소를 근감소증의 기준으로 제시한 연구[20]도 있었다.

한편, KWGS에서는 근감소증의 진단을 위한 근육량 진단 기준을 AWGS 2019 권고를 따라 ASM을 키의 제곱으로 보정한 지수를 활용하고 있으며 DXA로 측정할 경우 남성 7.0 kg/m^2 미만, 여성 5.4 kg/m^2 미만, BIA로 측정할 경우 남성 7.0 kg/m^2 미만, 여성 5.7 kg/m^2 미만을 기준으로 제시하고 있다. 본 연구에 포함된 논문들에서도 SMI 또는 ASMI가 가장 많이 활용되었으므로 해당 지표와 기준점을 근감소성 비만 진단에 활용이 가능할 것으로 사료된다.

Table 1. Characteristics of Studies Included in the Review

Author, Year, country	Mean age	Sex	Intervention category	Intervention	Sample size	Intervention duration	Adherence	Outcomes
Balachandran, 2014[12] USA	Power circuit(HSC) : 71.6 ± 7.8 Hypertrophy (SH) : 71 ± 8.2	HSC: F (100%) SH: F (88%)	Exercise (2 arms)	1. HSC : 3 sets of 10-12 repetitions(no recovery between sets) 2x/wk for 40-45 min/session 2. SH : 3 sets of 10-12 repetitions(1-2min recovery between sets) 70% of 1RM 2x/wk for 55-60 min/session	N=21 1. 11 2. 10	15 weeks	1. 81% 2. 85%	SPPB, lower body and upper body power and strength, IADL, RPE, PBF, SMI, HG
Gadelha, 2016[13] Brazil	67.0 ± 5.2	F (100%)	Exercise (2 arms)	1. Resistance training : 3 sets of each machine(1min recovery) 3x/wk 60% of 1RM for 4wks, 70% of 1RM for 4wks, 80% of 1RM for 16wks 2. Control : maintain their usual activities	N=133 1. 69 2. 64	24 weeks	100%	Weight, BMI, Body Fat, TFFM, relative TFFM, AFFM, knee extensor isokinetic peak torque
Chen, 2017[14] Taiwan	68.8 ± 3.3	F (80%)	Exercise (4 arms)	1. Aerobic training : 2x/wk for 60 min/session 2. Resistance training : 60%-70% of 1RM 2x/wk for 60min/session 3. Combination training : 1x/wk Aerobic + resistance 4. Control : prohibited from engaging in any exercises	N=93 1. 22 2. 24 3. 25 4. 22	8 weeks	64.5%	Weight, SMM, ASM, BFM, BMI, PBF, VFA, HG, Maximum Back Extensor Strength, Maximum Knee Extensor Muscle Strength, IGF-1
Park, 2017[15] Korea	74.1 ± 6.1	F(100%)	Exercise (2arms)	1. Aerobic & resistance group : 5x/wk for 50-80/min, resistance exercise(elastic band exercise) 3x/wk + Aerobic(various walking activities) 5x/wk 2. Control : health and family life education twice	N=50 1. 25 2. 25	24weeks	100%	PBF, ASM, WC, HG, 30-s chair stand-up test, sit-and-reach test, Maximum walking speed, IPAQ, CIMT, CLD, PSV, EDV
Huang, 2017[16] Taiwan	69.2 ± 5.0	F(100%)	Exercise (2arms)	1. Elastic resistance : progressive (20%) elastic band resistance training program, 3x/wk for 55min 2. Control : a 40-min course about home exercise for sarcopenic obesity	N=35 1. 18 2. 17	12 weeks	100%	BW, BMI, SMI, PBF, Laboratory data, Total BMD, T-score, Z-score
Liao, 2018[17] Taiwan	67.3 ± 5.2	F(100%)	Exercise (2arms)	1. Elastic resistance : moderate-intensity 3x/wk for 55 min 2. Control : no intervention	N=56 1. 33 2. 23	12 weeks	89.2%	PBF, TSM, ALM, LMI, AMI, SMI, HG, maximal isometric quadriceps strength, Physical capacity

Table 1. Characteristics of Studies Included in the Review

Author, Year, country	Mean age	Sex	Intervention category	Intervention	Sample size	Intervention duration	Adherence	Outcomes
Muscariello, 2016[18] Italy	66.7 ± 4.9	F(100%)	Nutrition (2arms)	1. Normal protein intake hypocaloric diet : 0.8 g/kg DBW/day of proteins 2. High protein intake hypocaloric diet : 1.2 g/kg DBW/day of proteins	N=104 1. 50 2. 54	12 weeks	N/A	MMI, BMI, WC, PFM, FMI, HG, IPAQ-SF
Sammarco, 2017[19] Italy	55.0 ± 9.6	F(100%)	Nutrition (2arms)	1. Hypocaloric high-protein diet : 1.2−1.4 g/kg body weight reference / day obtained with the addition of 15 g daily of protein supplement , basal metabolic rate − 10% according to calorimetry 2. Hypocaloric + placebo : 0.8−1 g/kg body weight reference / day, basal metabolic rate − 10% according to calorimetry	N=18 1. 9 2. 9	16weeks	100%	BMI, FM, FFM, HG, SPPB, REE
Yin, 2023[20] China	68.13 ± 6.12	F(70%)	Nutrition (2arms)	1. Dietary behaviour change : A Moderate hypocaloric diet (12% reduction in calories from the estimated daily energy expenditure) + a dose of 1.2−1.5 g/kg body weight/day of protein intake+ BCTs(HAPA model) 2. Control : regular health talks	N=60 1. 30 2. 30	15 weeks	83.3%	Feasibility and Acceptability of the intervention, BW, BFM, BMI, PBF, SMI, WC, HG, 6-m gait speed, SPPB, HAPA Nutrition Self efficacy Scale: DQI-I, Food diary MNA, SF-36
Kemmmler, 2016[21] Germany	77.0 ± 4.3	F (100%)	Exercise Nutrition Combined (3arms)	1. WB-EMS : 1x/wk for 20 min + vitamin-D 800 IU/day 2. WB-EMS&Protein : WB-EMS + 40 g/day (21g whey protein) 3. Control : Vitamin-D 800 IU/day	N=75 1. 25 2. 25 3. 25	26 weeks	89.3%	Sarcopenia Z-Score, SMI, HG, gait speed
Kemmmler, 2017[22] Germany	77.4 ± 4.8	M (100%)	Exercise Nutrition Combined (3arms)	1. WB-EMS&Protein: 1or2 sets of 8 repetitions, 1.5x/wk for 20 min + Protein + Vitamin-D 2. Protein : 1.7-1.8 g/kg day protein(whey protein) + Vitamin-D 800 IU/day 3. Control : Vitamin-D 800 IU/day	N=100 1. 33 2. 33 3. 34	16 weeks	92%	Sarcopenia Z-Score, TBF, SMI, HG

