

Sarkopeni ve Nörodejenerasyon

Sarcopenia and Neurodegeneration

Mustafa Özkan FIRAT^{1*} 

^{1*} Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Ağrı, Türkiye.

Özet

Sarkopeni, yaşlanma ile görülen ve iskelet kası kütlesi fonksiyonunda azalma ile karakterize edilen önemli bir sağlık problemidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, sarkopeni ile nörodejeneratif hastalıklar Parkinson, Alzheimer ve ALS arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Nörodejeneratif hastalıklar, sinir sistemi hücrelerinin kaybı ve yapısal bozulmalarla seyreden hastalıklardır ve bu süreç, kas kütlesi ve fonksiyon kaybını hızlandırmaktadır. Bu hastalıklarda görülen motor nöron kaybı, inflamasyon, oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve sinir-kas ileti bozuklukları hem sarkopeninin gelişimine neden olmakta hem de hastalık seyrini ağırlaştırmaktadır. Sarkopeninin önlenmesi ve nörodejenerasyonun ilerlemesinin yavaşlatılmasında fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Bu derlemede, sarkopeni ile nörodejeneratif hastalıklar arasındaki ilişki ve bu hastalıklarda kullanılan fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları güncel literatür doğrultusunda ele alınmıştır. Bu çalışmada literatür derlemesi amacıyla, Google Scholar ve PubMed veri tabanları kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fizyoterapi, nörodejenerasyon, rehabilitasyon, sarkopeni

Abstract

Sarcopenia is an important health problem associated with aging and characterised by a decrease in skeletal muscle mass and function. Recent studies have revealed a strong association between sarcopenia and neurodegenerative diseases Parkinson's, Alzheimer's and ALS. Neurodegenerative diseases are characterised by loss of nervous system cells and structural deterioration, which accelerates the loss of muscle mass and function. In these diseases, motor neuron loss, inflammation, oxidative stress, mitochondrial dysfunction and neuromuscular conduction disorders both cause the development of sarcopenia and aggravate the disease course. Physiotherapy and rehabilitation applications are of great importance in preventing sarcopenia and slowing the progression of neurodegeneration. In this review, the relationship between sarcopenia and neurodegenerative diseases and physiotherapy and rehabilitation approaches used in these diseases are discussed in line with the current literature. In this study, Google Scholar and PubMed databases were used for literature review.

Key Words: Physiotherapy, neurodegeneration, rehabilitation, Sarcopenia,

Atıf için (how to cite): Fırat, M. F. (2025). Sarkopeni ve nörodejenerasyon. *Nuh'un Gemisi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(1), 36-44.

Gönderi Tarihi: 30.03.2025, Kabul Tarihi: 22.04.2025, Yayın Tarihi: 30.04.2025

1.Giriş

Sarkopeni, yaşlanma ile ilişkili olarak ortaya çıkan ve kas kütleğinde, kas kuvvetinde ve fiziksel performansta azalma ile karakterize önemli bir sağlık problemidir. Günümüzde sarkopeni, yalnızca yaşlı bireylerde değil, aynı zamanda nörodejeneratif hastalıklar sonucu gelişen kas kaybı açısından da dikkat çekmektedir. Son yıllarda, nörodejeneratif hastalıklar kapsamında yer alan, ancak doğrudan kas kaybına yönelik özel bir tedavi protokolü bulunmayan hastalarda, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının etkinliği değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu hastalıklar arasında Parkinson hastalığı, Alzheimer hastalığı ve Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) gibi ilerleyici sinir sistemi hastalıkları öne çıkmaktadır(Azzolino et al., 2024).

