



Pharmacotherapy Today

근감소증 치료의 최신 지견

저자 김예지

연세대학교 약학대학

약학정보원 학술자문위원

개요

근감소증은 근육량과 근력의 점진적인 감소로 정의되는 근골격계 질환으로 일상 활동을 저해할 수 있으며 낙상 위험을 높이고, 사망 위험을 증가시킨다. 주로 노인에게서 많이 나타나는 질환이지만, 노화뿐만 아니라 영양 불균형, 만성질환, 신체 활동 저하 등에 의해 젊은 층에서 나타나기도 한다. 2025년 초고령화 사회에 진입하고, 10년 후에는 3명당 한 명이 노인이 될 예정인 한국의 현실에서 나이가 들에 따라 증가하는 근감소증은 큰 사회적 문제로 대두되고 있다. 심혈관질환, 이상지질혈증, 비만과 같은 만성질환이 있으면 근감소증 유병률이 높아지고 질병의 예후도 나빠진다. 근감소증의 관리는 복합적 접근이 필요하며, 예방적 조치가 중요해 정기적인 신체 활동과 균형 잡힌 식사는 근감소증 예방에 큰 도움이 된다.

키워드

근감소증, 근육 손실, 초고령화 사회, 만성질환, 복합적 접근

근감소증(Sarcopenia)이란?

1. 근육의 기능과 역할

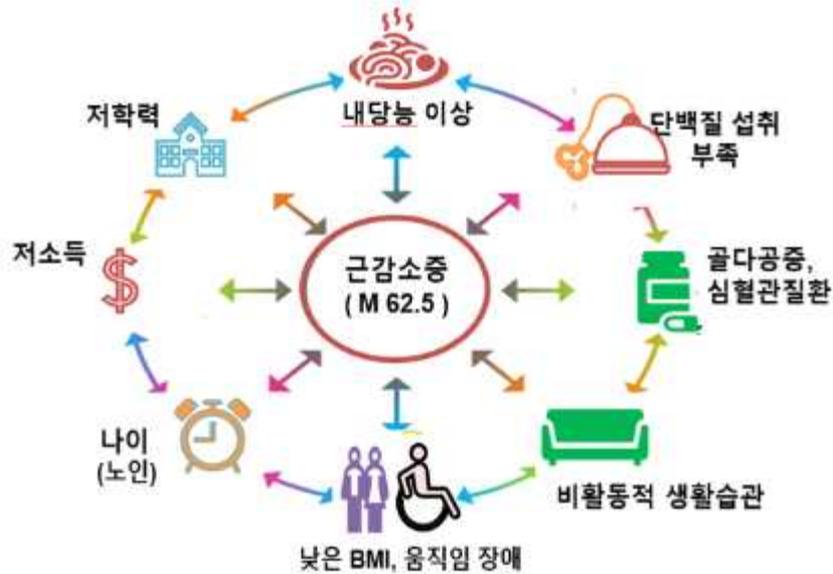
근육은 우리를 움직이게 하는데 필수적일 뿐 아니라 신체 기관, 뼈, 혈관 등을 건강하게 유지하는 데 모두 영향을 준다. 뼈와 연결된 근육이 저하되면 뼈도 약해지고, 근육에서 만들어지는 여러 가지 물질도 저하되어 신경세포와 혈관 신생도 저하할 뿐만 아니라 면역력·인지력 저하와 여러 가지 질병 발생과 기존의 질환 악화에도 영향을 미친다. 근육이 우리 인체에서 하는 역할은 다음과 같다.



[그림 1] 근육이 건강에 미치는 영향¹

2. 근감소증의 정의와 원인

근감소증의 어원은 그리스어에 'sarco'(근육)와 'penia'(감소)에서 유래된 용어로 1989년 Irwin Rosenberg가 'sarcopenia'로 명명함으로써 이 개념이 도입되었다.² 이는 근육의 양이 감소하고 근력 및 신체 기능이 저하되는 복합적인 상태의 질환이다.³ 근육량은 개인에 따라 다르지만 40대 이후 매년 약 0.5~1%의 근육량이 감소하면서 나타나는데, 이는 노화뿐만 아니라 영양 불균형, 만성질환, 비활동적 생활 습관 등 다양한 요인에 의해 촉진될 수 있다.⁴