Table 1. Characteristics of Studies Included in the Review (Continued)

Author, Year, country	Mean age	Sex	Intervention category	Intervention	Sample size	Intervention duration	Adherence	Outcomes
Kim, 2016[23] Japan	81.1 ± 4.6	F (100%)	Exercise Nutrition Combine (4arms)	1. Exercise + Nutrition 2. Exercise : 2x/wk for 60 min Resistance + Aerobic 3. Nutrition : EAA 30 g + Vitamin-D 20 μg + 540 g catechin 4. Health education : once every 2wk, Total 6 times, only health education, no exercise or nutrition	N=139 1. 36 2. 35 3. 34 4. 34	12 weeks	98.6%	Muscle mass, BFM, PBF, SMI, HG, Peak isometric force, walking speed
Nubuco, 2019[24] Brazil	69.1 ± 4.1	F(100%)	Exercise Nutrition combined (2arms)	1. Whey protein + RT : 35 g whey protein, resistance training : 3x/wk 2. Placebo+ RT : mixed with non-caloric sugar-free drinks, resistance training : 3x/wk	N=26 1. 13 2. 13	16 weeks	100%	BW, height, WC, HP, ALST, lower LST, total LST, total BFM, PBF, TFM, 1RM tests, 10MW, RSP
Zhou, 2018[25] China	69.5 ± 5.2	M(100%)	Electrical acupuncture (2arms)	1. Electrical acupuncture + Nutrition : electrical acupuncture using the LI14 and LI11 pair, and the ST31 and ST34 pair for 20 min with a frequency of 5 Hz, wave duration of 1 ms, and strength of 1.5 mA, every 3 days for 12 weeks. + EAAs orally twice per day (20 g in total) for 28 weeks 2. Nutrition : EAAs orally twice per day (20 g in total) for 28 weeks	N=48 1. 23 2. 25	28weeks	100%	ASM/Height^2, PBF

RM: repetition maximum, SPPB: Short Physical Performance Battery, IADL: instrumental activities of daily living, RPE: ratings of perceived exertion, PBF: percentage of body fat, SMI : skeletal muscle index, HG : Hand grip, BMI: body mass index, TFFM: total fat free mass, AFFM: appendicular fat free mass, SMM: skeletal muscle mass, ASM: appendicular skeletal muscle, BFM: body fat mass, VFA: visceral fat area, IGF-1: insulin like growth factor-1, WC: waist circumference, IPAQ: international physical activity questionnaire CIMT: carotid intima-media thickness CLD: carotid artery luminal diameter, PSV: peak systolic flow velocity, EDV: end diastolic flow velocity, BMD: bone mineral density, TSM: total skeletal muscle mass, ALM: appendicular lean body mass, LMI: Lean body mass index, AMI: appendicular lean body mass index, MMI: muscle mass index, PFM: percentage of fat mass, FMI: fat mass index, IPAQ-SF: International Physical Activity Questionnaire-Short Form, DBW: desirable body weight, FM: fat mass, FFM: fat free mass, REE: resting energy expenditure, BCT: behavior change techniques, HAPA: health action process approach, DQI-I : Dietary Quality Index-International, MNA: Mini Nutritional Assessment, SF-36: 36-item short form health survey, WB-EMS: Whole-body electromyostimulation TBF: total body fat, EAA: essential amino acid, RT: resistance training, HP: hip circumference, ALST: appendicular lean soft tissue, LST: lean soft tissue, 10MW: 10m walk test, RSP: rising from sitting position test

Table 2. Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity Used in the Included Studies

Author, year	Measurement of Body composition	Diagnostic criteria for sarcopenia				Diagnostic criteria for obesity	
		Reference	Muscle mass		Other criteria	BMI (kg/m^2)	PBF (%)
			Adjusted by weight (%)	Adjusted by height^2 (kg/m^2)			
Balachandran, 2014[12]	BIA (single-frequency)	EWGSOP, 2010[26]		SMI M <10.76 kg/m^2 F <6.76 kg/m^2		>30	
Gadelha, 2016[13]	DXA	Newman, 2003[27]			Lowest 20th percentile of residuals (obtained from linear regression of appendicular lean mass (kg) on height (meters) and fat mass (kg)) and the ratio (aLM/ht^2) of aLM (kg) and height squared (m^2)	≥30	
Chen, 2017[14]	BIA (multifrequency)	Chang, 2013[28]	ASM/weight M ≤32.5% F ≤25.7%			≥25	
Park, 2017[15]	BIA (multifrequency)	Lim, 2010[29]	ASM/weight F <25.1%			≥25	
Huang, 2017[16]	BIA during the screening (multifrequency) DXA during the trial	Janssen, 2002[30]	TSM/weight F <27.6%				>30
Liao, 2018[17]	BIA (multifrequency)	Janssen, 2002[30]	TSM/weight F <27.6%				>30
Muscariello, 2016[18]	BIA (single-frequency)	N/A		MMI F <7.3 kg/m^2		≥30	

Table 2. Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity Used in the Included Studies (Continued)

Author, year	Measurement of Body composition	Diagnostic criteria for sarcopenia				Diagnostic criteria for obesity	
		Reference	Muscle mass		Other criteria	BMI (kg/m^2)	PBF (%)
			Adjusted by weight (%)	Adjusted by height^2 (kg/m^2)			
Kemmmler, 2016[21]	BIA during the screening (multifrequency) DXA during the trial	EWGSOP, 2010[26]		SMI F <5.75 kg/m^2			>35
Kemmmler, 2017[22]	BIA (multifrequency)	FNIH, 2014[32]			ASMM/BMI M <0.789		>27
Kim, 2016[23]	DXA	N/A		SMMI F< 5.67 kg/m^2			>32
Nubuco, 2019[24]	DXA	FNIH, 2014[32]			Appendicular lean soft tissue <15.02 kg		>35
Zhou, 2018[25]	BIA (Multifrequency)	ASWG, 2014[33]		ASM M ≤7.0 kg/m^2			≥25
Sammarco, 2017[19]	BIA (single-frequency)	N/A			Lean body mass was <90% of the subject's ideal fat free mass		>34.8
Yin, 2023[20]	BIA (Multifrequency)	ASWG, 2019[31]			Low handgrip strength M <28 kg, F <18 kg or low physical performance in the 5-time chair stand test of 12s	≥28	

MI: body mass index, PBF: percentage of body fat, BIA : Bioelectrical Impedance Analysis, EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older people, SMI: skeletal muscle index, DXA: Dual Energy X-ray Absorptiometry, ASM: appendicular skeletal muscle, TSM: total skeletal muscle, MMI: muscle mass index, ASWG: Asian Working Group for Sarcopenia, FNIH: The Foundation for the National Institutes of Health, ASMM: appendicular skeletal muscle mass, SMMI: skeletal muscle mass index

비만의 기준은 BMI 또는 체지방율을 사용하였고 BMI 기준은 보통 세계 보건 기구(World Health Organization, WHO)의 기준인 30 kg/m^2 (k=3) 또는 동아시아 비만 기준인 25 kg/m^2 (k=2)을 사용하였고 중국 연구 1편[20]에서 28 kg/m^{2}을 기준으로 삼았다. 8편의 연구에서 체지방율을 비만의 진단기준으로 제시하였으며 기준 수치는 27~35%에 해당하였다.

