



Sarkopenik Obezitede Egzersiz Yaklaşımları

Exercise Approaches in Sarcopenic Obesity

Muhammed YURTSEVEN

MY: 0000-0001-7043-7855

İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Fizyoterapi Programı, İstanbul-Türkiye

Öz

Sarkopenik obezite prevalansı, özellikle yaşlanan bireyler arasında dünya çapında artış göstermektedir. İskelet kası kütlesi ve fonksiyonundaki azalma (sarkopeni) ve yağ kütlesindeki artış (obezite), kronik hastalıkların prognozunu kötüleştiren ve fiziksel sınırlamaların gelişimine önemli ölçüde katkıda bulunan problemlerdir. Sarkopeni ve obezite olarak adlandırılan bu iki durumun kombinasyonu, olumsuz sağlık sorunlarının ortaya çıkma ihtimalini daha fazla arttıran önemli bir risk faktörüdür. Literatürde, sarkopenik obeziteyi önlemenin ve/veya tedavi etmenin önemi birçok klinik çalışmada vurgulanmaktadır. Egzersiz, sarkopenik obezitenin tedavisinde kullanılan anahtar bileşenlerden biridir. Bu nedenlerle bu derlemenin amacı, yaşlı yetişkinlerde sarkopenik obeziteyi önlemek ve/veya tedavi etmek için kullanılan çeşitli egzersiz stratejileri ile ilgili güncel araştırmaları bir araya getirmek ve tartışmaktır.

Anahtar kelimeler: Sarkopeni, obezite, egzersiz, tedavi

Abstract

The prevalence of sarcopenic obesity is rising worldwide—especially among decaying populations. The decrease in skeletal muscle mass and function (sarcopenia) and the increase in fat mass (obesity) are problems that worsen the prognosis of chronic diseases and significantly contribute to the development of physical limitations. The combination of the two conditions, called sarcopenic obesity, is an important risk factor that further increases the likelihood of adverse health problems. In the literature, the importance of preventing and/or treating sarcopenic obesity is emphasized in many clinical studies. Exercise is one of the key components used in the treatment of sarcopenic obesity. Therefore, this review aims to gather and discuss current research on various exercise strategies used to prevent and treat sarcopenic obesity in older adults.

Keywords: Sarcopenia, obesity, exercise, treatment

1. GİRİŞ

Dünya nüfusu hızla yaşlanmaktadır. 2050 yılında toplam nüfusun yaklaşık %22'sinin 60 yaşından büyük olacağı ve yaklaşık %5'inin 80 yaşından büyük olacağı tahmin edilmektedir (1). İnsanlar yaş aldıkça bedensel kısıtlılıkların ortaya çıkması birçok etkenin birleşimi sonucu oluşur. Aynı zamanda, meydana gelen önemli durumlardan biri, sarkopeni adı verilen bozulmuş iskelet kası fonksiyon durumu ile birlikte görülen iskelet kası kütlesinin azalmasıdır (2). Yaşlı yetişkinlerde fiziksel sınırlamalara eşlik eden başka bir klinik durum da obezitedir (3). Bu iki kavramın bir arada bulunması sarkopenik obezite (SO) olarak adlandırılır. Obezite ve sarkopeni ayrı ayrı fiziksel kısıtlılıklara yol açtığından birlikte meydana geldiğinde

daha fazla zararlı bir etki oluşturur (4,5). Ayrıca SO'nun, çeşitli kronik hastalıklara ek olarak metabolik sendrom riskini arttırdığı tespit edilmiştir (6). Bu nedenle SO'nun önlenmesi ve tedavi edilmesi bireyin sağlıklı yaşlanması açısından önem arz etmektedir (7). Literatürde egzersizin SO'lu hastaların semptomlarını tedavi ettiğine dair kanıtlar mevcuttur. Bu nedenlerle bu derlemenin amacı, yaşlı yetişkinlerde sarkopenik obeziteyi önlemek ve tedavi etmek için kullanılan çeşitli egzersiz stratejileri ile ilgili en son araştırmaları bir araya getirmek ve tartışmaktır.