Nörodejeneratif hastalıklar, sinir hücrelerinin kaybına bağlı olarak motor ve kognitif işlevlerde bozulmalara yol açmakta, bunun sonucunda da kas kuvvetinde azalma, hareket kabiliyetinde kısıtlanma ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık kaybı gelişmektedir (Hasan et al., 2023). Sarkopeni, bu süreçte hem nörodejeneratif hastalığın ilerleyişini hızlandıran hem de yaşam kalitesini ciddi şekilde düşüren bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sarkopeninin belirtileri arasında kas kitlesinde azalma, kas gücünde kayıp, yürüme hızında düşüş, denge problemleri ve fonksiyonel kapasitede azalma bulunmaktadır (Santilli et al., 2014). Sarkopeninin etiyopatolojisi; hormonal değişiklikler, inflamasyon, oksidatif stres, motor nöron kaybı, uydu hücre azlığı ve mitokondriyal disfonksiyon gibi çoklu faktörlerle açıklanmaktadır(Fulle et al., 2004). Literatürde Parkinson, Alzheimer ve ALS gibi nörodejeneratif hastalıklarla sarkopeni arasındaki ilişki üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda artış göstermiştir. Bununla birlikte, rehabilitasyon uygulamalarının bu hastalıklarda sarkopeniyi önleme ve tedavi etmedeki etkinliği, potansiyel yararları ve sınırlılıkları halen araştırılmaya devam etmektedir. Bu çalışma, sarkopeni ile nörodejeneratif hastalıklar arasındaki ilişkiyi ele almayı, bu hastalıklarda kullanılan fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını açıklamayı ve güncel literatür doğrultusunda bu uygulamaların etkilerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

2.Yöntem

Bu çalışmada, sarkopeni ve nörodejeneratif hastalıklar arasındaki ilişkiyi ve bu hastalıklarda uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını ele alan güncel literatürün derlenmesi amacıyla Google Scholar ve PubMed veri tabanları kullanılmıştır. Bu veri tabanlarında “sarcopenia”, “neurodegenerative diseases”, “Parkinson disease”, “Alzheimer disease”, “Amyotrophic Lateral Sclerosis” ve “physiotherapy rehabilitation” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan çalışmalar incelenmiştir.

3. Sarkopeni

Sarkopeni, Yunancada "et yoksulluğu" anlamına gelir ve başlangıçta yaşlanmayla birlikte gözlenen ve yaşlı yetişkinlerde bağımsızlık kaybına yol açan önemli bir kas kütlesi ve işlev kaybıdır (Rosenberg, 1997). Sarkopeni, ilerleyici ve yaygın kas kütlesi kaybı, kas kuvvetinde azalma ve fiziksel performans düşüklüğü ile karakterize edilen, özellikle yaşlı bireylerde sık görülen kas-iskelet sistemi hastalığıdır (Cruz-Jentoft et al., 2010). İlk kez Irwin Rosenberg tarafından 1989 yılında tanımlanan sarkopeni, yaşlanmanın doğal bir sonucu olarak değerlendirilmekle birlikte, hareketsizlik, kötü beslenme, kronik hastalıklar ve hormonal değişiklikler gibi

birçok faktör tarafından da hızlandırılabilir (Morley & Sanford, 2019). Sarkopeni günümüzde sadece kas kaybı ile değil, aynı zamanda kas gücü ve fiziksel performans kaybı ile birlikte değerlendirilmektedir (Santilli et al., 2014). Sarkopeni, “kas yetmezliği” olarak tanımlanan patolojik bir durumdur ve “kas gücünde ve işlevde ilerleyici bir kayıp, fiziksel işlevsellikte düşüş ve sakatlık, düşme ve ölüm riskinin artmasına yol açar (Sanchez-Rodriguez et al., 2020).

3.1. Sarkopeni Tanı Kriterleri

Sarkopeni tanısında en yaygın olarak kullanılan kriterler, European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) tarafından geliştirilmiştir. İlk tanımlama 2010 yılında yapılmış, 2018 yılında EWGSOP2 güncellemesiyle daha kapsamlı ve pratik hale getirilmiştir (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019).

EWGSOP2’ye Göre Sarkopeni Tanısı 3 Aşamada Değerlendirilir

Aşama	Parametre	Ölçüm Aracı	Kesim Değeri
Olası Sarkopeni	Kas Kuvveti	El kavrama gücü veya Chair Stand Testi	Erkek: <27 kg, Kadın: <16 kg
Kesin Sarkopeni	Kas Kuvveti	DEXA veya BIA ile ölçüm	Erkek: <7.0 kg/m ² , Kadın: <5.5 kg/m ²
İleri Sarkopeni	Fiziksel Performans	Yürüme hızı, SPPB veya TUG Testi	Yürüme Hızı: <0.8 m/s

(Villani et al., 2020).

3.1.1. Kullanılan Ölçüm Yöntemleri

- ✓ Kas Gücü Ölçümü: El dinamometresi ile el kavrama gücü testi (Limpawattana et al., 2015).
- ✓ Kas Kütlesi Ölçümü:
- ✓ Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA)
- ✓ Bioelektrik Empedans Analizi (BIA)
- ✓ MRI veya BT ile görüntüleme (Vogele et al., 2024).

