

DERLEME / REVIEW

Sarkopenide Beslenmenin Rolü

The Role of Nutrition in Sarcopenia

Kulilk Berfin TOPLAR¹, Gülşah KANER², Çağla AYER²¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik, İzmir/TÜRKİYE²İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik, İzmir/TÜRKİYE

Geliş tarihi/Received: 21.02.2022

Kabul tarihi/Accepted: 24.05.2022

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Çağla AYER, Arş. Gör.

İzmir Kâtip Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,
Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Çiğli Ana Yerleşke, Çiğli/
İZMİR

E-posta: cagla.dalbay@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6124-7339

Kulilk Berfin TOPLAR, Dyt.

ORCID: 0000-0003-0104-1165

Gülşah KANER, Doç. Dr.

ORCID: 0000-0001-5882-6049

Öz

Sarkopeni, yaşa bağlı olarak kas kütlesi ve fonksiyonundaki kayıp olarak tanımlanmaktadır. Sarkopeniden korunmada ve sarkopenin tedavisinde beslenmenin önemli bir rol oynadığını öne süren kanıtlar giderek artmaktadır. Bu derleme, sarkopeni ile ilişkili olabilecek besin öğelerini güncel literatür doğrultusunda irdelemeyi amaçlamıştır. Protein, n-3 yağ asitleri, antioksidan vitaminler (A, E ve C vitamini) ve D vitamini ile bazı minerallerin (kalsiyum, selenyum, magnezyum, çinko) alım miktarlarının yeterli olması sarkopeniden korunmada ve sarkopeninin tedavisinde oldukça önemli görünmektedir.

Anahtar kelimeler: Beslenme, sarkopeni, protein, n-3 yağ asitleri, D vitamini.

Abstract

Sarcopenia is defined as the age-related loss of muscle mass and function. There is an increasing evidence suggesting that nutrition plays an important role in the prevention and treatment of sarcopenia. This review aimed to determine the nutrients that may be associated with sarcopenia in line with the current literature. Sufficient intake of protein, n-3 fatty acids, antioxidant vitamins (vitamins A, E and C) and vitamin D and some minerals (calcium, selenium, magnesium, zinc) seems to be very important in the prevention and treatment of sarcopenia.

Keywords: Nutrition, sarcopenia, protein, n-3 fatty acids, vitamin D.

1. Giriş

Dünya üzerinde 60 yaş ve üzeri yaşlı nüfus oranı sürekli artış göstermektedir. Bu oranının 2019 yılında 1 milyar olduğu, 2030'da 1,4 milyara yükseleceği ve 2050 yılında ise 2,1 milyara ulaşacağı öngörülmektedir (1). Türkiye İstatistik Kurumu 2020 verilerine göre, yaşlı nüfus oranı %9,5 olup, bu oranın 2025'te %11,0'e yükseleceği, 2080'de ise %25,6 olacağı düşünülmektedir (2).

Avrupa Yaşlılarda Sarkopeni Çalışma Grubu [European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP)] 2010 yılında sarkopeniyi "fiziksel engellilik, düşük hayat kalitesi ve ölüm gibi olumsuz sonuçlar riskini taşıyan, iskelet kas kütlesinin ve gücünün ilerleyici kaybı ile karakterize bir sendrom" şeklinde tanımlamıştır (3). Sarkopeni; düşmelere, bağımlılığın artmasına ve ölüme neden olabilen bir geriatrik sendrom olarak ifade edilmektedir (4). Malnütrisyondan sarkopeni oluşumunda etkili olduğu, özellikle Beden Kütle İndeksi (BKI) 18,5 kg/m²'den düşük yaşlılar olmak üzere çoğu yaşlıda kas işlevselliğinde azalmaya sebep olduğu bilinen bir gerçektir (5). Sarkopeniden korunmada ve sarkopenin tıbbi tedavisinde fiziksel aktivite ve beslenme önemli etmenlerdendir (6). Literatür incelendiğinde, sarkopeni ile ilişkili en önemli besin öğelerinin protein, omega-3 yağ asitleri, D vitamini, antioksidan vitaminler (A, E ve C vitamini), kalsiyum, selenyum, magnezyum ve çinko olduğu belirlenmiştir. Bu derlemenin amacı, güncel literatür ışığında beslenme ve sarkopeni arasındaki ilişkiyi değerlendirmektir.