SARKOPENİK OBEZİTE

Sarkopenik obezite(SO) ile ilgili tanımlar henüz

* T.C. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, VIII. Egzersiz Fizyolojisi Sempozyumu'nda sözel bildiri olarak sunulmuştur. (Yeni Yüzyıl Üniversitesi Alev Ofluoğlu Konferans Salonu, Cevizlibağ-Zeytinburnu-İstanbul)



literatürde netlik kazanmamıştır. Fakat özetle SO, yüksek adipozite ve sarkopeninin birlikte ortaya çıkması olarak tanımlanır; bu terim, başlangıçta yaşlılarda teşhis edilen, ancak tüm yaş spektrumunda mevcut olan düşük iskelet kasi kütlesi, gücü ve fiziksel fonksiyonu tanımlamak için türetilmiştir (8,9). SO'yu tanımlamadaki zorluklar, esas olarak zıt vücut kompozisyonu değişikliklerinin bir sonucu olmuştur. Vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi (VKİ) artan yaşla birlikte nispeten değişmeden kalırken, mutlak iskelet kasi kütlesi azalır ve (viseral) yağ kütlesi artar (10). SO teşhisi için tek başına ağırlık veya VKİ kullanımı, bu nedenle durumun yanlış yorumlanmasına yol açabilir (11). Potansiyel olarak yalnızca bu değerlendirmeye odaklanmak, durumun kötüleşmesine neden olabilecek yanlış tedavi yöntemlerinin uygulanmasına neden olabilir. Bu nedenle, SO'yu tanımlamak her zaman vücut yağını, iskelet kasi kütlesini ve ideal olarak kas gücünü ölçmek de dahil olmak üzere bir yöntem kombinasyonunu içermelidir (7).

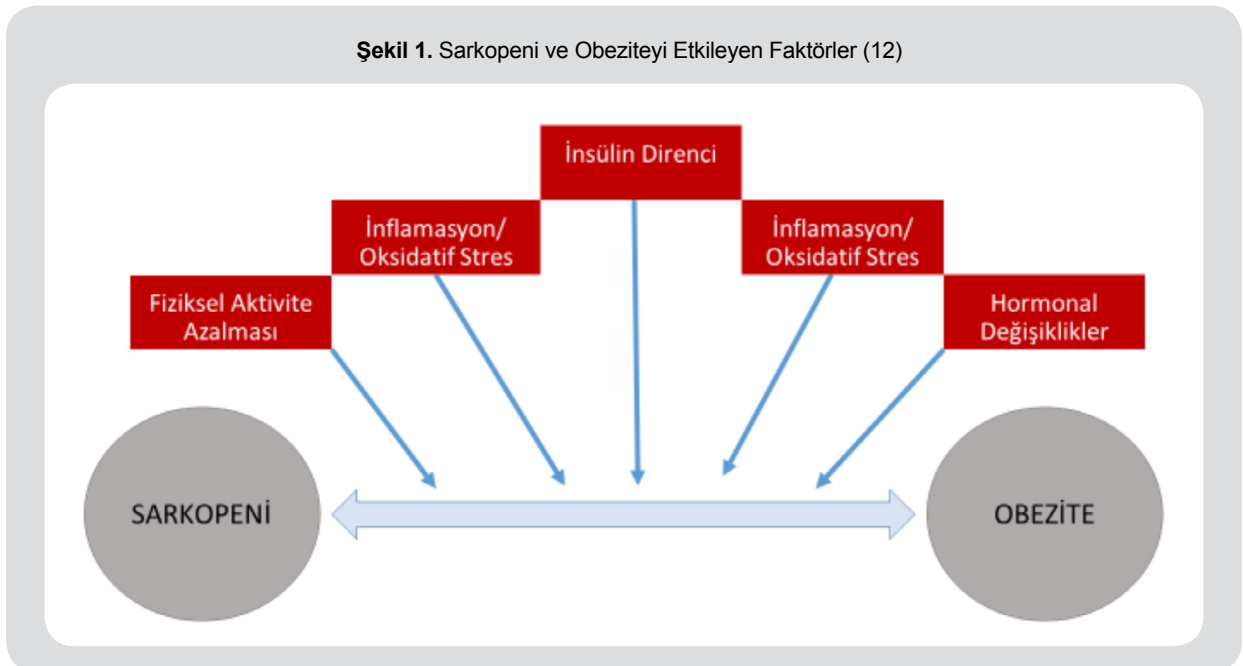
Artmış proinflatuar sitokinler, oksidatif stres, insülin direnci ve hormonal değişiklikler ve azalmış fiziksel aktivite gibi patofizyolojik mekanizmaların etkileşimi gibi sarkopenik obeziteye neden olan birçok faktör vardır (12) (Şekil 1).