3.2. Sarkopeni Patofizyolojisi

Sarkopeni, yaşlanma ile ortaya çıkan ve iskelet kaslarında ilerleyici kas kütlesi ve kas fonksiyon kaybı ile karakterize kompleks ve çok faktörlü bir hastalıktır. Sarkopeninin gelişiminde birçok farklı patofizyolojik mekanizma bir arada rol oynamaktadır. Bu mekanizmaların en başında kas protein dengesinin bozulması yer almaktadır. Yaşlanma kas protein sentez hızında azalma olurken, protein yıkımı ise artmaktadır. Bu durum kas kütlesinde kayba yol açan en temel etkenlerden biridir (Damluji et al., 2023).

Bir diğerk önemli mekanizma ise hormon düzeylerinde meydana gelen değışikliklerdir. Yaşla birlikte özellikle testosteron, büyüme hormonu ve insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1) gibi kas yapımı ve korunmasında önemli rol oynayan anabolik hormonların düzeyleri azalır. Bu hormonlardaki düşüş, kas protein sentezinin azalmasına ve kas kaybının hızlanmasına neden olur (Gungor et al., 2021).

Sarkopenide metabolik bozukluklar da önemli bir yer tutmaktadır. İnsülin direnci, yaşlanan bireylerde sık görülen bir durum olup, kas hücrelerinin glukoz alımını ve protein sentezini olumsuz etkiler. İnsülinin kas üzerinde anabolik etkisinin azalması, kas kaybının hızlanmasına neden olmaktadır (Aslam et al., 2023)

İnflamasyon, sarkopeninin gelişiminde rol oynayan bir başka önemli mekanizmadır. Yaşlanmayla birlikte vücutta proinflatuar sitokinlerin (IL-6, TNF- α gibi) seviyeleri artar. Bu artış, kas protein yıkımını artırarak kas kitlesinin azalmasına katkıda bulunur (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019; Tournadre et al., 2019)

Aynı zamanda yaşlanma süreci ile oksidatif stres düzeyleri artar ve mitokondri fonksiyonları bozulur. Oksidatif stres, hücre hasarını ve kas liflerinin yıkımını artırırken, mitokondriyal disfonksiyon da kas hücrelerinin enerji üretimini azaltarak kas zayıflığına ve kaybına neden olur (Walston, 2012).

Kas dokusunun kendini yenilemesi için büyük öneme sahip uydu hücrelerin yaşlanmayla beraber sayısı ve aktivitesi azalır. Bu hücreler kas hasarını onarmada görev aldıkları için aktivitelerinin azalması kas rejenerasyonunun yetersiz kalmasına yol açar (Yang & Chan, 2022)

Bunların yanında, sinir-kas ileti bozuklukları da sarkopeni patofizyolojisinde önemli bir yer tutmaktadır. Yaşla birlikte motor nöron kaybı ve sinaptik iletimde azalma meydana gelir. Bu durum kas lifleri ile sinirler arasındaki bağlantının zayıflamasına, dolayısıyla kas fonksiyonlarının bozulmasına ve kas kaybının artmasına sebep olur (Offord & Witham, 2017).

3.3. Sarkopeni ve Nörodejenerasyon

Sarkopeni ve nörodejenerasyon, yaşlanmanın en önemli ve en sık karşılaşılan sağlık sorunlarından ikisi olarak dikkat çekmektedir. Sarkopeni, iskelet kaslarında kütle ve fonksiyon kaybı ile karakterize iken; nörodejenerasyon, sinir sisteminde hücre kaybı ve yapısal bozulmalar ile tanımlanır. Güncel araştırmalar bu iki durumun birbirinden bağımsız değil, aksine birçok ortak patofizyolojik mekanizma ile birbirini etkileyen süreçler olduğunu ortaya koymaktadır (Gillon, 2019). Sarkopeni ve nörodejenerasyon arasındaki en önemli bağlantı noktası motor nöron kaybıdır. Motor nöronların kaybı hem kasın fonksiyonel kaybına hem de doğrudan kas atrofisine neden olur. Parkinson Hastalığı, Alzheimer Hastalığı ve Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS) gibi nörodejeneratif hastalıklar bu sürecin en belirgin örneklerini oluşturur. Özellikle Parkinson hastalarında motor ünite sayısının azalması kas gücünde ciddi kayıplara yol açmaktadır (Rygiel et al., 2016). Bununla birlikte Parkinson hastalarında görülen beslenme problemleri, enerji yetersizliği ve fiziksel inaktivite sarkopeni gelişimini kolaylaştırmaktadır (Vinciguerra, 2019). Alzheimer Hastalığı da sadece bilişsel fonksiyon kaybı ile değil, aynı zamanda kas kütlesi ve kas gücünde azalma ile ilişkilendirilir. Alzheimer hastalarında inflamasyon, oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon ve nöromüsküler kavşak (NMK) bozuklukları kas kaybını hızlandıran en önemli mekanizmalar arasında yer almaktadır (Wu et al., 2023). Ayrıca Alzheimer hastalığı ile ilişkili olan