1.1. Proteinler

Diyet ile yeterli düzeyde protein alımı, yaşlılarda iskelet kas kütlesini korumak için önemli bir faktördür. Yaşlılarda kas

protein sentezinin %30 oranında azaldığı bildirilmektedir (7). Diyet ile alınan protein kaynağı, alım miktarı ve öğünlerdeki dağılımı yaşlılarda tokluk hissi ve kas kütlesi sentezini en üst düzeyde uyarmak için önemlidir (8). Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi (TÜBER) 2015'inde yaşlı bireyler için 1,04 g/kg/gün protein alımının yeterli olduğu belirtilmektedir (9). Sağlıklı yaşlı bireylerde pozitif nitrojen dengesini sağlamak için en az 0,83 g/kg/gün iyi kalite protein alımı önerilmektedir (10). Kore Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırması'nda, sarkopeni ile diyetle alınan enerji, protein ve karbonhidrat arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu bildirilmiştir (11). Literatürde sağlıklı yaşlılar için 1,0-1,2 g/kg, akut ya da kronik hastalığı olan yaşlılar için >1,2-1,5 g/kg, şiddetli hastalık, yaralanma ya da malnütrisyonlu yaşlılar için 2 g/kg'a kadar günlük protein alımı önerilmektedir (12-14). Sarkopeniye bağlı kas kaybını önlemek ya da yavaşlatmak için beslenme planında her öğün 25-30 g yüksek kaliteli proteine yer verilmesi gerektiği bildirilmiştir (15).

Yeterli protein alımının yanı sıra, kas protein sentezinde whey proteininin kazeine göre daha etkili olduğu gösterilmiştir. Bu durum, whey proteininin dallı zincirli aminoasitlerden zengin olması nedeniyle biyoyararlanımının daha iyi olması ile ilişkilendirilmiştir. Kırılgan yaşlılarda whey proteini suplementasyonunun kas fonksiyonuna etkisini değerlendiren bir çalışmada, 12 hafta boyunca direnç egzersizi ile birlikte 32,4 g'lık whey proteini takviyesinin, direnç egzersizi yapmayı kolaylaştırdığı ve kas fonksiyonunu geliştirdiği gösterilmiştir (16). Bununla birlikte, malnütrisyon riski taşıyan kırılgan yaşlılarda, günlük 0,8 g/kg ve 1,2 g/kg protein takviyesine kıyasla, 1,5 g/kg'lık protein takviyesinin sarkopeni ve kırılganlığı önlemede daha etkili olduğu belirlenmiştir (7).

Esansiyel bir amino asit olan lösin, kas protein sentezini artırarak, sağlıklı bir kas dokusunun sürdürülmesinde görev almaktadır (17). Yaşlı bireylerde lösinin kas protein sentezi ve yağsız vücut kütlelerine etkisini araştıran sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, lösin alımının artışı ile kas protein sentez oranının arttığı ve lösinin sarkopeninin tedavisinde etkili olabileceği belirtilmiştir (18). Bununla birlikte, lösinin metaboliti olan hidroksi metil bütirat (HMB) konsantrasyonunda yaşa bağlı olarak bir azalma meydana geldiği öne sürülmektedir. HMB konsantrasyonunu çocuklarda en yüksek, yaşlılarda ise en düşük seviyelerde olduğu gözlenmiştir (19). Yaşlı bireylerde HMB takviyesinin, kas kaybını yavaşlatacağını ve kas gücü ölçümlerini iyileştirmeye yardımcı olabileceğini gösteren kanıtlar mevcuttur (20). Sağlıklı yaşlılarda, HMB takviyesinin, yatak istirahati süresi boyunca kas kütlelerini koruduğu belirlenmiştir (21). Yaşlı yetişkinlerde HMB takviyesinin kas kütle kaybına etkisini araştıran sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasında, kas kütlelerinin korunmasında HMB'nin faydalı olabileceği, ancak bu konu ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiği belirtilmiştir (22).

1.2. Omega-3 (n-3) Yağ Asitleri

Omega-3 (n-3) yağ asitleri, birçok yararlı biyolojik etki sağlayabilen uzun zincirli bir yağ asidi sınıfıdır (23). Literatürde, n-3 yağ asidi takviyesinin protein metabolizmasını artırdığı ve anabolik dirence karşı koyduğu gösterilmiş olup sarkopeniden korunmada basit, güvenli ve düşük maliyetli bir müdahale olabileceği bildirilmiştir. Bu müdahalenin sarkopeninin neden olduğu kaşeksiyi engelleyebileceği belirtilerek n-3 yağ asidi takviyesinin sarkopeninin erken evrelerinde (örneğin prekaşeksi) verilmesi önerilmiştir (24).