Yaşa bağlı SO genellikle fiziksel aktivite eksikliğinden kaynaklanır. Yaşlı yetişkinler fiziksel aktiviteyi azaltma eğilimindedir ve bu da ciddi kas gücü kaybına katkıda bulunur. Daha sonra atrofik kaslar, yaşlı yetişkinlerin egzersiz yapmasını daha da zorlaştırarak sedanter yaşam tarzına sebep olur. Çok sayıda çalışma, kilo vermek ve kas gücünü artırmak için fiziksel aktivitenin gerekli olduğunu kanıtlamıştır, bu da SO durumunu iyileştirmek için faydalıdır (13, 14).

SARKOPENİK OBEZİTE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

SO değerlendirmesinde, kas kütlesi, kas gücünü ve fiziksel performansı değerlendirmek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır (Tablo 1) (12). Orta-üst kol çevresi, baldır çevresi ve deri kıvrım kalınlığı gibi antropometrik ölçümler, hataya meyilli olduklarından sarkopeni teşhisi için önerilmemektedir (10). Bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik rezonans görüntüleme (MRG), yağı diğer yumuşak dokulardan etkili bir şekilde ayırt edebilir, bu da bu iki değerlendirme yöntemini kas kütlesini değerlendirmek için standart teknikler haline getirir (10). Bununla birlikte, sınırlı erişim, yüksek maliyet ve radyasyon riski bu tekniklerin klinik uygulamada daha geniş kullanımını engellemektedir. Bu nedenle, vücut

Şekil 1. Sarkopeni ve Obeziteyi Etkileyen Faktörler (12)



Kas Kütlesi	Kas Gücü	Fiziksel Performans
Antropometrik Ölçümler	El Kavrama Kuvveti	Kısa Fiziksel Performans Bataryası
Bilgisayarlı Tomografi (BT)	Diz Fleksiyon/Ekstansiyonu	Normal Yürüme Hızı
Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)		Zamanlı Kalk ve Yürü Testi
Dual-enerji X-ray absorbsiyometri (DEXA)		
Biyoelektrik impedans analizi (BİA)		

Tablo 1. Sarkopenik Obezite Kas Kütlesi, Kas Gücü ve Fiziksel Performans Değerlendirmeleri (12)

kompozisyonunu doğru bir şekilde değerlendirmek için dual-enerji X-ray absorpsiyometri (DEXA) tercih edilen yöntemdir. Nispeten düşük radyasyonla iyi hassasiyet ve güvenlik nedeniyle araştırma çalışmalarında kas kütlesini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılır (15). Bu nedenle, SO'yu DEXA kullanarak değerlendirmek, mevcut sarkopeni tanımlarının çoğunda standart bir kriter haline gelmiştir. Biyoelektrik impedans analizi (BİA), DEXA'ya göre taşınabilir bir alternatif olarak kabul edilen ucuz, kullanımı kolay ve tekrarlanabilir bir yöntemdir. Bununla birlikte, ne DEXA ne de BİA, hücre dışı ve hücre içi su arasında ayırım yapamaz, bu da bu teknikleri hastanın hidrasyon durumuna bağlı olarak hataya meyilli hale getirir (15).

SARKOPENİK OBEZİTE TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Kalori kısıtlaması ve protein takviyesi gibi beslenme yaklaşımları, egzersiz stratejileri ve fiziksel aktivite dahil olmak üzere yaşam tarzı müdahaleleri SO tedavisinin ayırt edici özellikleridir (16).

Egzersiz kardiyovasküler hastalık, pulmoner hastalık, diyabet ve bazı kanserler gibi çeşitli popülasyonlardaki farklı durumların tedavisinde etkili bir strateji olduğu

bulunmuştur (17). Ek olarak, obeziteyi önlemek veya tedavi etmek için bir strateji olarak egzersiz, literatürde sıklıkla önerilmiş ve bu alanda birçok geniş çaplı araştırma yapılmıştır (18). Aynı zamanda, egzersiz sarkopenik yaşlı yetişkinlerde kas kütlesini, kas gücünü ve fiziksel performansı iyileştirmek için yaygın olarak kullanılan bir stratejidir (19).