APP (Amyloid Precursor Protein)'nin, NMK üzerinde de etkili olması, sinir sistemi ile kas sistemi arasındaki ilişkinin ne kadar yakın olduğunu göstermektedir (Wang et al., 2005).

Amiyotrofik Lateral Skleroz ise sarkopeninin en şiddetli ve hızlı ilerleyen formunun görüldüğü nörodejeneratif hastalıklardan biridir. ALS'de sadece motor nöron kaybı değil, aynı zamanda doğrudan kas hücrelerinde oksidatif stres, mitokondriyal disfonksiyon, inflamasyon ve uydu hücre azalması gibi mekanizmalar da devreye girerek kas kaybını hızlandırmaktadır (Azzolino et al., 2024). ALS hastalarında solunum kaslarının zayıflaması, yutma güçlüğü ve yürüme kaybı gibi ciddi klinik bulgular sarkopeni ile daha da şiddetlenmektedir.

Tüm bu hastalıklarda ortak olan patofizyolojik mekanizmalar; motor nöron kaybı, inflamasyonun artışı (IL-6, TNF- α), oksidatif stresin yükselmesi, mitokondriyal fonksiyon bozuklukları, nöromusküler kavşakta bozulmalar, hormonal değişiklikler ve kas uydu hücrelerinin aktivitesinin azalmasıdır (Nishikawa et al., 2021).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, sarkopeninin sadece kas sağlığı değil, beyin sağlığı ile de çok yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Egzersizle kaslardan salınan miyokinler (örneğin irisin ve BDNF gibi) nöroplastisiteyi artırarak beyin fonksiyonlarını koruyabilmektedir (Morley, 2021).

3.4. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yaklaşımları

Sarkopeni ile görülen nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde en etkin yöntem multidisipliner yaklaşımı temel alan tedavi protokolleridir. Bu hastalarda tedavi sadece farmakolojik ajanlarla sınırlı kalmamakta egzersiz, fizyoterapi, beslenme desteği, fonksiyonel eğitim ve çevresel düzenlemeler birlikte kullanılmaktadır (O'Callaghan et al., 2019).

3.4.1. Egzersiz

Sarkopeni ile ilgili rehabilitasyon yaklaşımlarında en önemli ve etkin tedavi yöntemlerinden biri fiziksel egzersizdir (Cruz-Jentoft & Sayer, 2019). Sarkopeni için egzersiz programlarının türü (direnç, aerobik, denge eğitimi veya çok bileşenli, vb.) büyük farklılıklar göstermektedir. Rezistans Egzersizleri, farklı yaş gruplarında en yapılan çalışmalarda direnç egzersizleri tedavilerde önerilir (Dent et al., 2018). Sarkopeniyi önler ve kas hipertrofisi sağlar. Aerobik Egzersizler: Dolaşım ve oksijenlenmeyi artırır. Denge ve Koordinasyon: Egzersizleri Düşme riskini azaltır (Sayer et al., 2013). Fonksiyonel Egzersizler: Günlük yaşam aktivitelerini destekler. Sarkopeninin yönetimi, kas kuvvetini artırmaya ve yürüme yetisini geliştirmeye yönelik fiziksel tedavi uygulamalarına odaklanmaktadır. Direnç egzersizlerinin, günlük 1–1.5 g/kg düzeyinde protein alımı ile desteklenmesi önerilmektedir. Hem primer hem de sekonder sarkopeni vakalarında egzersiz uygulamaları tedavi protokollerinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Tedavi sürecinde, direnç temelli fiziksel aktiviteler ile birlikte protein takviyeleri veya protein açısından zengin beslenme programları uygulanmalıdır (Cruz-Jentoft et al., 2021).