Yaşlı bireylere, 16 hafta boyunca yapılan 3,9 g/gün n-3 yağ asidi takviyesinin egzersiz öncesi ve sonrasında protein sentezi oranlarını artırdığı belirlenmiştir (25). Konu ile ilgili yapılan farklı bir araştırmada, yaşlı kadınlara 6 ay boyunca günde 2 kapsül balık yağı [1,2 g eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA)] takviyesinin fiziksel performansı artırdığı gösterilmiştir (26). Benzer şekilde, balık yağı takviyesi (2 g/gün) kullanan yaşlı kadınların, kuvvet antrenmanı sırasında kas gücünün ve fonksiyonel kapasitesinin kullanmayanlara göre daha iyi düzeyde olduğu gözlenmiştir (27). Yaşları 60-85 arasında değişen sağlıklı yaşlılara 6 ay boyunca yapılan n-3 yağ asidi takviyesinin (1,86 g EPA, 1,50 g DHA), kas hacmini, kütlelerini ve gücünü kontrol grubuna kıyasla daha fazla artırdığı bildirilmiştir. Aynı çalışmada, sarkopeniden korunmak ve yaşlılıkta fiziksel bağımsızlığın sürdürülebilmesi için, n-3 yağ asidi içeren balık yağının terapötik olarak kullanılması önerilmiştir (28).

1.3. D Vitamini

D vitamini, kalsiyum homeostaz ve kemik metabolizmasında rol oynayan yağda eriyen bir vitamindir (11). Yaş ilerledikçe D vitamini düzeyi azalmaktadır (29). D vitamini eksikliği (<30 ng/mL) fiziksel performansın azalmasına, yaşlılarda kas güçsüzlüğüne, denge bozukluğuna, düşme ve kırık riskinin artmasına neden olmaktadır (30). D vitamininin kas liflerini yenileyici etkisi bilinmektedir. Yaşa bağlı kas fonksiyonlarının iyileştirilmesinde D vitamini takviyesinin etkinliği doğrulanmıştır (31). D vitamini eksikliğinde görülen kas ağrılı sarkopeni ile ilişkilendirilmektedir (32).

TÜBER 2015'te D vitamini için yeterli alım miktarı 60-70 yaş arası 15 mcg/gün (600 IU), 70 yaş ve sonrası 20 mcg/gün (800 IU) olarak belirtilmiştir (9). Kore Ulusal Sağlık ve Beslenme Araştırmasında, 50 yaş ve üzeri kadınlarda serum 25-hidroksi D (25-(OH)-D) düzeyinin sarkopeni ile negatif ilişkili olduğu belirtilmiş, serum 25-(OH)-D düzeyinin 10 ng/mL'ye düştüğü durumda sarkopeni riskinin 1,46 kat arttığı gösterilmiştir (11). Amerikan Geriatrik Derneği, serum 25-(OH)-D vitamin düzeyinin en az 30 ng/mL olması gerektiğini belirtmektedir (33).

Sarkopeni riski altındaki yaşlılara 6 ay boyunca, haftada 3 kez verilen 10000 IU'luk D vitamini takviyesinin kas kütleleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür (34). Konu ile ilgili yapılan bir araştırmada, sarkopenik yaşlılara sekiz hafta boyunca yapılan dallı zincirli aminoasit (2500 mg/gün) ve D vitamini (12,5 mcg/gün) takviyesinin kontrol grubuna kıyasla, el kavrama gücünü, baldır çevresini ve BKİ'yi daha fazla artırdığı belirlenmiştir (35). Farklı bir çalışmada ise, sarkopenik yaşlılara 13 hafta boyunca, D vitamini (1600 IU/gün) ve lösinle (6 g/gün) zenginleştirilmiş bir içecek verilmiş, katılımcıların kas kütleleri ve kas indeksinde artış olduğu gösterilmiştir (36).

1.4. Diğer Vitaminler ve Mineraller

Yaşlılık teorilerinden biri olan serbest radikaller teorisine göre sarkopeni oluşumunda potansiyel olarak etkili olduğu düşünülen faktörlerden biri oksidatif strestir. Hücrelerde fazla miktarda reaktif oksijen türleri (ROS) bulunduğu DNA, lipid ve proteinler gibi biyomoleküllerde hasar meydana gelebilir ve kas atrofisini doğrudan tetikleyebilir. Antioksidanların ise ROS oluşumunu engelleyerek sarkopeni gelişimini önlediği düşünülmektedir (37). Bu nedenle sarkopeni tedavisinde antioksidan vitamin ve minerallerin tüketilmesi önerilmektedir (38).