[그림 2] 근감소증의 원인(참고문헌 근거로 저자 작성)⁵

이 질병은 단순한 노화의 한 현상을 넘어서 신체적 장애와 노쇠(frailty)와 여러 질병의 위험을 증가시키고, 사망의 위험을 증가시키는 임상적 상태로 인식되고 있다. 2010년 유럽 노인 근감소증 진단그룹(EWGSOP, European Working Group on Sarcopenia in Older People)은 근감소증을 "근육량의 감소를 동반한 근력 및/또는 근기능 저하"로 정의하였고, 미국 질병관리청(CDC, Center for Disease Control)은 2016년 근감소증에 대한 질환 코드(M62.84)를 부여했다. 한국에서도 2021년에 근감소증 질환 코드(M62.5)가 제8차 한국표준질병사인 분류에 포함되었다.⁶

근감소증은 낙상과 골절 위험을 증가시키며, 제2형 당뇨병, 심장 질환, 뇌혈관 질환 등의 심각한 건강 문제로 이어질 수 있어, 입원 및 장기 치료의 필요성이 증가하게 된다.⁷ 이는 환자의 삶의 질을 저하시키고 결국은 사망 위험까지 증가시키는 요인이 된다. 따라서 근감소증은 개인의 건강뿐만 아니라, 고령화가 급속히 진행되는 한국 사회에서 중요한 공중보건 정책의 이슈로 대두되고 있다.

이를 위해 공중보건 정책 및 다양한 프로그램을 통해 근감소증에 대한 인식을 높이고, 예방 및 관리를 강화할 필요가 있다. 특히 어르신들이 많이 방문하는 지역약국에서 약사들의 근감소증에 대한 적극적인 예방 활동은 공중보건의 질을 높이는 데 중요한 역할을 할 것이다.

근감소증 진단 기준^{6,8}

근감소증은 이전에는 근육의 양이 줄어드는 현상만을 의미했지만, 현재는 근육량뿐만 아니라 근력과 신체 기능도 고려하여 진단한다. 이는 일상생활을 영위하는 데 있어 근육량만으로는 설명이 부족한 경우가 있기 때문이다. 먼저 자가진단에서 근감소증이 의심되면 근감소증 가능(possible sarcopenia)이라고 간주하고 중재 등의 관리를 권고한다. 병원에서 근감소증의 확진은 근력, 신체 기능 검사, 근육량을 측정해 근육량 저하, 근력 또는 신체 기능이 저하되었을 때 근감소증으로 확진하고, 세 가지 요소가 모두 저하되면 중증 근감소증으로 진단한다.

1. 근감소증을 의심할 수 있는 자가진단법⁶

- (1) 종아리의 가장 두꺼운 부분의 둘레: 남자 < 34cm, 여자 < 33cm
- (2) 손을 짚지 않고 의자에 앉았다 일어나기: 다섯 번을 12초 내에 못하는 경우
- (3) 한국노인노쇠코호트의 근감소증 자가진단 설문지(SARC-F)에서 총점 4점 이상인 경우

[표 1] 근감소증 자가진단 설문지(SARC-F)^{9,10}

항목	질문	점수		
		전혀 어렵지 않다	조금 어렵다	매우 어렵다 / 할 수 없다
		0	1	2
근력	무게 4.5kg(9개들이 배 한박스)를 들어서 나르는 것이 얼마나 어려운가요?			
보행보조	방안 한쪽 끝에서 다른 쪽 끝까지 걷는 것이 얼마나 어려운가요?			보조기 사용 (지팡이 등)
의자에서 일어나기	의자(휠체어)에서 일어나 침대(잠자리)로, 혹은 침대에서 의자로 옮기는 것이 얼마나 어려운가요?			
계단 오르기	10개의 계단을 쉬지 않고 오르는 것이 얼마나 어려운가요?			
낙상	지난 1년 동안 몇 번이나 넘어지셨나요?	전혀 없다	1~3회	4회 이상

※ 점수 합계 4점 이상인 경우 근감소증 강하게 의심

2. 아시아 근감소증 진단그룹(Asia Working Group for Sarcopenia, AWGS) 진단 기준(2019)^{6,8}

2019년 아시아 근감소증 진단그룹은 근감소증을 "연령과 관련된 근육량 손실, 낮은 근력 및/또는 낮은 신체 기능"으로 정의하고 다음과 같은 진단 기준을 제시하였다.