Parkinson Hastalığında fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları parkinson hastalığında motor belirtiler bradikinezi, rijidite, tremor yanında denge kaybı, postür bozukluğu, yürüme güçlüğü ve düşme riski öne çıkar. Sarkopeni bu hastalarda sık görülür ve fizyoterapi tedavinin ana unsurudur. Postür düzeltme egzersizleri, denge ve koordinasyon eğitimi, fonksiyonel yürüme eğitimi, güçlendirme egzersizleri, treadmill ve robotik

rehabilitasyon, dans terapisi gibi yaklaşımlar mutlaka programa eklenmelidir (Abbruzzese et al., 2016; Elena et al., 2021).

ALS ve Alzheimer'da Özel Yaklaşım; Pasif egzersizler, Kas esnekliği ve kontraktür önleme çalışmaları, Solunum egzersizleri Yutma terapileri (Azzolino et al., 2024). Pasif ve aktif germe egzersizleri, pozisyonlama ve bası yarası önleme, kontraktür ve deformiteyi önleme, hücre aktivitesini destekleyen kas stimülasyonu ve fonksiyonel günlük yaşam aktivitelerine desteklemektir (Azzolino et al., 2024).

Bilişsel ve Fonksiyonel Rehabilitasyon; Alzheimer ve Parkinson gibi hastalıklarda rehabilitasyon sadece kaslara değil zihinsel aktiviteye de odaklanmalıdır. Problem çözme egzersizleri, Hafıza çalışmaları, Fonksiyonel günlük yaşam aktiviteleri eğitimi, Çevresel düzenlemeler ve Aile eğitimi (Jopowicz et al., 2022).

3.4.2. Rehabilitasyonun Nörodejenerasyon Üzerinde Etkisi

Rehabilitasyon, nörodejeneratif hastalıkların yönetiminde sadece yardımcı bir uygulama değil, hastalığın seyrini yavaşlatma ve hastanın yaşam kalitesini artırma açısından temel bir tedavi basamağıdır. Parkinson, Alzheimer ve ALS gibi hastalıklarda nörodejenerasyon sonucunda motor ve bilişsel becerilerin kaybı kaçınılmazdır. Bu süreçte rehabilitasyonun amacı hem mevcut fonksiyonları korumak hem de nöroplastisiteyi artırmaktır (Hasan et al., 2023). Egzersiz ve fizyoterapinin beyinde nöroplastisiteyi artırdığı, sinaptik yapıları ve bağlantıları güçlendirdiği gösterilmiştir. Bu etki sayesinde nörodejenerasyonun ilerleme hızı azalabilir (Mahalakshmi et al., 2020; Marques-Aleixo et al., 2021). Rehabilitasyon, motor ve bilişsel sistemleri aynı anda destekleyerek hem kas sağlığını hem de beyin sağlığını korur (Levin & Bogolepova, 2020). Alzheimer ve Parkinson hastalarında erken dönemde başlanan fiziksel ve kognitif rehabilitasyonun, hastalık seyrini değiştirebilecek potansiyeli olduğu gösterilmiştir (Faieta et al., 2024).

4.Sonuç

Sarkopeni ve nörodejeneratif hastalıklar arasında güçlü ve çok yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Ortak patofizyolojik mekanizmalar olan motor nöron kaybı, inflamasyon, oksidatif stres ve mitokondriyal disfonksiyon bu iki sürecin bağlantısını açıklamaktadır. Sarkopeninin nörodejeneratif hastalıklarda görülme sıklığının artması, yaşam kalitesinde düşüş ve fonksiyon kaybı gibi önemli klinik sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları hem sarkopeninin önlenmesi hem de nörodejenerasyonun ilerleyişinin yavaşlatılması açısından büyük önem taşımaktadır. Egzersiz, solunum terapileri, fonksiyonel eğitim ve beslenme desteği gibi multidisipliner yaklaşımlar tedavi sürecinin temelini oluşturmaktadır. Sonuç olarak, erken dönemde başlanan ve düzenli uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon programları, hastaların bağımsızlığını ve yaşam kalitesini koruma açısından vazgeçilmez bir tedavi basamağıdır.