대한비만학회에 따른 한국 성인 비만의 기준은 BMI를 활용하고 있으며 23 kg/m^2 이상을 과체중, 25 kg/m^2 이상을 비만으로 설정하고 있다. 체지방률의 분별점에 대한 근거가 현재까지는 부족하여 임상적 이용과 비용적 측면에서의 제한점을 고려하여 BMI와 허리둘레를 이용하여 비만을 진단하는 것을 우선적으로 고려함으로 제시하고 있다[36]. 그러나 근감소성 비만의 경우 진단을 위해 체성분 검사가 필수적으로 진행되며 각 체성분 요소의 비율이 중요한 만큼 BMI만을 고려하기 보다는 체지방율을 활용한 비만 진단이 필요할 것으로 사료된다. 특히나 체성분은 인종 간 차이가 있을 수 있어 외국의 체지방율 기준을 그대로 사용하는 것은 적합하지 않을 수 있다. KWGS에서는 특별히 근감소성 비만에 대한 비만 진단기준은 제시하고 있지 않는데, 앞으로 적합한 근감소성 비만 체지방율 진단 기준점을 제시하기 위한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

2. 근육량을 보존 또는 증가 시킬 수 있는 체중 감량 중재에 대한 고찰 (Table 3, Table 4)

고찰에 포함된 논문들을 각각 관찰 항목에 따라 절대적 근육량을 평가한 논문(k=5)과 상대적 근육량을 평가한 논문(k=10)으로 분류하여 각각 Teble 3와 Table 4에 근육량과 체지방율의 중재 전후 비교 값을 정리하였다. Chen(2017)[14]의 논문이 절대적 및 상대적 근육량 평가 지표를 모두 사용하였다. 본 논문의 고찰 목적인 근감소성 비만 환자에서 근육량을 보존할 수 있는 체중 감량 중재가 되려면 우선 체중 및 체지방의 유의한 감소가 있으면서 근육량이 유지 또는 증가한 중재를 선별하여야 한다. 그러나 근감소성 비만의 치료 목표가 되는 체지방(율) 감소 기준은 현재 정해지지 않은 상태이며, 임상적으로 동반 증상을 개선할 수 있는 5% 이상 체중 감량 효과[37]를 보인 중재를 선별하기 위해 본 연구에 포함된 논문들 중 중재 전후 체중변화를 확인하였을 때 전후 체중을 모두 보고한 연구는 총 5편이며, Gadelha(2016)[13], Chen(2017)[14], Huang(2017)[16], Sammarco(2017)[19], Yin(2023)[20]의 연구에 포함된 모든 중재에서 중재 후 5% 미만의 체중감량 변화를 보고하였다.

따라서 본 논문의 목적에 맞게 체중 또는 체지방이 감소하면서 동시에 근육량이 증가하는 중재를 선별하기 위하여 중재 전 또는 대조군에 비하여 유의하게 체지방율의 감소가 나타남과 동시에 근육량이 유의하게 증가한 중재들을 선별하였다. 본 기준에 해당하는 중재는 절대적 근육량을 평가한 논문들 중에서는 Chen(2017)[14]의 Resistance training, Aerobic training, Combination training, Sammarco(2017)[19]의 Hypocaloric high-protein diet, Nubuco(2019)[24]의 Whey protein과 resistance training 병행과 resistance training 단독 중재였다. 상대적 근육량을 평가한 논문들 중에서는 Chen(2017)[14]의 Resistance training, Aerobic training, combination training 중재가 절대적 근육량 지표와 동일한 양상을 보였으며 Liao(2018)[17]의 Elastic resistance, Kemmler(2017)[21]의 Whole-body electromyostimulation(WB-EMS)과 단백질 보충제 병행 및 단백질 보충제 단독, Zhou(2018)[25]의 전침과 아미노산 보충제 병행 중재가 해당되었다.

Chen(2017)[14]의 Resistance training 중재는 주 2회, 총 8주 시행하였으며 운동 강도는 개인의 최대중량(1 repetition maximum)의 60~70%로 설정하여 시행하였다. 주로 대근육을 활용하는 저항운동 프로그램을 구성하였으며 구체적으로 shoulder press, biceps curl, triceps curl, bench press, deadlifts,

Table 3. Absolute Muscle Mass or Fat-Free Mass and Body Fat Percentage Changes Following Interventions

Author, year	Interventions	Absolute muscle mass (kg)							PBF (%)		
		(T)FFM			Other muscle mass parameters						
		Baseline	After	Mean difference	Parameters	Baseline	After	Mean difference	Baseline	After	Mean Difference
Gadelha, 2016[13]	RT	36.39±4.16		0.60±0.15*†	AFFM	13.80±1.86		0.29±0.11*†	39.85±6.27		-0.88±0.33
Chen, 2017[14]	RT					22.9±4.0	23.0±4.1†		39.7±5.6	38.7±6.4†	
	AT				SMM	20.0±3.3	20.2±3.2†		40.0±4.4	39.0±4.6†	
	RT + AT					20.7±4.0	21.4±3.7†		39.7±5.8	37.4±5.3†	
Park, 2017[15]	RT + AT				ASM	14.1±1.8	14.5±1.9		41.0±3.6	39.0±3.9*	
Sammarco, 2017[19]	LCD	47.7±3.34	48.0±2.83						55.4±4.46	53.2±4.8*	
	LC-HPD	47.6±2.45	48.7±2.11*						51.4±4.52	48.0±6.1*	
Nubuco, 2019[24]	Whey protein + RT				ALST	13.9±0.9	14.7±1.1*†		40.9±4.1	39.7±4.1*†	
	RT					13.9±0.8	14.2±0.8*		39.6±4.4	39.5±4.9*	