(1) 근육량(Appendicular Skeletal Muscle, ASM) 기준: 상 하체 하부 골격근량(kg)/키(m²)

- ① 이중 에너지 방사선 흡수측정법(Dual Energy X-ray Absorptiometry, DEXA, 골밀도 검사): 남성 < 7.0 kg/m², 여성 < 5.4 kg/m²
- ② 생체전기 임피던스 분석(Bioelectrical Impedance Analysis, BIA, 인바디 검사): 남성 < 7.0 kg/m², 여성 < 5.7 kg/m²

(2) 근력(Muscle strength) 기준

- ① 남성: 악력(handgrip) 강도 < 28 kg
- ② 여성: 악력(handgrip) 강도 < 18 kg

(3) 신체 기능(Physical performance) 기준 (다음 중 하나)

- ① 6m 걷기 속도 < 1.0 m/s
- ② 간단 신체 수행 검사(Short Physical Performance Battery, SPPB) 점수 < 9
- ③ 의자에서 5회 일어서는 소요시간 > 12초

근감소증의 병태생리학과 역할

1. 근감소증의 병태생리학^{11,12}

근육은 골격근, 내장근, 심장근으로 이루어져 있으며, 골격근은 뼈와 연결되어 우리를 지탱하고, 움직이게 하는 데 필수적일 뿐만 아니라 신체기관, 뼈, 혈관 등을 건강하게 유지하는데 모두 영향을 준다. 내장근과 심장근은 생명을 유지하도록 장기를 움직이게 하는 데 중요한 역할을 한다. 뼈와 연결된 근육이 저하되면 뼈도 약해지고, 근육에서 만들어지는 여러가지 물질도 저하되어 신경세포와 혈관 신생도 저하할 뿐만 아니라 면역력·인지력 저하와 여러 가지 질병 발생과 기존의 질환 악화에도 영향을 미친다. 근감소증은 근육의 양과 기능이 감소하는 질환으로, 그 병태생리는 다음과 같은 여러 요인에 의해 복합적으로 작용한다.

(1) 근육량 감소

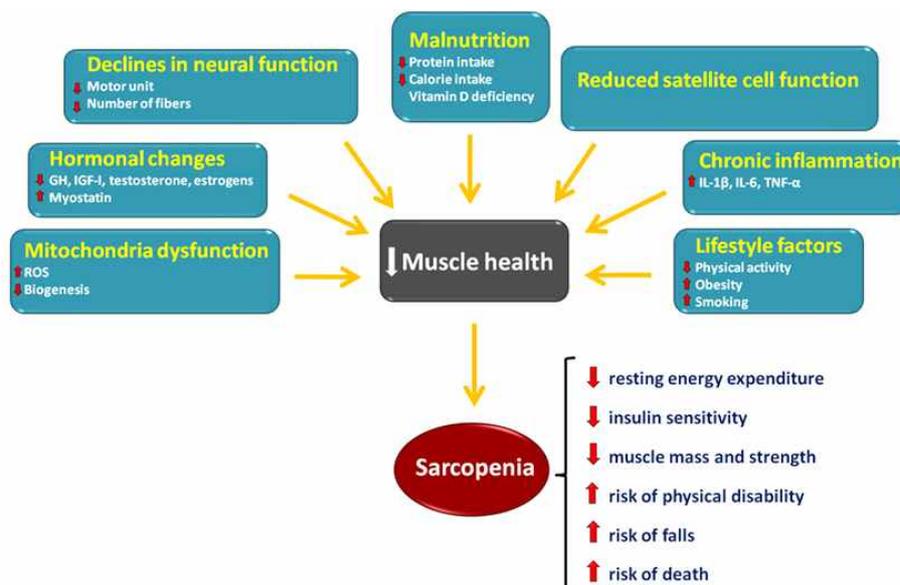
- ① 노화: 연령 증가에 따라 운동 뉴런의 감소와 근섬유의 재연결, 중요한 근수축 제어 단백질 (ryanodine 수용체와 Ca-ATPase)의 감소, 그리고 고속 수축 근섬유(type II)의 감소로 근수축의 효율성 및 운동 능력 저하
- ② 호르몬 변화: 노화와 함께 성호르몬(에스트로겐, 테스토스테론)과 성장호르몬의 수치가 감소하여 근육 합성 감소
- ③ 단백질 대사 장애: 노인은 젊은 사람에 비해 단백질 섭취 후 근단백질 합성이 덜 활성화되는 경향인 단백질 저항성이 있는데 이는 근육량 감소에 영향 미침