Yazarların Katkısı

Konu seçimi: MÖF; Tasarım: MÖF; Planlama: MÖF; Veri toplama ve analiz: MÖF; Makalenin yazımı: MÖF; Eleştirel gözden geçirme: MÖF.

Çıkar Çatışması

Herhangi bir kurum veya kuruluş ile ilgili bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

5. Kaynakça

- Abbruzzese, G., Marchese, R., Avanzino, L., & Pelosin, E. (2016). Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges. *Parkinsonism & Related Disorders*, 22, S60–S64.
- Aslam, M. A., Ma, E. B., & Huh, J. Y. (2023). Pathophysiology of sarcopenia: Genetic factors and their interplay with environmental factors. *Metabolism*, 149, 155711.
- Azzolino, D., Piras, R., Zulueta, A., Lucchi, T., & Lunetta, C. (2024). Amyotrophic lateral sclerosis as a disease model of sarcopenia. *Age and Ageing*, 53(9), afae209.
- Cruz-Jentoft, A. J., Baeyens, J. P., Bauer, J. M., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., Martin, F. C., Michel, J.-P., Rolland, Y., & Schneider, S. M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age and Ageing*, 39(4), 412–423.
- Cruz-Jentoft, A. J., & Sayer, A. A. (2019). Sarcopenia. *The Lancet*, 393(10191), 2636–2646.
- Cruz-Jentoft, A. J., Romero-Yuste, S., Chamizo Carmona, E., & Nolla, J. M. (2021). Sarcopenia, immune-mediated rheumatic diseases, and nutritional interventions. *Aging Clinical and Experimental Research*, 1–11.
- Damluji, A. A., Alfaraidhy, M., AlHajri, N., Rohant, N. N., Kumar, M., Al Malouf, C., Bahrainy, S., Ji Kwak, M., Batchelor, W. B., & Forman, D. E. (2023). Sarcopenia and cardiovascular diseases. *Circulation*, 147(20), 1534–1553.
- Dent, E., Morley, J., Cruz-Jentoft, A., Arai, H., Kritchevsky, S., Guralnik, J., Bauer, J., Pahor, M., Clark, B., & Cesari, M. (2018). International clinical practice guidelines for sarcopenia (ICFSR): Screening, diagnosis and management. *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 22(10), 1148–1161.
- Elena, P., Demetris, S., Christina, M., & Marios, P. (2021). Differences between exergaming rehabilitation and conventional physiotherapy on quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 12, 683385.
- Faieta, J., Ebuenyi, I. D., Devos, H., Reynolds III, C. F., & Rodakowski, J. (2024). The role of rehabilitation for early-stage Alzheimer's disease and related dementias: Practice and priorities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 105(4), 792–795.
- Fulle, S., Protasi, F., Di Tano, G., Pietrangelo, T., Beltramin, A., Boncompagni, S., Vecchiet, L., & Fanò, G. (2004). The contribution of reactive oxygen species to sarcopenia and muscle ageing. *Experimental Gerontology*, 39(1), 17–24.
- Gillon, A. (2019). Is sarcopenia a neurodegenerative disease? *University of Otago*.
- Gungor, O., Ulu, S., Hasbal, N. B., Anker, S. D., & Kalantar-Zadeh, K. (2021). Effects of hormonal changes on sarcopenia in chronic kidney disease: Where are we now and what can we do? *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 12(6), 1380–1392.
- Hasan, I., Reza, M. S., Haider, S. S., Haque, M. E., & Emran, T. B. (2023). Disease-specific recommendation for rehabilitation: Perspective from neurodegenerative diseases. *Annals of Medicine and Surgery*, 85(1), 64–66.