(T)FFM: (total) fat free mass, PBF: percentage of body fat, RT: resistance training, AFFM: appendicular fat free mass, AT: aerobic training, SMM: skeletal muscle mass, ASM: appendicular skeletal muscle, LCD: low caloric diet, LC-HPD: low caloric-high protein diet, ALST: appendicular lean soft tissue
*Significant difference from baseline value ($P < 0.05$)
†Significant difference from control or placebo ($P < 0.05$)
Baseline and After Data presented as mean±standard deviation, Mean difference presented as mean±standard error

Table 4. Relative Muscle Mass or Fat-Free Mass and Body Fat Percentage Changes Following Interventions

Author, year	Intervention	Relative muscle mass								PBF (%)		
		Adjusted by height^2 (kg/m^2)				Adjusted by weight (%)						
		Index	Baseline	After	Mean difference	Index	Baseline	After	Mean Difference	Baseline	After	Mean difference
Balachandran, 2014[12]	HSC	SMI	6.5±0.66	6.6±0.59						45.2±4.7	44.5±4.5	
	SH		6.7±0.45	6.8±0.42						43.8±6.5	43.4±5.9	
Gadelha, 2016[13]	RT	Relative TFFM			0.27±0.07*†							-0.88±0.33
Chen, 2017[14]	RT						24.1±2.4	24.3±2.6†		39.7±5.6	38.7±6.4†	
	AT					ASM	23.0±2.0	23.4±2.1†		40.0±4.4	39.0±4.6†	
	RT+AT						23.7±2.7	24.4±2.4†		39.7±5.8	37.4±5.3†	

Table 4. Relative Muscle Mass or Fat-Free Mass and Body Fat Percentage Changes Following Interventions (Continued)

Author, year	Intervention	Relative muscle mass Adjusted by BMI (kg/(kg/m^2))							PBF(%)		
		Index	Baseline	After			Mean difference		Baseline	After	Mean difference
Huang, 2017[16]	ER				SMM	22.37±2.14	22.47±2.45		41.66±7.65	37.68±5.36*	
Liao, 2018[17]	ER	AMI	6.09±0.83	6.37±0.76	0.33† (0.13, 0.52)	SMI	29.94±2.80	30.15±3.16	0.28† (-0.50, 1.06)	41.65±4.02	40.89±3.77	-2.17† (-4.13, 0.21)†
Yin, 2023[20]	DBC	SMI	7.31±0.16	7.23±0.19		SMM	33.31±0.65	33.02±0.79		39.35±1.09	39.83±1.25*	
Kemmmler 2016[21]	WB-EMS	SMI	5.67 (5.50, 5.83)		0.14 (0.08, 0.21)*					37.3 (35.6, 39.0)		-0.34 (-0.78, 0.10)
	WB-EMS +P		5.66 (5.48, 5.83)		0.11 (0.04, 0.19)*					37.5 (36.2, 38.7)		-0.52 (-0.98, 0.06)
Kim, 2016[23]	E+N	SMI			1.1±0.5					38.1±4.3		-4.0±0.9
	E				0.1±0.7					37.0±4.1		-3.9±0.8
	N				0.6±0.6					37.8±3.3		-3.0±0.7
	HE				1.2±0.8					38.5±4.9		-3.0±0.7
Zhou, 2018[25]	EA+AA	AMI	6.04±0.50	6.19±0.52*						33.17±2.66	27.30±1.96*	
	AA		5.94±0.49	5.96±0.48						31.80±2.83	30.16±2.84*	
Kemmler, 2017[22]	WB-EMS +P	(ASMM/ BMI)	0.709 (0.695, 0.734)					0.018 (0.011, 0.026)*		31.6 (30.5, 32.9)		-2.05* (-1.40, -2.68)
	P		0.703 (0.681, 0.723)					0.008 (0.001, 0.015)*		31.4 (30.4, 32.4)		-1.13* (0.48, -1.78)

PBF: percentage of body fat, HSC: power circuit, SH: hypertrophy, SMI: skeletal muscle index, RT: resistance training, TFFM: total fat free mass, AT: aerobic training, ASM: appendicular skeletal muscle, ER: elastic band resistance exercise, SMM: skeletal muscle mass, DBC: dietary behavior change, WB-EMS: whole body electromyostimulation, P: protein, E: exercise, N:nutrition, HE: health education, EA: electrical acupuncture, AA: amino acid, AMI: appendicular muscle index, BMI: body mass index, ASMM: appendicular skeletal muscle mass

* Significant difference from baseline value ($P < 0.05$)

† Significant difference from control or placebo ($P < 0.05$)

Baseline and After Data presented as mean±standard deviation or mean(95% CI), Mean difference presented as mean±standard error or mean(95% CI)

leg swing, squats, standing row, unilateral row, split front squats의 10가지 운동을 총 8~12회 반복하는 3세트 시행하였으며 2주마다 점진적으로 강도를 증가하였다. 한번 운동 시 총 60분을 소요하였으며 운동 간격은 48시간을 두었다. 해당 운동 프로그램은 미국 스포츠의학회(American college of sports medicine)[38]에서 권장하는 지침을 근거로 하였다.

Aerobic training 중재는 운동 강도는 중등도(moderately intense)로 설정하였으며 주 2회, 총 8주 시행하였다. 한 세션 당 5~10분 간 스트레칭 및 워밍업 시행 후 40~45분을 실질적 운동으로 시행하였다. 주로 댄스 스텝의 조합으로 구성하였고 그 예시로는 제자리 밟기, 무릎 들어올리기, 무릎 높이 달리기, 로잉 팔 스윙, 단순 팔 스윙, 트위스트 스텝, 팔 올리기, 스쿼트, V 스텝, 맘보 스텝, 다이아몬드 스텝, 포인트 스텝 점프 등이 포함되었다. 이후 10분 동안 마무리 및 이완 운동을 하고 종료하였다.

Combination training은 상기한 resistance training과 aerobic training을 각각 일주일에 1회 씩 시행하되 먼저 resistance training을 시행 후 48시간 간격으로 두고 aerobic training을 시행하였다.

위의 3가지 중재는 8주 후 모두 대조군(평소 생활대로 유지)에 비해 유의하게 체지방율을 감소시키고 SMM(skeletal muscle mass)과 ASM/weight을 증가시켰다. 체지방율의 경우 Combination training이 다른 두 중재보다 더 유의하게 감소시켰으나 SMM과 ASM/weight의 경우 세 군간의 유의한 차이는 없었다.