(2) 근력 저하

- ① 신경계 변화: 나이가 들에 따라 근육을 지배하는 운동신경 세포 수가 줄어들고, 남은 근섬유에 대한 신경의 재분배 과정에서 근력 저하
- ② 미토콘드리아 기능 저하: 근육의 미토콘드리아 기능이 저하되어 에너지 생산이 감소하며, 이는 근력 저하로 이어지기도 함

(3) 신체 기능 저하

- ① 근육-신경 조정 능력 감소: 근육과 신경 사이의 조정 능력이 떨어지면서 복잡한 운동 능력 저하
- ② 염증 반응 증가: 만성염증 상태에서는 C-반응성 단백질(C-reactive protein, CRP)과 인터루킨 같은 염증 매개체의 증가로 인해 근육의 기능과 재생 능력 저하

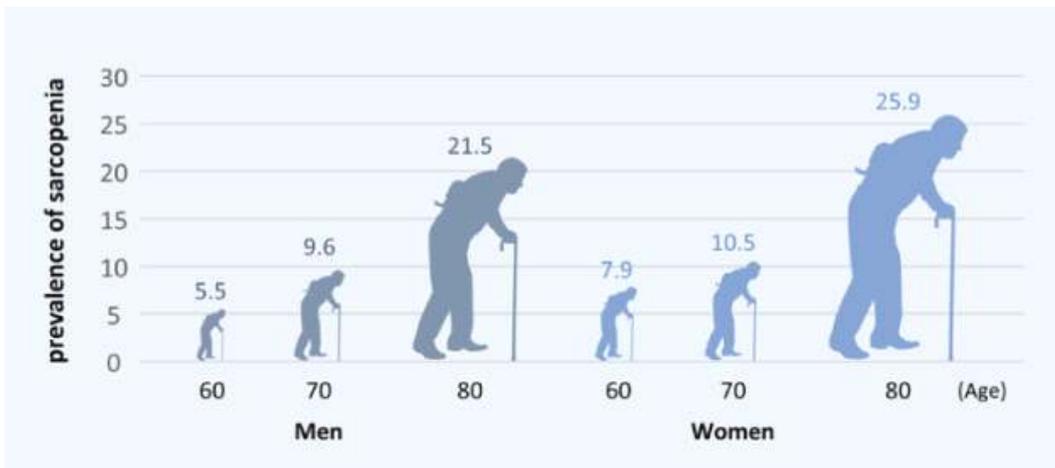


[그림 3] 근감소증의 병태생리¹¹

2. 근감소증의 역학과 위험성

(1) 근감소증의 역학¹³

전세계 인구의 10~16%가 근감소증을 앓고 있고, 당뇨 환자의 근감소증 유병률은 18%이며 간경변 환자의 유병률은 25~70%라고 한다. 2022년 국민건강영양조사에서 근감소증을 악력과 근육량(BIA) 기준으로 한 한국인의 유병률은 6.8%였다. 이는 연령과 성별에 따라 다른데, 70세 이상에서는 남성 9.6%, 여성 10.5%, 80대 이상인 경우 남성 21.5%, 여성 25.9%로 나타났다. 이는 2022년에 발표된 메타분석 연구의 결과에서 보여준 국내 근감소증 유병률 40~50대 남성 13%, 여성 21.7%, 60대 이상에서는 남성 21.6%, 여성 30.7%에 이른다는데 결과보다는 고무적이지만, 초고령화 사회를 앞둔 한국의 현실에서 큰 사회적 문제이기 때문에 근감소증에 대한 예방이 필요하다.