C vitamini, önemli bir antioksidan vitamin olarak kabul edilmektedir (37). TÜBER 2015'te C vitamini için yeterli alım miktarı yaşlı kadınlar için 95 mg/gün, yaşlı erkekler için ise 110 mg/gün olarak bildirilmiştir (9). Serum C vitamini düzeyi ile kas gücü ve fiziksel performans arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır (39). New Mexico Yaşlanma Süreci Araştırmasında yürüme hızının daha düşük olduğu kadınlarda günlük vitamin C alımının daha düşük olduğu gösterilmiştir (40). Hertfordshire Kohort Çalışmasında da, kadınlarda günlük C vitamini alım düzeyleri ile sandalyeden otur-kalk testinin süreleri arasında pozitif ilişki gözlenmiştir (41). Konu ile ilgili yapılan farklı bir kohort çalışmasında, yaşlılarda hem diyet ile alınan hem de serum C vitamini düzeyi ile kas kütleleri arasında pozitif ilişki saptanmış, yaşa bağlı kas kayıplarının önlenmesinde diyet ile yeterli C vitamini alımının izlenmesinin yararlı olabileceği bildirilmiştir (42). E vitamini vücutta önemli bir antioksidan olarak görev almaktadır (43). TÜBER 2015'te E vitamini için yeterli alım miktarı yaşlı kadınlarda 11 mg/gün, yaşlı erkeklerde ise 13 mg/gün olarak belirtilmiştir (9). Maastricht Sarkopeni Araştırmasında sarkopenik yaşlıların olmayanlara kıyasla önemli ölçüde diyetle daha düşük düzeyde E vitamini aldığı belirlenmiştir (43). Yapılan bir başka çalışmada ise, sarkopenik bireylerde vitamin E ve C düzeylerinin sarkopenik olmayanlara göre daha düşük olduğu gösterilmiştir (44). A vitamini ve karoteonidler, antioksidan savunma sisteminin etkili bir parçası olduğu için sarkopeninin önlenmesinde koruyucu rolünün olabileceği düşünülmektedir (41,45). TÜBER 2015'te A

vitamini için yeterli alım miktarı yaşlı kadınlarda 650 mcg/gün, yaşlı erkeklerde ise 750 mcg/gün olarak belirtilmiştir (9). Konu ile ilgili yapılan bir araştırmada, sarkopeni ile yetersiz protein ve vitamin A alımı arasında ilişki belirlenmiştir (46).

B₁₂ vitamini (Kobalamin) eksikliği, kas zayıflığı, parestezi ve uyuşukluk gibi çeşitli nöromusküler belirtilerin ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir (47). Yapılan bir çalışmada B₁₂ vitamini düzeyi <400 pg/mL olan yaşlılarda sarkopeni prevalansının daha yüksek olduğu gösterilmiştir. B₁₂ vitaminin düzeyi ile sarkopeni gelişimi arasında bir bağlantı olduğu düşünülmektedir (48). Bu bağlamda, yeterli miktarda B₁₂ vitamini alımı sarkopeniye karşı koruyucu olarak nitelendirilmektedir (49). TÜBER 2015'te yaşlılarda B₁₂ vitamini için yeterli alım miktarı 4 mcg/gün olarak belirtilmiştir (9). Sarkopenik bireylerin, sarkopenik olmayan bireylere göre diyet ile daha düşük düzeyde B₁₂ vitamini tükettiği ve serum B₁₂ düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (50). B₆ vitamini, pridoksin, pridoksamin ve pridoksal şeklinde bulunmakta, eksikliğinde depresyon, nöbet ve kronik ağrı gibi çoğunlukla nörolojik semptomlarla kendini göstermektedir (51). TÜBER 2015'te B₆ vitamini için yeterli alım miktarı yaşlı kadınlarda 1,5 mg/gün, yaşlı erkeklerde ise 1,7 mg/gün olarak belirtilmiştir (9). Maastricht Sarkopeni Çalışması'na göre, sarkopenik yaşlıların sarkopenik olmayanlara göre, diyetle daha az B₆ vitamini tükettiği gösterilmiştir (43). B₆ vitamininin tüketimini de içeren antiinflamatuvar besinlerden zengin beslenmenin, olası sarkopeni ve düşük kas kütlesi riskini azaltabileceği gösterilmiştir (52).