*Sorumlu yazar: mozkan@agri.edu.tr



- Jopowicz, A., Wiśniowska, J., & Tarnacka, B. (2022). Cognitive and physical intervention in metals' dysfunction and neurodegeneration. *Brain Sciences*, 12(3), 345.
- Levin, O., & Bogolepova, A. (2020). Cognitive rehabilitation of patients with neurodegenerative diseases. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni SS Korsakova*, 120(5), 110–115.
- Limpawattana, P., Kotruchin, P., & Pongchaiyakul, C. (2015). Sarcopenia in Asia. *Osteoporosis and Sarcopenia*, 1(2), 92–97.
- Mahalakshmi, B., Maurya, N., Lee, S.-D., & Bharath Kumar, V. (2020). Possible neuroprotective mechanisms of physical exercise in neurodegeneration. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5895.
- Marques-Aleixo, I., Belez, J., Sampaio, A., Stevanović, J., Coxito, P., Gonçalves, I., Ascensão, A., & Magalhães, J. (2021). Preventive and therapeutic potential of physical exercise in neurodegenerative diseases. *Antioxidants & Redox Signaling*, 34(8), 674–693.
- Morley, J. E. (2021). Sarcopenia and the brain. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 79, 373–375.
- Morley, J. E., & Sanford, A. (2019). Screening for sarcopenia. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 23(6), 768–770.
- Nishikawa, H., Fukunishi, S., Asai, A., Yokohama, K., Nishiguchi, S., & Higuchi, K. (2021). Pathophysiology and mechanisms of primary sarcopenia. *International Journal of Molecular Medicine*, 48(2), 1–8.
- O'Callaghan, S., Quinn, S., Digan, E., Fox, E., Madden, R., Sheridan, C., Hogan, P., & Kennelly, S. (2019). A clinical audit of detection and management of sarcopenia in older persons' specialist rehabilitation services in an academic teaching hospital. *Age and Ageing*, 48.
- Offord, N. J., & Witham, M. D. (2017). The emergence of sarcopenia as an important entity in older people. *Clinical Medicine*, 17(4), 363–366.
- Rosenberg, I. H. (1997). Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *The Journal of Nutrition*, 127(5), 990S–991S.
- Rygiel, K. A., Picard, M., & Turnbull, D. M. (2016). The ageing neuromuscular system and sarcopenia: A mitochondrial perspective. *The Journal of Physiology*, 594(16), 4499–4512.
- Sanchez-Rodriguez, D., Marco, E., & Cruz-Jentoft, A. J. (2020). Defining sarcopenia: Some caveats and challenges. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 23(2), 127–132.
- Santilli, V., Bernetti, A., Mangone, M., & Paoloni, M. (2014). Clinical definition of sarcopenia. *Clinical Cases in Mineral and Bone Metabolism*, 11(3), 177.
- Sayer, A. A., Robinson, S. M., Patel, H. P., Shavlakadze, T., Cooper, C., & Grounds, M. D. (2013). New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age and Ageing*, 42(2), 145–150.

- Tournadre, A., Vial, G., Capel, F., Soubrier, M., & Boirie, Y. (2019). Sarcopenia. *Joint Bone Spine*, 86(3), 309–314.
- Villani, A., McClure, R., Barrett, M., & Scott, D. (2020). Diagnostic differences and agreement between the original and revised European Working Group (EWGSOP) consensus definition for sarcopenia in community-dwelling older adults with type 2 diabetes mellitus. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 89, 104081.
- Vinciguerra, M. (2019). Sarcopenia and Parkinson's disease: Molecular mechanisms and clinical management. In *Sarcopenia* (pp. 375–399). CRC Press.
- Vogele, D., Mueller, T., Wolf, D., Otto, S., Manoj, S., Goetz, M., Ettrich, T. J., & Beer, M. (2024). Applicability of the CT radiomics of skeletal muscle and machine learning for the detection of sarcopenia and prognostic assessment of disease progression in patients with gastric and esophageal tumors. *Diagnostics*, 14(2), 198.
- Walston, J. D. (2012). Sarcopenia in older adults. *Current Opinion in Rheumatology*, 24(6), 623–627.
- Wang, P., Yang, G., Mosier, D. R., Chang, P., Zaidi, T., Gong, Y.-D., Zhao, N.-M., Dominguez, B., Lee, K.-F., & Gan, W.-B. (2005). Defective neuromuscular synapses in mice lacking amyloid precursor protein (APP) and APP-like protein 2. *Journal of Neuroscience*, 25(5), 1219–1225.
- Wu, M.-Y., Zou, W.-J., Lee, D., Mei, L., & Xiong, W.-C. (2023). APP in the neuromuscular junction for the development of sarcopenia and Alzheimer's disease. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 7809.
- Yang, Q., & Chan, P. (2022). Skeletal muscle metabolic alteration develops sarcopenia. *Aging and Disease*, 13(3), 801.