[그림 4] 악력과 BIA를 기준으로 한 근감소증 유병률(국민건강영양조사 2022 재인용)¹³

70세 이상 노인 1,705명을 대상으로 생존율을 추적 조사한 결과 근감소증을 앓는 그룹의 생존율이 일반 그룹보다 낮고, 시간에 따라 점점 그 폭이 커지는 것으로 나타났다. 근감소증인 경우 수술 후 합병증 발생률이 높고 입원 기간이 길어지고, 생존율이 일반인에 비해 낮은 경향을 보이고, 다양한 건강 문제와 연관이 있다. 예를 들어 근감소증이 없는 직장암 환자의 생존율은 92.5%인 반면에 근감소증이 있는 직장암 환자의 생존율은 38%에 불과하다는 연구도 있다.

(2) 근감소증의 위험성

근감소증은 나이가 들면서 자연스럽게 줄어드는 근육량과 근력을 감안하더라도, 지나치게 많이 줄어들어 신체 기능 저하와 건강상의 위험뿐만 아니라 사망률이 증가하는 원인이 되기도 한다. 근감소증으로 근력이 저하되면, 하지 무력감으로 걸음걸이가 느려지고, 신체 활동에 장애가 생기고, 근지구력이 감소해 쉽게 피곤하고, 낙상과 골절 위험이 커져 일상생활에 지장을 초래하게 된다. 또한, 면역기능 저하, 혈액 및 호르몬 감소, 기초 대사량 감소로 당뇨병, 심혈관질환 등과 같은 만성질환이 쉽게 악화되기도 한다.

최근 대한노인병학회 전문의 170명의 설문조사에서 현재 질병이 없다면 65세 이후 예방에 가장 신경 써야 할 질병 중 1위를 근감소증이 차지할 정도로 전문가들 사이에서 예방이 중요한 질환으로 인식되고 있다.

근감소증의 치료^{12, 14-18}

1. 근감소증의 치료 전 평가

근감소증의 치료 전 다음 사항의 종합적 평가를 통해 개인별 근감소증 맞춤 치료 계획을 수립하고, 치료 효과를 극대화할 뿐만 아니라 관련 합병증을 예방해야 한다.

- (1) 환자의 질병 이력, 만성질환 유무와 근육 약화를 유발할 수 있는 약물의 사용 여부 검토
- (2) 환자의 보행 속도, 악력, 균형 능력 평가 등 체력 수준과 일상 활동 수행 능력 평가
- (3) 이중 에너지 방사선 흡수계측법(DEXA), 생체전기 임피던스 분석(BIA), MRI, CT로 근육량 측정
- (4) 단백질 섭취량, 비타민 및 미네랄 섭취 상태 등 적절한 영양 섭취 여부 확인
- (5) 신체 활동 빈도, 식습관, 흡연 및 음주 습관 등 평가
- (6) 환자의 정서적 심리상태, 사회적 상황 평가

[표 2] 근감소증을 유발하는 질환과 약물^{5,14,15}

근감소증 유발 질환	기전
뼈·관절 질환	신체 기능에 제한을 주어 근육 약화
암·간·신·면역질환	근육 세포에 전신적 영향을 줌으로써 근육 소실 초래
만성 심부전, 폐색성 폐질환	운동능력 감소와 염증으로 인해 근육 소모가 발생할 수 있음
신경학적 장애	근육과 신경과의 의사소통이 부실하여 근육 위축과 약화 초래
영양실조·소화기 장애	영양분 섭취 저하로 근감소증으로 발전할 위험 요인
대사성 장애(당뇨병)	근육대사를 저하시켜 근육 손실 약화
염증성 질환	염증 매개체에 의한 직접적인 영향과 활동 부족에 기인한 근육 손상 및 손실 유발(예: 류마티스 관절염)
호르몬 장애	신체 대사 저하, 근육 기능 약화(예: 안드로겐 결핍, 갑상샘기능저하증)
근감소증 유발 약물	기전
글루코코르티코이드	장기 사용 시 근육 단백질 분해를 증가시켜 근육량 감소 유발
스타틴	근육통, 근육 손상 및 드물게 횡문근 용해증 유발하여 근육 기능 저하
항암제	근육 세포 손상을 유발하여 근육량 감소 및 근력 약화 유발 (예: 세포독성 항암제)
프로테아제 억제제	근육 손상 및 근육 감소 초래
프로톤 펌프 억제제	위산 분비 저하로 특정 무기질과 단백질 흡수 저하

이러한 약물과 질환은 근감소증의 위험을 증가시키므로 환자의 치료 및 관리 계획을 수립할 때 이러한 요인들을 고려하여 적절한 조치를 취해야 한다. 또한, 근감소증의 가능성이 있는 환자에 대한 모니터링과 조기 개입이 중요하다.