Sammarco(2017)[19] 연구에서는 저열량식단(Low-calorie diet, 섭취 열량은 측정된 기초 대사량의 10%를 낮춤)에 위약을 더한 군과 체중 1 kg 당 1.2~1.4 g의 단백질을 보충제를 통해 섭취 4달 간 진행한 두 군을 비교하였다. 두 군 모두 4달 후 체지방율은 유의하게 감소하였으나(각각 중재 전에 비하여 -4.0% ($p<0.05$), -6.6% ($p<0.05$)) 위약을 병행한 군에서는 제지방량에서 유의한 변화가 관찰되지 않았다. 고단백 섭취를 병행한 군에서는 중재 전에 비해 유의하게 제지방량이 증가하였으며 중재 전에 비하여 2.3% 증가하였다.

Nubuco(2019)[24] 연구에서는 Resistance training에 whey protein 또는 위약을 병행한 2군을 비교하였다. Resistance training은 주 3회 시행하였으며 전신 운동을 위주로 하였으며 chest press, horizontal leg press, seated row, knee extension, preacher curl (free weights), leg curl, triceps pushdown, seated calf raise의 8가지 운동으로 구성하였다. 총 12주 시행하였으며 하중은 개개인 별로 조정이 되었는데 12번을 반복할 수 있는 하중을 상한 기준으로 설정하였다. 단백질 섭취는 가수분해 유청 단백질(Lacprodan®, Arla Foods, Viby J, Aarhus, Jutland, Denmark)을 35 g 섭취하였다. 두 군 모두 중재 전에 비해 체지방율이 유의하게 감소하고 ALST가 유의하게 증가하였으나 whey protein을 병행한 군에서 위약군에 비하여 유의하게 더 큰 체지방율과 ALST 변화가 나타났다.

Liao(2018)[17] 연구에서는 elastic band exercise과 대조군을 비교하였다. 해당 운동은 Teraband (Hygenic Co., Akron, OH, USA)를 사용한 저항성 운동 프로그램이다. Borg scale을 활용하여 운동강도를 체크하였으며 운동 강도는 중등도(moderate-intensity)에 해당하였다. 색깔이 다른 밴드로 바꿔가면서 저항 강도를 증가하였다. 주 3회 총 12주 동안 시행하였으며 10분의 워밍업 및 40분간의 elastic band exercise 및 5분 간의 cool-down으로 프로그램이 구성되었다. 운동 종류로는 상체 운동(seated chest press, seated row, seated shoulder press) 및 하체 운동(knee extension, knee flexion, hip flexion, hip extension)으로 구성하였다. 그 결과 12주 후 특별한 중재가 없는 대조군에 비하여 체지방율이 더 유의하게 감소하였으며 AMI과 SMI 모두 유의하게 증가하였다.

제 2형 근섬유 위축이 노화와 주로 관련이 되어있고 저항성 운동(Resistance exercise training, RET)

가 주로 제2형 근섬유 비대에 도움이 된다는 사실에 기초하여 저항성 운동은 근육 감소증이나 비만이 있는 노년층의 근육 증가를 통해 근육 약화로 인한 신체적 어려움에 도움을 줄 수 있다[39]. 따라서 선행 연구들에서도 근감소증 또는 근감소성 비만에서 가장 많이 활용된 운동 중재이다. 그러나 제2형 근섬유는 고역치 운동 시에 증가하는 특징을 갖고 있기 때문에 제2형 근섬유 생성에 관한 운동 중재를 설정할 때는 최대 1회 반복 가능 중량(1RM)의 80~95%에 달하는 고강도 운동이 필요하다[40]. 노년층의 경우 1RM의 80% 이상의 무거운 하중을 가하는 것은 무리가 있기 때문에 위의 상술한 중재 들에서 저항성 운동 강도를 60~70%에 해당하는 중등도(moderate) 강도로 낮춰서 적용했음을 알 수 있다. 또한 1RM의 65% 중강도 저항 운동을 시행한 노인과 1RM의 80%의 고강도 저항 운동을 시행한 노인과 비교하여 제지방이 유사하게 증가하였다는 연구 결과도 있어[41] 저항성 운동 시행 시 중등도 강도로 시행함이 가능할 것으로 사료된다. elastic band는 손쉽게 가정에서도 활용할 수 있다는 점에서 장점이 있으나 운동 프로그램의 구성과 효과는 일반적인 저항성 운동에 준해서 생각해 볼 수 있다.

Kemmle(2017)의 연구에서는 WB-EMS와 단백질 섭취 병행군과 단백질 섭취 단독군을 대조군과 비교하였다. WB-EMS는 WB-EMS 장비(miha bodytec®, Gersthofen, Germany)를 사용하여 허벅지, 상지, 엉덩이, 복부, 가슴, 하복부와 상복부에 동시에 자극을 주는 장비이다. 프로그램은 주당 1.5회 씩 16주간 시행하였다. 85 Hz의 주파수와 350 μs의 임펄스 폭으로 양극성 전류를 적용하고 4초의 휴식과 4초의 전기근육자극을 번갈아 적용하는 간격 접근법을 사용하였다. 4초의 자극 기간동안에는 저강도 움직임이나 운동을 수행하였다. 세션 시간은 4주 후 14분에서 20분으로 점진적으로 늘어났다. 단백질 섭취량은 유청 단백질(Inkospor Active; Inkospor, Roth, Germany)을 1 kg 당 1.7-1.8 g의 양으로 섭취하였다. 16주 후 두 군 모두 대조군에 비하여 유의하게 체지방율은 감소하고 ASMM/BMI는 증가하였다.

WB-EMS는 시간 효율적이며 관절에 부하가 생기지 않으며 거동에 제한이 있는 사람에게 적용 가능하여 근감소증 또는 근감소성 비만 노인 환자에게 좋은 선택지가 될 수 있다. 그러나 WB-EMS가 근육과 지방에 미치는 영향은 본 고찰에 포함된 Kemmle (2016) 연구 결과를 참고 할 때 일반적인 저항성 운동과 비교 시 유의한 차이가 없었다.

Zhou(2018)의 연구에서는 전침과 아미노산 보충제 병행 및 아미노산 보충제 단독 중재를 비교하였다. 전침의 경우 혈자리는 양측 LI14, LI11, ST31, ST34를 선혈하였다. 선혈근거는 중의학 이론에 근거하여 陽經이 activation과 관련이 있어 陽經의 혈자리를 선혈하였다고 서술하고 있다[42]. 5mm깊이를 일회용 침을 사용하여 자입 후 전기 자극기(KWD-808I; Changzhou YinDi Electronic Medical Device Co., Ltd., Changzhou, China)를 사용하여 20분간 주파수 5 Hz, 지속시간 1 ms, 강도 1.5 mA로 자극하였다. 침 시술은 3일에 한 번씩 12주간 시행하였다. 아미노산 보충제의 경우 하루에 2회 씩 총 20 g을 섭취하였다. 10 g에 포함된 아미노산 구성은 L-leucine 1.7 g, L-lysine 1.3 g, L-isoleucine 1.3 g, L-valine 1.4 g, L-threonine 1.0 g, L-phenylalanine 2.0 g, L-methionine 1.0 g, L-tryptophan 0.3 g을 포함한다. 12주 후 두 군 모두 체지방율의 감소가 나타났지만 ASM/H^2의 증가는 병행군에서만 확인되었다.