Kalsiyum, selenyum ve magnezyum başta olmak üzere mineraller sarkopenin önlenmesi ve tedavisinde önemli besin öğeleridir (53). Kalsiyum, kas fonksiyonlarının düzgün çalışması için gerekli minerallerden biridir (54). TÜBER 2015'te yaşlı bireylerde kalsiyum için yeterli alım miktarı 950 mg/gün olarak belirtilmiştir (9). İngiltere'de yapılan bir çalışmada, düşük sarkopeni riski ile yüksek düzey enerji, protein, vitamin (B₁₂ ve B₉) ve mineral alımı (potasyum, kalsiyum ve magnezyum) arasında ilişki belirlenmiştir (55). Konu ile ilgili yapılan farklı bir araştırmada, yaşlılarda günlük kalsiyum alımı ile iskelet kas kütlesi arasında pozitif ilişki olduğu gösterilmiştir (56).

Selenyum antioksidan bir mineral olup, TÜBER 2015'te yaşlı bireylerde yeterli alım miktarı 70 mcg/gün olarak belirtilmiştir (9). Yapılan bir araştırmada, sarkopenik yaşlılarda protein, vitamin D ve B₁₂, magnezyum, fosfor ve selenyum alımının sarkopenik olmayanlara göre daha düşük olduğu gösterilmiştir (50). Hertfordshire Kohort Çalışması sonuçlarına göre, diyet ile alınan selenyum miktarının daha fazla olduğu bireylerde 3 metre yürüme testi süresinin daha kısa olduğu belirlenmiştir (57). Yapılan sistematik bir derlemede, özellikle magnezyum, selenyum ve kalsiyumun sarkopeniyi önlemede ve tedavisinde etkili olduğu belirtilmiştir (53).

Magnezyum başta protein sentezi olmak üzere pek çok enzimatik reaksiyonda yer alan önemli bir mineraldir (58). Yaşlılarda diyetle düşük miktarda magnezyum alımı ve düşük serum magnezyum düzeyi sarkopeni ile ilişkilendirilmektedir (59). TÜBER 2015'te magnezyum için yeterli alım miktarı yaşlı kadınlarda 300 mg/gün, yaşlı erkeklerde ise 350 mg/gün olarak belirtilmiştir

(9). Maastricht Sarkopeni Çalışması sonuçlarına göre, sarkopenik yaşlıların önemli ölçüde daha düşük günlük magnezyum alımına sahip olduklarını göstermiştir (43). Yapılan bir diğer vaka-kontrol çalışması da, sarkopenik yaşlıların, sarkopenik olmayanlardan diyet ile daha düşük miktarda magnezyum alımının olduğunu göstermiştir (50).

Çinko, normal hücre gelişimi ve proliferasyonu için gerekli olan önemli bir eser element olup, TÜBER 2015'te yaşlı bireylerde yeterli alım miktarı 25 mg/gün olarak belirtilmiştir (9). Meksika Yaşlanma Süreci Çalışması'nda yaşlıların diyet ile alınan çinko miktarı ile yürüme hızı testi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır (40). Benzer olarak, Maastricht Sarkopeni Çalışması'nda ise sarkopenisi olan ve olmayan yaşlıların, diyet ile aldıkları çinko miktarları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (43). Bir diğer çalışmada da sarkopeni ile diyet ile alınan çinko arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır (50).

4. Sonuç ve Öneriler

Yaşlılarda tıbbi beslenme tedavisinin sarkopeninin önlenmesinde ve yönetiminde önemli bir rol oynadığını öne süren çalışmalar giderek artmaktadır. Protein, n-3 yağ asitleri, antioksidan vitaminler (A, E ve C vitamini) ve D vitamini ile bazı minerallerin (kalsiyum, selenyum, magnezyum, çinko) alım miktarlarının yeterli olması sarkopeniden korunmada ve sarkopeninin tedavisinde oldukça önemli görünmektedir.

5. Alana Katkı

Bu derleme, sarkopenide beslenmenin rolüne ilişkin detaylı ve güncel bilgiler sağlmasıyla Türkçe literatüre katkıda bulunacaktır.

Çıkar Çatışması

Bu makalede herhangi bir nakdi/aynı yardım alınmamıştır. Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Yazarlık Katkısı

Fikir/Kavram: KBT; **Tasarım:** KBT, GK; **Denetleme:** GK; **Kaynak ve Fon Sağlama:** Yok; **Malzemeler:** Yok; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** Yok; **Analiz/Yorum:** KBT, GK, ÇA; **Literatür Taraması:** KBT, GK, ÇA; **Makale Yazımı:** KBT, GK, ÇA; **Eleştirel İnceleme:** KBT, GK, ÇA.