2. 근감소증의 비약물 치료

근감소증의 치료는 환자의 일상생활과 건강을 개선하기 위한 여러 접근법이 있는데, 이러한 치료 방법은 근육 감소를 늦추고 근력을 증가시키며, 전반적인 신체 기능을 향상시키는 데 목적이 있다. 주요 비약물 치료요법은 다음과 같다.

(1) 규칙적인 신체 활동

- ① 저항성 운동: 근력 향상과 근육량 증가에 효과적(웨이트 리프팅, 밴드 운동, 체중을 이용한 운동 등)
- ② 유산소 운동: 심폐 기능을 향상시키고, 전반적인 체력 유지에 도움(걷기, 조깅, 수영, 자전거 타기 등)
- ③ 균형 및 유연성 운동: 낙상 위험을 줄이고 전반적인 신체 균형을 개선(요가, 맨손 체조, 태극권, 필라테스 등)

(2) 적절한 영양 섭취

- ① 단백질 섭취 증가: 근육 유지와 성장에 필수. 고단백 식품(고기, 생선, 계란, 유제품, 콩류)과 필수 아미노산(Essential Amino Acids, EAAs) 섭취 권장
- ② 칼슘과 비타민 D가 풍부한 식품 섭취: 유제품, 녹색 잎채소(칼슘), 버섯, 고등어, 연어, 정어리, 달걀(비타민 D) 등
- ③ 충분한 에너지 섭취: 전반적인 건강 유지와 활동적인 생활을 지원하기 위해 충분한 칼로리 섭취

(3) 생활 습관 개선

- ① 금연 및 절주: 흡연과 과도한 알코올 섭취는 근감소증의 위험을 증가시키며, 근육 건강에 부정적인 영향을 미치므로 금연과 절주 권장
- ② 스트레스 해소: 본인이 좋아하는 방법으로 스트레스 해소
- ③ 적절한 수면: 근육 회복과 성장에 필수적인 충분한 수면을 취하는 것이 중요

(4) 환경 개선

- ① 낙상 예방: 집안에 안전 바, 미끄럼 방지 매트 설치 등 낙상을 방지하기 위한 환경적 조치

이러한 비약물 치료요법은 근감소증을 겪고 있는 개인의 생활 방식에 통합되어야 하며, 정기적인 의료 감독하에 진행되어야 한다. 그러므로 환자의 특성과 선호도, 필요에 따라 개별화된 치료 계획을 수립하는 것이 중요하다.

3. 근감소증의 약물 치료

근감소증에 사용되는 약물은 주로 근육량과 근력을 증가시키고, 근육 기능을 향상시키는 것을 목표로 여러 가지 근감소증 치료제가 제안되었다. 하지만 현재까지의 연구는 약물 치료가 근감소증에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 보여주고 있으나, 이러한 치료법들은 아직 초기 단계이며, 더 많은 연구가 필요하다. 현재까지 근감소증 치료에 승인된 약물은 없으며, 환자의 개별적인 건강 상태와 부작용을 고려하여 환자의 필요에 따라 최적의 치료 계획을 결정하는 것이 중요하다.

- (1) 테스토스테론 보충 치료: 남성에서 테스토스테론 수치가 낮을 경우, 테스토스테론 보충 치료가 근육량과 근력 증가에 도움을 줄 수 있다. 이는 특히 호르몬 수치가 감소하는 노인 남성에서 고려할 수 있다.