고단백식 또는 필수 아미노산의 보충은 근감소증 또는 근감소성 비만에 있어서 또 하나의 주요한 중재이다. 본 고찰에 포함된 Sammarco(2017)는 1 kg 당 1.2~1.4 g 단백질 섭취를 제시하였고 Kemmler (2017)는 1 kg 당 1.7~1.8 g 단백질 섭취를 제시하였다. Sammarco(2017)의 저열량-고단백식과 WB-EMS와 병행한 고단백식 모두 체지방과 근육 지수에 유의한 변화가 있었다. 그러나 근감소성 비만에 적절한 단백질 섭취량을 제시하기에는 아직까지는 연구 결

과가 부족하다. 근감소성 비만 예방과 치료를 위해 1 kg 당 0.8~1.6 g의 단백질 섭취를 권장하는 국내 연구 결과[43]를 고려해 볼 수는 있으나 해당 논문 또한 종설 논문으로써 노인에게 있어서 단백질 섭취량에 따른 골격근의 합성에 미치는 영향을 평가한 다른 선행연구를 종합한 결론으로 근거수준이 낮다. 따라서 향후 잘 설계된 근거 수준이 높은 임상연구의 수행이 더 필요할 것으로 생각된다.

Nubuco(2019)는 35 g의 유청 단백질 섭취를 제공하였는데 여기에는 3.8 g의 leucine이 포함되어 있다. Zhou(2018)의 아미노산 보충제에도 하루 3.4 g의 leucine을 포함하고 있다. 하루 2 g 이상의 leucine이 근 생성에 효과적이라는 연구결과[44]에 근거를 참고할 때 Nubuco(2019)와 Zhou(2018) 단백질 보충제 섭취량 설정은 적절해 보인다. 그러나 Zhou(2018) 연구에서 보충제 단독 복용은 체지방율은 감소시켰으나 근육지수는 개선시키지 못하였으며 Nubuco(2019)에서는 저항성 운동과 병행 시의 효과를 확인할 수 있었다.

Zhou(2018)의 전침과 아미노산 보충 병행군은 다른 중재들과 비교 시 체지방율이 33.17%에서 27.30%로 감소하여 가장 변화량이 컸으며 상대적 근육량의 유의한 증가도 동반되었다. 침술이 근육량을 증가시키는 기전은 근육 혈류량의 증가와 연관이 있으며[45] 이는 산화질소와 프로스타글란딘의 증가에 의한 것으로 제시되고 있다[46]. 이러한 국소 순환의 개선이 근육 조직의 산소 함량을 증가시킴으로써 근육 성장과 위축 완화에 도움이 된 것으로 본 논문에서는 고찰하고 있다. 전침의 병행은 다른 비약물 중재들과 비교하여 근감소성 비만환자에게 더 효과적으로 긍정적인 체성분 변화를 유도 수 있는 가능성이 있는 중재로 사료된다.

상기된 중재들이 근감소성 비만 환자에게 있어서 긍정적인 체성분 변화를 보여줬음에도 불구하고 충분한 임상적 효과 크기를 보여주었다고 평가하기는 어렵다. 아직 근감소성 비만의 치료 기준 목표는 제시되지 않았지만, 본 연구의 포함된 논문들 중 1편을 제외한 모든 논문이 60~80대 환자를 대상으로 하는 것을 고려할 때 노인비만의 권고 내용을 참고해 볼 수 있다. 노인 비만 치료 시 체중감소로 인한 득과 실을 고려하여 체중감량으로 얻을 수 있는 득이 실에 비해 더 크다고 판단될 때 체중 감량을 권고하며, 비만 노인에서 자발적으로 초기 체중의 5~10% 정도를 감량 한 경우에는 건강에 도움이 될 수 있다[47]. 따라서 앞으로 근감소성 비만 환자에 대한 보다 효과적인 중재를 확인할 수 있는 후속 연구가 필요할 것으로 사료되며 특히 전침이 위의 중재들 중에서 가장 긍정적인 체성분 변화를 유도하였으므로 전침을 포함한 한의학적 중재의 근감소성 비만에 대한 효과를 확인할 수 있는 연구가 필요하다.

결 론

근감소성 비만 환자에 대한 근육량을 보존할 수 있는 체중 감량 중재들에 대해 2013년 이후부터 최근까지 10년간 시행된 무작위 대조군 임상연구들을 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

체중 또는 체지방이 감소하면서 동시에 근육량이 증가하는 중재에는 운동 중재의 경우 저항성 운동(탄력 밴드를 활용한 경우도 포함), 전신-전기근육자극 요법이 있었으며 식이 중재의 경우 저열량-고단백 식단, 운동과 식이를 병행한 중재 그리고 전침과 아미노산 보충제 병행 중재가 해당되었다. 이중 가장 긍정적으로 체성분 구성을 변화시킨 중재는 전침과 아미노산 보충제 병행 중재였다. 그러나 살펴본 모든 중재들이 충분한 임상적 효과를 보여주지 않았기 때문에 앞으로 근감소성 비만 환자에게 효과적인 중재를 확인할 수 있는 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

최근 10년간 시행된 근감소성 비만환자 연구들은 진단을 위한 체성분 측정 방법과 진단 기준이 상이하며 평가 항목과 중재의 세부 구성 또한 모두 다르