SARKOPENİK OBEZİTEDE EGZERSİZ STRATEJİLERİ

Egzersiz sarkopeni ve obezite parametrelerinde iyileşme sağlayabileceği potansiyel mekanizmalar multifaktöriyeldir. Egzersiz SO'lu hastalarda, hormonal dengeyi etkileyebilir, oksidatif stresi azaltabilir, mitokondriyal sentezi indükleyebilir ve kas oksidatif kapasitesini iyileştirebilir (19-22). Ayrıca egzersiz, hem sarkopenik hem de obez popülasyonlarda el-kavrama gücü, yürüme hızı, denge ve aerobik kapasite gibi fiziksel fonksiyonel parametrelerini iyileştirebilir (23).

Egzersiz SO'lu hastalarda temel amacı; esnekliği artırıp kas kuvvet ve dayanıklılığını geliştirerek hastaların mobilitesini ve bağımsızlığını sağlamaktır. Egzersiz reçetesi oluşturulurken, egzersiz eğitiminin

yoğunluğunu, süresini, sıklığını ve ilerlemesini dikkate almak önemlidir. Egzersiz hem sarkopeni hem de obezitede vücut kompozisyonu parametrelerini iyileştirmek için etkili bir strateji olduğundan, SO'ya karşı bir strateji olarak literatürde kapsamlı bir şekilde tartışılmaktadır (7). Bu derlemede, farklı egzersiz türlerinin SO parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu egzersiz türleri; direnç, ekzantrik, aerobik, kombine egzersiz ve elektroterapi olarak sınıflandırılarak anlatılmıştır.

Direnç Egzersizi

Direnç egzersizi kas hipertrofisi sağlamak ve yaşlı yetişkinlerde kas fonksiyonunu ve gücünü iyileştirmek için en etkili egzersiz stratejisi olarak görülmektedir (24-27).

Çalışmaların çoğu yaşlı, sarkopenik olmayan obez yetişkinler arasında yapılmıştır. Örneğin, 50 yaş ve üzeri toplam 1328 katılımcıyla yapılan 49 çalışmanın meta-analizi sonucunda, haftada iki ila üç kez ortalama 20.5 haftalık direnç egzersiz eğitiminden sonra iskelet kası kütlelerinin yaklaşık 1,1 kg arttığı gözlemlenmiştir (26). Peterson ve arkadaşlarının 1079 yaşlı yetişkin üzerinde yaptığı başka bir meta-analiz, direnç egzersizinin ortalama 18 haftada kas gücünde %33'e varan artış sağlayabileceğini ortaya koymuştur (25). Bu nedenle, direnç egzersizi yaşlı yetişkinlerde sarkopeniye karşı koymak için güçlü bir stratejidir.

SO'lu hastalarda, direnç egzersizinin vücut kompozisyonu ve iskelet kası fonksiyonu üzerindeki etkisi anlamındaki çalışmalar daha az sayıdadır. Vasconcelos ve ark. yaptığı bir çalışmada; egzersiz yapmayan SO'lu yaşlı kadın kontrol grubuyla 10 haftalık bir direnç egzersiz programına katılan SO'lu yaşlı kadınlar karşılaştırıldığında; direnç egzersizinin fiziksel fonksiyon ve kas gücünü iyileştirmede etkili olmadığını görülmüştür (28). Müdahalenin nispeten kısa süresi ve küçük örneklem büyüklüğü bu sonuca katkıda bulunmuş olabilir. Gadelha ve ark.yaptığı bir çalışmada, 24 haftalık direnç egzersiz eğitiminden sonra, kontrol grubuna kıyasla hem güç hem de iskelet kası kütlelerinde iyileşmeler tespit edilmiştir (29). Ayrıca, Liao ve ark. ve Huang ve ark. yaptığı benzer çalışmalarda, 12 haftalık bir direnç egzersiz eğitimi çalışması, SO'lu yaşlı kadınlarda elastik bant direnç egzersizinin etkisini incelemiş ve egzersiz yapmayan gruba kıyasla iskelet kası kütlesi ve fiziksel kapasitenin

önemli ölçüde arttığını göstermiştir. Buna ek olarak çalışmada, yağ kütlelerinde de önemli bir azalma görülmüştür (30, 31). Chen ve ark. yaptığı bir başka çalışmada, 60 SO'lu yaşlı yetişkinde 8 haftalık direnç egzersizinin, egzersiz yapmayan gruba kıyasla iskelet kası kütlelerinin korunmasını, yağ kütlelerinin azalmasını ve kavrama gücünün artmasını sağladığı bildirilmiştir (32).