Kaynaklar

1. WHO. Ageing. [cited 2022 Apr 18]. Available from: https://www.who.int/health-topics/ageing#tab=tab_1
2. Türkiye İstatistik Kurumu. İstatistiklerle Yaşlılar, 2020 [cited 2021 Dec 18]. Available from: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=İstatistiklerle-Yaslılar-2020-37227>
3. Cruz-Jentoft AJ, Landi F, Schneider SM, Zúñiga C, Arai H, Boirie Y, et al. Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). Age Ageing. 2014 Nov;43(6):748-59.
4. Keskinler MV, Tufan F, Oğuz A. Geriatrik sendromlar. Okmeydanı Tıp Derg 2013;29(2):41-8.
5. Liguori I, Russo G, Aran L, Bulli G, Curcio F, Della-Morte D, et al. Sarcopenia: assessment of disease burden and strategies to improve outcomes. Clin Interv Aging. 2018 May 14;13:913-927.
6. Savaş S. Sarkopeniden korunma. Ege Tıp Derg. 2015;54 (Ek Sayı): 46-50.

7. Park Y, Choi JE, Hwang HS. Protein supplementation improves muscle mass and physical performance in undernourished prefrail and frail elderly subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Am J Clin Nutr.* 2018 Nov 1;108(5):1026-1033.
8. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018 Feb;9(1):3-19.
9. T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Kurumu Sağlığı. Türkiye Beslenme Rehberi 2015 (TÜBER). T.C. Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1031. Ankara: 2016 [cited 2021 Dec 5]. Available from: <https://dosyasb.saglik.gov.tr/Eklenti/10915,tuber-turkiye-beslenme-rehberipdf.pdf>
10. Pedersen AN, Cederholm T. Health effects of protein intake in healthy elderly populations: a systematic literature review. *Food Nutr Res.* 2014;58:10.
11. Park S, Ham JO, Lee BK. A positive association of vitamin D deficiency and sarcopenia in 50 year old women, but not men. *Clin Nutr.* 2014 Oct;33(5):900-5.
12. Bauer J, Biolo G, Cederholm T, et al. Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: A position paper from the PROT-AGE Study Group. *J Am Med Dir Assoc.* 2013;14:542-559.
13. Rizzoli R, Stevenson JC, Bauer JM, et al. The role of dietary protein and vitamin D in maintaining musculoskeletal health in postmenopausal women: A consensus statement from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Maturitas.* 2014;79:122-132.
14. Deutz NE, Bauer JM, Barazzoni R, Barazzoni R, Biolo G, Boirie Y, Bosisy Westphal A, et al. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: Recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clin Nutr.* 2014 Dec;33(6):929-36.
15. Paddon-Jones D, Rasmussen BB. Dietary protein recommendations and the prevention of sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2009;12(1):86-90.
16. Kang L, Gao Y, Liu X, Liang Y, Chen Y, Liang Y, et al. Effects of whey protein nutritional supplement on muscle function among community-dwelling frail older people: A multicenter study in China. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019 Jul-Aug;83:7-12.
17. Robinson SM, Reginster JY, Rizzoli R, Shaw SC, Kanis JA, Bautmans I, et al. Does nutrition play a role in the prevention and management of sarcopenia? *Clin Nutr.* 2018;37(4):1121-1132.
18. Xu ZR, Tan ZJ, Zhang Q, Gui QF, Yang YM. The effectiveness of leucine on muscle protein synthesis, lean body mass and leg lean mass accretion in older people: a systematic review and meta-analysis. *Br J Nutr.* 2015;113(1):25-34.
19. Kuriyan R, Lokesh DP, Selvam S, Jayakumar J, Philip MG, Shreeram S, et al. The relationship of endogenous plasma concentrations of β -Hydroxy β -Methyl Butyrate (HMB) to age and total appendicular lean mass in humans. *Exp Gerontol.* 2016; 81:13-8.
20. Argiles JM, Campos N, Lopez-Pedrosa JM, Rueda R, Rodriguez-Manas L. Skeletal Muscle Regulates Metabolism via Interorgan Crosstalk: Roles in Health and Disease. *J Am Med Dir Assoc.* 2016; 17:789-96.
21. Deutz NEP, Pereira SL, Hays NP, Oliver JS, Edens NK, Evans CM, et al. Effect of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on lean body mass during 10 days of bed rest in older adults. *Clin Nutr.* 2013; 32:704-12.
22. Wu H, Xia Y, Jiang J, Du H, Guo X, Liu X, et al. Effect of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on muscle loss in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015; 61:168-75.