기 때문에 개별 근감소성 비만 연구들의 메타 분석의 결과를 참고시에는 주의가 필요할 수 있다. 또한 임상적으로 근감소성 비만 환자를 진단 및 평가할 때에는 국제기준을 활용하는 것이 권장되며 한국형 근감소증 진료 지침 2023 가이드라인 기준을 사용하는 것이 가능할 것으로 생각된다. 비만 기준의 경우 현재 사용하는 체질량지수 기준 뿐만 아니라 새로운 체지방율 진단 기준이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. Lancet, 393, 2636-2646. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31138-9
2. Baek, J. Y., Lee, E., Jung, H. W., & Jang, I. Y. (2021). Geriatrics fact sheet in Korea. Ann Geriatr Med Res, 25, 65-71. https://doi.org/10.4235/agmr.21.0063
3. Donini, L.M., Busetto, L., Bischoff, S.C., Tommy, C., Maria, D.B., John, A.B., ⋯ & Rocco, B. (2022). Definition and diagnostic criteria for sarcopenic obesity: ESPEN and EASO consensus statement. Obes Fact, 15(3), 321-335. https://doi.org/10.1159/000521241
4. Hong, S. H., & Choi, K. M. (2020). Sarcopenic Obesity, Insulin Resistance, and Their Implications in Cardiovascular and Metabolic Consequences. Int J Mol Sci, 21(2), 494. https://doi.org/10.3390/ijms21020494
5. Zhang, X., Xie, X., Dou, Q., Liu, C., Zhang, W., Yang, Y., ⋯ & Andy, S. K. (2019). Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality among adult over a broad range of different settings: a updated meta-analysis. BMC Geriatr, 19(1), 183. https://doi.org/10.1186/s12877-019-1195-y
6. Chaoran, L., Pui, Y. W., Yik, L. C., Simon, K. C., Wing, H. C., Sheung, W. L., ⋯ & Ronald, M. Y. (2023). Deciphering the “obesity pardox” in the elderly: A systematic review and meta-analysis of sarcopenic obesity. Obes Rev, 24(2), e13534. https://doi.org/10.1111/obr.13534
7. Goisser, S., Kemmler, W., Porzel, S., Volkert, D., Sieber, C.C., Bollheimer, L.C., & Freiberger, E. (2015) Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise incommunity-dwelling older persons–a narrative review. Clin Interv Aging, 10, 1267. https://doi.org/10.2147/CIA.S82454
8. Poggiogalle, E., Migliaccio, S., Lenzi, A., & Donini, L. (2014). Treatment of body composition changes in obese and overweight older adults: insight into the phenotype of sarcopenic obesity. Endocrine, 47(3), 699–716. https://doi.org/10.1007/s12020-014-0315-x
9. Hit-contreras, F. H., Bueno-Notivol, J., Martínez-Amat, A., Cruz-Díaz, D., Hernadez, A. V., & Pérez-López, F. R. (2018). Effect of exercise alone or combined with dietary supplements on anthropometric and physical performance measures in community-dwelling elderly people with sarcopenic obesity: a meta-analysis of randomized controlled trials. Maturitas, 116, 24-35. https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.07.007
10. Eglseer, D., Traxler, M., Schoufour, J. D., Weijs, P. J., Voortman, T., Boirie, Y., ⋯ & Bouer, S; SO-NUT Consortium. (2023). Nutritional and exercise interventions in individuals with sarcopenic obesity around retirement age: a systematic review and

meta-analysis. Nutr Rev, 81(9), 1077-1090. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad007

11. Bosy, W. A., & Muller, M. J. (2014). Measuring the impact of weight cycling on body composition: a methodological challenge. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 17, 396–400. https://doi.org/10.1097/MCO.0000000000000092
12. Balachandran, A., Krawczyk, S. N., Potiaumpai, M., & Signorile, J. F. (2014). High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: a randomized controlled trial. Exp Gerontol, 60, 64–71. https://doi.org/10.1016/j.exger.2014.09.016
13. Gadelha, A. B., Paiva, F. M., Gauche, R., de Oliveira, R. J., & Lima, R. M. (2016). Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: a randomized controlled trial. Arch Gerontol Geriatr, 65, 168–173. https://doi.org/10.1016/j.archger.2016.03.017.
14. Chen, H. T., Chung, Y. C., Chen, Y. J., Ho, S. Y., & Wu, H. J. (2017). Effects of different types of exercise on body composition, muscle strength, and IGF-1 in the elderly with sarcopenic obesity. J. Am. Geriatr. Soc, 65(4), 827832. https://doi.org/10.1111/jgs.14722
15. Park, J., Kwon, Y., & Park, H. (2017). Effects of 24-week aerobic and resistance training on carotid artery intima-media thickness and flow velocity in elderly women with sarcopenic obesity. J. Atheroscler. Thromb, 24 (11), 1117–1124. https://doi.org/10.5551/jat.39065
16. Huang, S. W., Ku, J. W., Lin, L. F., Liao, C. D., Chou, L. C., & Liou, T. H. (2017). 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, 53(4), 556-563. https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04443-4
17. Liao, C. D., Tsauo, J. Y., Lin, L. F., Huang, S. W., Ku, J. W., Chou, L. C., & Liou, T. H. (2017). Effects of elastic resistance exercise on body composition and physical capacity in older women with sarcopenic obesity: a CONSORT-compliant prospective randomized controlled trial. Medicine, 96, 23. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000007115.
18. Muscariello, E., Nasti, G., Siervo, M., Di Maro, M., Lapi, D., D'Addio, G., & Colantuoni, A. (2016). Dietary protein intake in sarcopenic obese older women.(ORIGINAL RESEARCH). Clin. Interv. Aging, 11, 133. https://doi.org/10.2147/CIA.S96017
19. Sammarco, R., Marra, M., Di Guglielmo, M., Naccarato, M., Contaldo, F., Poggiogalle, E., & Pasanisi, F. (2017). Evaluation of hypocaloric diet with protein supplementation in middle-aged sarcopenic obese women: a pilot study. Obes. Facts, 10(3), 160–167. https://doi.org/10.1159/000468153
20. Yin, Y. H., Liu J. Y., & Välimäki, M. (2023). Dietary behaviour change intervention for managing sarcopenic obesity among community-dwelling older people: a pilot randomised controlled trial. BMC Geriatrics, 23, 597. https://doi.org/10.1186/s12877-023-04327-w
21. Kemmler, W., Teschler, M., Weissenfels, A., Bebenek, M., Stengel, S., Kohl, M., & Engelke, K. (2016). Whole-body electromyostimulation to fight sarcopenic obesity in community-dwelling older women at risk. Results of the

randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study. Osteoporos. Int, 27(11), 3261-3270. https://doi.org/10.1007/s00198-016-3662-z