Ekzantrik Egzersiz

Ekzantrik egzersiz, kasın gerilirken (örneğin; merdivenlerden inerken) aynı zamanda kasıldığı daha az enerji tüketimi ile kas gücünü artırma avantajına sahip olan bir egzersiz şeklidir (33,34). Geriatrik bir popülasyonda (14 kadın ve 14 erkek, ortalama yaş 80, SO'lu olmayan) yapılan bir çalışma, 12 haftalık ekzantrik ve konsantrik egzersizler karşılaştırıldığında ekzantrik egzersizin kas gücü ve vücut kompozisyonunu konsantrik egzersiz grubuna kıyasla daha fazla geliştirdiği gözlemlenmiştir (35). Katsura ve ark. yaptığı bir çalışmada da, 8 haftalık ekzantrik egzersiz eğitiminin, konsantrik egzersiz karşılaştırıldığında, SO'lu olmayan yaşlı yetişkinlerin alt ekstremitte kuvvetini, hareketliliğini ve postural stabilitesini iyileştirmede daha etkili olduğunu göstermektedir. Bu, fiziksel fonksiyonu sürdürmek ve iyileştirmek için hareketlerde ekzantrik kas kasılmalarını vurgulamanın önemini ortaya koymaktadır (36). Bunun dışında ekzantrik egzersiz, Tip 2 diyabet, nörolojik hastalıklar ve kardiyorespiratuar patolojileri olan hasta grupları gibi çeşitli hasta gruplarının rehabilitasyonunda halihazırda kullanılan bir yöntemdir (37).

Bahsedilen çalışmalar SO'lu bireyleri içermese de, ekzantrik egzersiz aynı anda yağ kütlelerini ve iskelet kası kütlelerini hedef aldığından (7) potansiyel olarak bu popülasyon için etkili bir strateji olabilir.

Aerobik Egzersiz

Aerobik egzersiz, mitokondriyal adaptasyonu başlatma (38), kardiyovasküler fonksiyonu geliştirme (39) ve kas dokusunun kapiler yoğunluğunu artırma (40) etkileriyle aerobik kapasiteyi geliştirme potansiyeline sahiptir.

Yapılan çalışmalarda aerobik egzersizin SO'lu yaşlı yetişkinlerde aerobik kapasiteyi geliştirdiği ve yağ

kütlesini azaltma yönünde olumlu etkileri olduğuna dair bilgiler yer almaktadır (41). Fakat literatürde bu bilgiler desteklense de konuyla ilgili kaynaklar sınırlı kalmaktadır. Yaptığımız literatür taramasına göre, yalnızca bir çalışma SO'lu bireylerde aerobik egzersiz tek başına uygulayarak etkilerini incelemiştir. Bu randomize kontrollü çalışmaya, SO'lu 60 yaşlı yetişkin dahil edilmiştir. Katılımcılara 8 hafta boyunca aerobik egzersiz uygulaması yapılmıştır. 8 haftanın sonunda katılımcılarda vücut yağ kütlesinin, visceral yağın ve iskelet kası kütlesinin korunduğu tespit edilmiştir (32). Bu nedenle literatürde aerobik egzersizin SO'lu yaşlı yetişkinler üzerindeki spesifik etkilerini tanımlamak açısından daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, aerobik egzersiz; direnç egzersizi veya beslenme gibi diğer stratejilerle birlikte uygulanarak, SO tedavi hedeflerinde olumlu sonuçlar ortaya koyabilir.