- (2) 선택적 안드로겐 수용체 조절제(Selective Androgen Receptor Modulators, SARMs): SARMs는 테스토스테론과 유사한 근육 증가 효과를 제공하면서, 스테로이드 호르몬의 전형적인 부작용을 줄일 수 있도록 설계되었다. 이 약물은 근육의 성장을 촉진하고, 근육 손실을 예방하는 데 사용할 수 있다.
- (3) 미오스타틴 억제제: 근육 성장을 억제하는 단백질인 미오스타틴을 억제하는 약물은 실험적 단계에 있지만, 근육 성장을 촉진하는 잠재력을 가지고 있다.
- (4) 비타민 D 및 칼슘 보충제: 비타민 D 결핍은 뼈와 근육이 약화되므로, 비타민 D와 칼슘 보충은 근육 기능을 개선하고 근감소증의 진행을 늦출 수 있다.
- (5) 인슐린 유사 성장인자-1(Insulin-like Growth Factor-1, IGF-1): IGF-1은 근육 성장을 촉진하는 호르몬으로, 근감소증 치료에서의 역할이 연구되고 있다.

4. 근감소증 약물 개발 현황

2030년까지 세계 인구 중 약 16.7%가 60세 이상으로 추정되며, 이 중 25%가 근감소증 환자가 될 것으로 예상되며, 관련 치료제 시장은 2027년까지 47억 달러에 이를 것으로 예측되고 있다.¹⁹ 아직 정식 승인된 약제가 없는 상황에서 ‘First-in-Class’를 위해 근감소증 치료제 개발에 많은 제약사들이 경쟁적으로 참여하고 있다.

[표 3] 근감소증 치료제 개발 현황¹⁹

약물	제약회사	진행사항
Ostarine (MK-2866)	Merk	SARMs 계열로 전립선 치료제로 개발되었으나 GTx사에서 근감소증 치료제로서의 효능을 보여줌
Metformin	Bristol-Meyers Squibb	Biguanide 당뇨약으로 운동 효과 약물(exercise pill)의 작용점으로 주목 받는 AMPK에 작용하는 약물로서 약물 재배치(drug repositioning)를 통한 근감소증 치료제로서의 효과 기대
ASP0367	Astellas	primary mitochondrial myopathy에 대해 phase2/3 임상시험 중
AVTR101	Aventii	2022년 식약처로부터 임상 2상 시험 허가를 받아 현재 국내 4개 병원에서 임상시험 진행 중
Malotilate	GIST	간경화, 간 손상 치료제로 사용되었던 약. 5-lipoxygenase 활성을 저하하여 염증인자(leukotriene B4, LTB4) 농도 낮춰 근육 손실에 핵심적인 조절 작용을 하는 물질인 FoxO3의 작용을 저해

맺는말

근감소증의 발생에는 노화, 호르몬 변화, 단백질 대사 장애 등 다양한 요인이 복합적으로 작용한다. 또한, 신경계 변화와 미토콘드리아 기능 저하 등으로 근력이 저하되며, 만성염증 상태에서는 근육의 기능과 재생 능력이 저하된다. 근감소증은 규칙적인 신체 활동, 적절한 영양 섭취, 라이프스타일 개선, 환경 조정을 통해 근육 감소를 늦추고 근력을 증가시키는 데 중점을 두어야 한다. 치료제로 테스토스테론 보충 치료, 선택적 안드로겐 수용체 조절제(SARMs), 미오스타틴 억제제, 비타민 D 및 칼슘 보충제 등의 약물 치료가 연구되고 있으나, 아직 근감소증에 승인된 치료약은 없다. 근감소증의 관리는 복합적 접근이 필요하며, 예방적 조치가 중요하다. 환자들이 가장 쉽게 접근할 수 있는 약국에서 근감소증이 우려되는 약물을 복용하거나 질환이 있는 환자에게 예방을 위한 적극적인 복약상담과 모니터링을 함으로써 노인의 근감소증 예방에 주도적인 역할을 하기를 바란다.

약사 Point

- 근감소증을 유발할 수 있는 대표적 약물은 글루코코르티코이드, 스타틴, 항암제, 프로테아제 억제제 등이 있다.
- 근감소증을 유발할 수 있는 대표적 질환은 만성 신질환, 암, 염증성 질환, 내분비 장애 등이 있다.
- 근감소증의 관리에는 복합적 접근이 필요하며, 예방적 조치가 중요해 정기적인 신체 활동과 균형 잡힌 식사가 근감소증 예방에 큰 도움이 된다.