22. Kemmler, W., Weissenfels, A., Teschler, M., Willert, S., Bebenek, M., Shojaa, M., & vonStengel, S. (2017). Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: the randomized controlled FranSO study. (ORIGINAL RESEARCH) (Report). Clin Interv Aging, 12, 1503. https://doi.org/10.2147/CIA.S137987
23. Kim, H., Kim, M., Kojima, N., Fujino, K., Hosoi, E., Kobayashi, H., & Yoshida, H. (2016). Exercise and nutritional supplementation on community-dwelling elderly Japanese women with sarcopenic obesity: a randomized controlled trial. J Am Med Dir Assoc, 17 (11), 1011-1019. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2016.06.016
24. Nabuco, H. C., Tomeleri, C. M., Fernandes, R. R., Junior, P. S., Cavalcante, E. F., Cunha, P. M., & Barbosa, D. S. (2019). Effect of whey protein supplementation combined with resistance training on body composition, muscular strength, functional capacity, and plasma-metabolism biomarkers in older women with sarcopenic obesity: a randomized, double-blind, placebo -controlled trial. Clinical Nutrition ESPEN, 32, 88-95. https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2019.04.007
25. Zhou, X., Xing, B., He, G., Lyu, X., & Zeng, Y. (2018). The effects of electrical acupuncture and essential amino acid supplementation on sarcopenic obesity in male older adults: a randomized control study. Obes. Facts. 11(4), 327-334. https://doi.org/10.1159/000491797
26. Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., … & Zamboni, M.; European Working Group on Sarcopenia in Older People. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Ageing, 39, 412-423. https://doi.org/10.1093/ageing/afq034
27. Newman, A. B., Kupelian, V., Visser, M., Simonsick, E., Goodpaster, B., Nevitt, M., … & Harris, T. B.; Health ABC Study Inverstigators. (2003). Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. Journal of the American Geriatrics Society, 51, 1602-1609. https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51534.x
28. Chung, J. Y., Kang, H. T., Lee, D. C., Lee, H. R., & Lee, Y. J. (2013). Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: A focus on sarcopenic obesity. Arch Gerontol Geriatr, 56, 270-278. https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.09.007
29. Lim, S., Kim, J. H., Yonn, J. W., kang, S. M., Choi, S. H., Park, Y. J., … & Jang, H. C. (2010). Sarcopenic obesity: Prevalence and association with metabolic syndrome in the Korean longitudinal study on health and aging(klosha). Diabetes Care, 33, 1652-1654. https://doi.org/10.2337/dc10-0107
30. Janssen, I., Heymsfield, S. B., & Ross, R. (2002) Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. J Am Geriatr Soc, 50, 889-896. https://doi.org/10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x
31. Chen, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung,

T. W., Chou, M. Y., Iijima, K., ⋯ & Arai, H. (2020). Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. J Am Med Dir Assoc, 21, 300-307.e2. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2019.12.012

32. Studenski, S. A., Peters, K. W., Alley, D. E., Cawthon, P. M., McLean, R. R., Harris, T. B., ⋯ & Vassileva, M. T. (2014). The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 69, 547-558. https://doi.org/10.1093/gerona/glu010
33. Chen, L. K., Liu, L. K., Woo, J., Assantachai, P., Auyeung, T. W., Bahyah, K. S., ⋯ & Arai, H. (2014). Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. J Am Med Dir Assoc, 15, 95-101. https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.11.025
34. Ling, C. H., de Craen, A. J., Slagboom, P. E., Gunn, D.A., Stokkel, M.P., Westendorp, R.G., & Maier, A. B. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. Clin Nutr, 30, 610-615. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2011.04.001
35. Ji Yeon Baek, J. Y., Jung, H. W., Kim, K. M., Kim, M., Park Y. C., Lee, K. P., ⋯ & Lim, J. Y. (2023). Korean Working Group on Sarcopenia Guideline: Expert Consensus on Sarcopenia Screening and Diagnosis by the Korean Society of Sarcopenia, the Korean Society for Bone and Mineral Research, and the Korean Geriatrics Society, Ann Geriatr Med Res, 27(1), 9-21. https://doi.org/10.4235/agmr.23.0009
36. Kim, K. K., Haam, J. H., Kim, B. T., Kim, E. M., Park, J. H., Rhee, S. Y., ⋯ & Lee, C. B.; Committee of Clinical Parctice guidelines, Korean Society for the Study of Obestiy (KSSO). (2023). Evaluation and Treatment of Obesity and Its Comorbidities: 2022 Update of Clinical Practice Guidelines for Obesity by the Korean Society for the Study of Obesity. J Obes Metab Syndr, 32(1), 1-24. https://doi.org/10.7570/jomes23016
37. Ryan, D. H., & Yockey, S. R. (2017). Weight loss and improvement in comorbidity: differences at 5%, 10%, 15%, and over. Curr Obes Rep, 6, 187-194. https://doi.org/10.1007/s13679-017-0262-y
38. Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ⋯ & Swain, D. P.; American College of Sports Medicine. (2011). American college of sports medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. Med Sci Sports Exerc, 43, 1334-1359. https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb
39. Schulte, J. N., & Yarasheski, K. E. (2001). Effects of resistance training on the rate of muscle protein synthesis in frail elderly people. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 11(Suppl), S111−118. https://doi.org/10.1123/ijsnem.11.s1.s111
40. Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. Sports Med, 34, 663-79. https://doi.org/10.2165/00007256-200434100-00004

41. Hunter, G. R., Wetztein, C. J., Mclafferty, C. L. Jr., Zuckerman, P. A., Landers, K. A., & Bamman, M. M. (2001). High-resistance versus variable-resistance training in older adults. Med Sci Sports Exerc, 33, 1759–1764. https://doi.org/10.1097/00005768-200110000-00022
42. Guang, J. W., Hossein, A. M., & Wei, B. Z. (2010). Meridian studies in China: a systematic review. J Acupunct Meridian Stud, 3, 1–9. https://doi.org/10.1016/S2005-2901(10)60001-5
43. Cho, J. K., Kang, H. S., & Yoon, J. H. (2013). Increased Dietary intake of proteins for the prevention and Treatment of sarcopenic obesity in the Elderly. Korean J obes, 22, 77-82. https://doi.org/ 10.7570/kjo.2013.22.2.77
44. Morton, R. W., Murphy, K. T., McKellar, S. R., Schoenfeld, B. J., Henselmans, M., Helms, E., … & Phillips, S. M. (2017). A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. Br J Sports Med, 52(6), 376-384. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608
45. Sandberg, M., Lundeberg, T., Lindberg, L. G., & Gerdle, B. (2003). Effects of acupuncture on skin and muscle blood flow in healthy subjects. Eur J Appl Physiol, 90, 114–119. https://doi.org/ 10.1007/s00421-003-0825-3
46. Shinbara, H., Okubo, M., Kimura, K., Mizunuma, K., & Sumiya, E. (2015). Contributions of nitric oxide and prostaglandins to the local increase in muscle blood flow following manual acupuncture in rats. Acupunct Med, 33, 65-71. https://doi.org/10.1136/acupmed-2014-010634
47. Zamboni, M., Mazzali, G., Zoico, E., Harris, T. B., Meigs, J. B., Di Francesco, V., … & Bosello, O. (2005). Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. Int J Obes (Lond), 29(9), 1011-1029. https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803005

ORCID

박민정 https://orcid.org/0000-0003-3888-4385
임영우 https://orcid.org/0000-0002-3039-7307
김은주 https://orcid.org/0000-0003-3708-3690