Kombine Egzersiz

Kombine egzersiz, hem direnç egzersizi hem de aerobik egzersizin birleşimidir. Hem direnç egzersizi hem de aerobik egzersizin SO'da çeşitli vücut kompozisyon parametreleri üzerinde potansiyel olarak olumlu etkileri vardır ve kas fonksiyonunu iyileştirebilir. Ayrıca, bu etkiye ek olarak, eşzamanlı egzersiz olarak adlandırılan bu stratejilerin kombinasyonu da yağ kütlesi azalmasını sağlayabilir. Bu nedenle kombine egzersiz, iskelet kası kütlesini ve fonksiyonunu iyileştirmek ve aynı zamanda SO'lu yaşlı yetişkinlerde yağ kütlesi kaybını desteklemek için önemli bir strateji olabilir (7).

Villareal ve ark. yaptığı bir çalışmada SO tanılı 139 kadına, 12 hafta boyunca 60 dakika sürecek şekilde haftada iki kez kombine egzersiz uygulaması yapmıştır. 12 haftalık kombine egzersiz sonrasında SO'lu kadınlarda diz ekstansiyon kuvvetinin arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kombine egzersiz sonrası, kol ve bacak kas kütlesinde önemli bir artış ve toplam vücut yağ kütlesinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir (42). Park ve ark. SO'lu 50 yaşlı yetişkin kadını dahil ettiği bir çalışmada, 24 hafta boyunca haftada 5 kez 50-80 dakika direnç ve aerobik eğitimden oluşan kombine egzersizin karotis intima-media kalınlığını azalttığı ve karotis akış hızının arttığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle kombine egzersizin SO'lu yaşlı kadınlarda

kardiyovasküler hastalık riskinin iyileşmesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir (43).

Sınırlı kanıt mevcut olmasına rağmen, bu sonuçlar kombine egzersizin SO üzerindeki potansiyel yararlı etkisini göstermektedir.

Elektrik Stimülasyonu

Elektrik stimülasyonu, iskelet kası kasılmasını simüle etmek için son zamanlarda popüler bir teknik haline gelmiştir. Bu yöntem obez ve sarkopenik hastaların fiziksel aktivite yapması için alternatif bir yol olabilir. Kemmler ve ark. yaptığı bir çalışmada, spesifik olarak SO'lu popülasyonda, elektrik stimülasyonunu başka bir müdahale olmaksızın kontrol grubu ile karşılaştırmıştır. Elektrik stimülasyonunun toplam vücut yağında daha güçlü bir azalma ve kas kuvvetinde bir artış sağladığı gözlemlenmiştir (44). Aynı zamanda elektrik stimülasyon ile tedavi edilen hastalarda herhangi bir yan etki tespit edilmemiştir. Bu nedenle fiziksel aktivite yapamayan hastalarda elektrostimülasyonun uygun bir yöntem olup olmadığı halen tartışılmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmalarda kullanılan farklı egzersiz protokollerinin SO'lu hastalardaki olumlu etkileri egzersizin tedavi seçeneği olarak kullanılabilir. Fakat yine de SO tedavisinde kullanılan egzersiz ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. Bunun dışında SO tedavi yaklaşımlarıyla ilgili araştırmalarda egzersiz dışında beslenme stratejilerinin de önemli bir yeri vardır. Fakat bizim çalışmamız spesifik olarak yalnızca egzersiz yaklaşımlarının etkileri üzerine odaklanmaktadır. İleride yapılacak olan çalışmaların SO tedavisi için beslenme veya egzersiz ile birlikte beslenme stratejileri konularına yönelik yapılması literatürün gelişmesi açısından faydalı olacaktır.