참고문헌

1. 최정연. 나이 들수록 줄어드는 근육, 근감소증도 질병입니다. 분당서울대학교병원 건강상식. [internet] Available at https://www.snubh.org/service/info/com/view.do?BNO=391&Board_ID=B004
2. Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr.* 1997;127(5 Suppl):990S-991S.
3. Santilli V, Bernetti A, Mangone M, Paoloni M. Clinical definition of sarcopenia. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2014;11(3):177-180.
4. Cruz-Jentoft AJ, Sayer AA. Sarcopenia. *Lancet.* 2019;393(10191):2636-2646.
5. Guralnik J. Recognizing sarcopenia: Muscle matters for your practice. *Medscape Education Family Medicine.* [internet] Available at: <https://www.medscape.org/viewarticle/994180>
6. 임재영. 근감소증의 정의와 진단 기준에 대한 전문가 합의의 최신 동향. *대한노인재활의학회지.* 2020;10(2):39-45.
7. Veronese N, Demurtas J, Soysal P, Smith L, Torbahn G, Schoene D, Schwingshackl L, Sieber C, Bauer J, Cesari M, Bruyere O, Reginster JY, Beaudart C, Cruz-Jentoft AJ, Cooper C, Petrovic M, Maggi S; Special interest groups in systematic reviews and meta-analyses for healthy ageing sarcopenia and frailty and resilience in older persons of the European Geriatric Medicine Society (EuGMS). Sarcopenia and health-related outcomes: an umbrella review of observational studies. *Eur Geriatr Med.* 2019;10(6):853-862.
8. Chen LK, Woo J, Assantachai P, Auyeung TW, Chou MY, Iijima K, Jang HC, Kang L, Kim M, Kim S, Kojima T, Kuzuya M, Lee JSW, Lee SY, Lee WJ, Lee Y, Liang CK, Lim JY, Lim WS, Peng LN, Sugimoto K, Tanaka T, Won CW, Yamada M, Zhang T, Akishita M, Arai H. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 Consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment. *J Am Med Dir Assoc.* 2020;21(3):300-307.e2.
9. Kim S, Kim M, Won CW. Validation of the Korean version of the SARC-F Questionnaire to assess sarcopenia: Korean frailty and aging cohort study. *J Am Med Dir Assoc.* 2018;19(1):40-45.e1.
10. 노쇠, 근감소증 소개. 한국인노인노쇠코호트사업단. [internet] Available at: <https://www.kfacr.kr/html/?pmode=senilityinfo>
11. Ziaaldini MM, Marzetti E, Picca A, Murlasits Z. Biochemical pathways of sarcopenia and their modulation by physical exercise: A narrative review. *Front Med (Lausanne).* 2017;4:167.
12. Cho MR, Lee S, Song SK. A review of sarcopenia pathophysiology, diagnosis, treatment and future direction. *J Korean Med Sci.* 2022;37(18):e146.
13. Kim S, Ha YC, Kim DY, Yoo JI. Recent update on the prevalence of sarcopenia in Koreans: Findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J Bone Metab.* 2024;31(2):150-161.
14. Zheng Y, Feng J, Yu Y, Ling M, Wang X. Advances in sarcopenia: mechanisms, therapeutic targets, and intervention strategies. *Arch Pharm Res.* 2024;47(4):301-324.

15. 김경민, 강현주. 근감소증을 가진 고령자의 근육량, 근력 및 신체 수행력에 저항 운동의 효과: 체계적 고찰과 메타분석. *운동과학*. 2020;29(2):109-120.
16. Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: Prevalence, risk factors, and consequences. *Metabolism*. 2023;144:155533.
17. Jang JY, Kim D, Kim ND. Pathogenesis, intervention, and current status of drug development for sarcopenia: A review. *Biomedicines*. 2023;11(6):1635.
18. Bahat G, Ozkok S. The current landscape of pharmacotherapies for sarcopenia. *Drugs Aging*. 2024;41(2):83-112.
19. 권기선. 근감소증 치료 후보물질 및 신약개발 연구 현황. 2023년 대한근감소증학회 제14차 학술대회; 2023