23. Calder PC. Omega-3 fatty acids and inflammatory processes: from molecules to man. *Biochem Soc Trans.* 2017 Oct 15;45(5):1105-1115.
24. Di Girolamo FG, Situlin R, Mazzucco S, Valentini R, Toigo G, Biolo G. Omega-3 fatty acids and protein metabolism: enhancement of anabolic interventions for sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2014;17(2):145-150.
25. Lalia AZ, Dasari S, Robinson MM, Abid H, Morse DM, Klaus KA, et al. Influence of omega-3 fatty acids on skeletal muscle protein metabolism and mitochondrial bioenergetics in older adults. *Aging (Albany NY).* 2017 Apr;9(4):1096-1129.
26. Hutchins-Wiese HL, Kleppinger A, Annis K, Liva E, Lammi-Keefe CJ, Durham HA, et al. The impact of supplemental n-3 long chain polyunsaturated fatty acids and dietary antioxidants on physical performance in postmenopausal women. *J Nutr Health Aging.* 2013;17:76-80.
27. Rodacki CLN, Rodacki ALF, Pereira G, Naliwaiko K, Coelho I, Pequito D, et al. Fish-oil supplementation enhances the effects of strength training in elderly women. *Am J Clin Nutr.* 2012; 95:428-36.
28. Smith GI, Julliard S, Reeds DN, Sinacore DR, Klein S, Mittendorfer B. Fish oil-derived n-3 PUFA therapy increases muscle mass and function in healthy older adults. *Am J Clin Nutr.* 2015; 102:115-22.
29. Keller K. Sarcopenia. *Wien Med Wochenschr.* 2019 May;169(7-8):157-172.
30. Tümer G, Kızıltan G. Sarkopeni patofizyolojisi ve beslenme tedavisinde özel yaklaşımlar. *STED* 2014; 23(3):109-121.
31. Wakabayashi H, Sakuma K. Rehabilitation nutrition for sarcopenia with disability: a combination of both rehabilitation and nutrition care management. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2014;5(4):269-77.
32. Tanner SB, Harwell SA. More than healthy bones: a review of vitamin D in muscle health. *Ther Adv Musculoskelet Dis.* 2015;7(4):152-9.
33. Arık G., Ülger Z. Vitamin D in sarcopenia: Understanding its role in pathogenesis, prevention and treatment. *European Geriatric Medicine.* 2015,1-7.
34. El Hajj C, Fares S, Chardigny JM, Boirie Y, Walrand S. Vitamin D supplementation and muscle strength in pre-sarcopenic elderly Lebanese people: a randomized controlled trial. *Arch Osteoporos.* 2018,19;14(1):4.
35. Takeuchi I, Yoshimura Y, Shimazu S, Jeong S, Yamaga M, Koga H. Effects of branched-chain amino acids and vitamin D supplementation on physical function, muscle mass and strength, and nutritional status in sarcopenic older adults undergoing hospital-based rehabilitation: A multicenter randomized controlled trial. *Geriatr Gerontol Int.* 2019 Jan;19(1):12-17.
36. Verlaan S, Maier AB, Bauer JM, Bautmans I, Brandt K, Donini LM, et al. Sufficient levels of 25-hydroxyvitamin D and protein intake required to increase muscle mass in sarcopenic older adults—The PROVIDE study. *Clin Nutr.* 2018;37(2):551-557.
37. Niki E. Interaction of ascorbate alfa-tocopherol. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1987, 498, 186-199.
38. Calvani R, Miccheli A, Landi F, Bossola M, Cesari M, Leeuwenburgh C, et al. Current nutritional recommendations and novel dietary strategies to manage sarcopenia. *J Frailty Aging.* 2013;2(1):38-53.
39. Saito K, Yokoyama T, Yoshida H, Kim H, Shimada H, Yoshida Y, et al. A significant relationship between plasma vitamin C concentration and physical performance among Japanese elderly women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2012 Mar;67(3):295-301.
40. Waters DL, Wayne S, Andrieu S, Cesari M, Villareal D, Garry P, et al. Sexually dimorphic patterns of nutritional intake and eating behaviors in community-dwelling older adults with normal and slow gait speed. *J Nutr. Health Aging* 2014,18,228-233.
41. Martin H, Aihie Sayer A, Jameson K, Syddall H, Dennison EM, Cooper C, et al. Does diet influence physical performance in community-dwelling older people? Findings from the Hertfordshire Cohort Study. *Age Ageing* 2011,40,181-186.
42. Lewis LN, Hayhoe RPG, Mulligan AA, Luben RN, Khaw KT, Welch AA. Lower Dietary and Circulating Vitamin C in Middle- and Older-Aged Men and Women Are Associated with Lower Estimated Skeletal Muscle Mass. *Nutr.* 2020 Oct 12;150(10):2789-2798.

43. Ter Borg S, de Groot LC, Mijnders DM, de Vries JH, Verlaan S, Meijboom S, et al. Differences in nutrient intake and biochemical nutrient status between sarcopenic and nonsarcopenic older adults-results from the Maastricht Sarcopenia Study. *J Am Med Dir Assoc*. 2016 May 1;17(5):393-401.
44. Beaudart C, Locquet M, Touvier M, Reginster JY, Bruyère O. Association between dietary nutrient intake and sarcopenia in the SarcoPhAge study. *Aging Clin Exp Res*. 2019 Jun;31(6):815-824.
45. Palace VP, Khaper N, Qin Q, Singal PK. Antioxidant potentials of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. *Free Radic.Biol. Med*.1999, 26, 746-761.
46. Kim EY, Kim K, Kim YS, Ahn HK, Jeong YM, Kim JH, et al. Prevalence of and factors associated with sarcopenia in Korean cancer survivors: based on data obtained by the Korea National Health And Nutrition Examination Survey (KNHANES) 2008-2011. *Nutr Cancer*. 2017 Apr;69(3):394-401..
47. Ralapanawa DM, Jayawickreme KP, Ekanayake EM, Jayalath WA. B12 deficiency with neurological manifestations in the absence of anaemia. *BMC Res Notes*. 2015 Sep 18;8:458.
48. Ates Bulut E, Soysal P, Aydin AE, Dokuzlar O, Kocyigit SE, Isik AT. Vitamin B12 deficiency might be related to sarcopenia in older adults. *Exp Gerontol*. 2017 Sep;95:136-140.
49. Ganapathy A, Nieves JW. Nutrition and Sarcopenia-What Do We Know? *Nutrients*. 2020 Jun 11;12(6):1755.
50. Verlaan S, Aspray TJ, Bauer JM, Cederholm T, Hemsworth J, Hill TR, et al. Nutritional status, body composition, and quality of life in community-dwelling sarcopenic and non-sarcopenic older adults: A case-control study. *Clin Nutr*. 2017 Feb;36(1):267-274.
51. Hamamcioglu A, Karabaş E. Yaşlanmada beyin sağlığı ve b vitamini. *Med J West Black Sea*. 2021;5(3):331-336.
52. Bagheri A, Hashemi R, Heshmat R, Motlagh AD, Esmailzadeh A. Patterns of nutrient intake in relation to sarcopenia and its components. *Front Nutr*. 2021 Apr 27;8:645072.
53. van Dronkelaar C, van Velzen A, Abdelrazek M, van der Steen A, Weijs PJM, Tieland M. Minerals and sarcopenia; the role of calcium, iron, magnesium, phosphorus, potassium, selenium, sodium, and zinc on muscle mass, muscle strength, and physical performance in older adults: a systematic review. *J Am Med Dir Assoc*. 2018 Jan;19(1):6-11.e3.
54. Berchtold MW, Brinkmeier H, Müntener M. Calcium ion in skeletal muscle: its crucial role for muscle function, plasticity, and disease. *Physiol Rev*. 2000 Jul;80(3):1215-65.
55. Petermann-Rocha F, Chen M, Gray SR, Ho FK, Pell JP, Celis-Morales C. Factors associated with sarcopenia: A cross-sectional analysis using UK Biobank. *Physiol Rev*. 2020 Mar;133:60-67.
56. Seo MH, Kim MK, Park SE, Rhee EJ, Park CY, Lee WY, et al. The association between daily calcium intake and sarcopenia in older, non-obese Korean adults: the fourth Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES IV) 2009. *Endocr J*. 2013;60(5):679-86.
57. Robinson SM, Jameson KA, Batelaan SF, Martin HJ, Syddall HE, Dennison EM, et al. Diet and its relationship with grip strength in community-dwelling older men and women: the Hertfordshire cohort study. *J Am Geriatr Soc*. 2008 Jan;56(1):84-90.
58. De Baaij JH, Hoenderop JG, Bindels RJ. Magnesium in man: Implications for health and disease. *Physiol. Rev*. 2015, 95,1-46.
59. Pickering ME. Cross-talks between the cardiovascular disease-sarcopenia-osteoporosis triad and magnesium in humans. *Int J Mol Sci*. 2021 Aug 23;22(16):9102.