Received/Geliş Tarihi: 27.5.2022

Accepted/Kabul Tarihi: 06.12.2022

KAYNAKLAR

1. United Nations . In: Population Ageing and Development. Affairs D.o.E.a.S., editor. United Nations; New York, NY, USA: 2012.
2. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, Martin FC, Michel JP, Rolland Y, Schneider SM, Topinková E, Vandewoude M, Zamboni M, European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010 Jul; 39(4):412-23.
3. Jensen GL, Hsiao PY. Obesity in older adults: relationship to functional limitation. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2010 Jan; 13(1):46-51.
4. Lee DC, Shook RP, Drenowatz C, Blair SN. Future Sci OA. Physical activity and sarcopenic obesity: definition, assessment, prevalence and mechanism. 2016 Sep; 2(3):FSO127.
5. Batsis JA, Zbhehlik AJ, Pidgeon D, Bartels SJ. Dynapenic obesity and the effect on long-term physical function and quality of life: data from the osteoarthritis initiative. *BMC Geriatr*. 2015 Oct 8; 15(1):118.
6. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: a new category of obesity in the elderly *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008 Jun; 18(5):388-95.
7. Trouwborst, I., Verreijen, A., Memelink, R., Massanet, P., Boirie, Y., Weijjs, P., & Tieland, M. (2018). Exercise and Nutrition Strategies to Counteract Sarcopenic Obesity. *Nutrients*, 10(5), 605. doi:10.3390/nu10050605.
8. A population-based approach to define body-composition phenotypes. Prado CM, Siervo M, Mire E, Heymsfield SB, Stephan BC, Broyles S, Smith SR, Wells JC, Katzmarzyk PT. *Am J Clin Nutr*. 2014 Jun; 99(6):1369-77.
9. Prevalence of sarcopenia among healthy ambulatory subjects: the sarcopenia begins from 45 years. Cherin P, Voronska E, Fraoucene N, de Jaeger C. *Aging Clin Exp Res*. 2014 Apr; 26(2):137-46.
10. 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., et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010;39:412–423. doi: 10.1093/ageing/afq034.
11. Johnson Stoklossa C.A., Sharma A.M., Forhan M., Siervo M., Padwal R.S., Prado C.M. Prevalence of Sarcopenic Obesity in Adults with Class II/III Obesity Using Different Diagnostic Criteria. *J. Nutr. Metab*. 2017;2017:7307618. doi: 10.1155/2017/7307618.
12. Choi, K. M. (2016). Sarcopenia and sarcopenic obesity. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 31(6), 1054–1060. doi:10.3904/kjim.2016.193.
13. Patel VS, Chan ME, Rubin J, Rubin CT. Marrow adiposity and hematopoiesis in aging and obesity: exercise as an intervention. *Curr Osteoporos Rep*. (2018) 16:1–11. 10.1007/s11914-018-0424-1.
14. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol*. (2012) 8:457–65. 10.1038/nrendo.2012.49.
15. Edwards MH, Buehring B. Novel approaches to the diagnosis of sarcopenia. *J Clin Densitom*. 2015;18:472–477.
16. Batsis, J. A., & Villareal, D. T. (2018). Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. *Nature Reviews Endocrinology*, 14(9), 513–537. doi:10.1038/s41574-018-0062-9.
17. Reiner M., Niermann C., Jekauc D., Woll A. Long-Term Health Benefits of Physical Activity—A Systematic Review of Longitudinal Studies. *BMC Public Health*. 2013;13:813. doi: 10.1186/1471-2458-13-813.
18. Vissers D., Hens W., Teaymans J., Beayens J., Poortmans J., van Gaal L. The Effect of Exercise on Visceral Adipose Tissue in Overweight Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*. 2013;8:e56415. doi: 10.1371/journal.pone.0056415.
19. Joseph AM, Adhietty PJ & Leeuwenburgh C Beneficial effects of exercise on age-related mitochondrial dysfunction and oxidative stress in skeletal muscle. *J. Physiol* 594, 5105–5123 (2016).
20. Schubert MM, Sabapathy S, Leveritt M & Desbrow B Acute exercise and hormones related to appetite regulation: a meta-analysis. *Sports Med* 44, 387–403 (2014).
21. Roque FR et al. Aerobic exercise reduces oxidative stress and improves vascular changes of small mesenteric and coronary arteries in hypertension. *Br. J. Pharmacol* 168, 686–703 (2013).
22. Kumaraguru U, Nandakumar S, Chi D, Stone M & Krishnaswamy G Resistance training and aerobic exercise alters immune function (87.25). *J. Immunol* 184, 87.25 (2010).
23. Cadore E.L., Casas-Herrero A., Zamboni-Ferraresi F., Idoate F., Millor N., Gomez M., Rodriguez-Manas L., Izquierdo M. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age (Dordrecht, The Netherlands)* 2014;36:773–785. doi: 10.1007/s11357-013-9586-z.
24. Liu C.J., Latham N.K. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst. Rev*. 2009 doi: 10.1002/14651858.CD002759.pub2.
25. Peterson M.D., Rhea M.R., Sen A., Gordon P.M. Resistance exercise for muscular strength in older adults: A meta-analysis. *Ageing Res. Rev*. 2010;9:226–237. doi: 10.1016/j.arr.2010.03.004.
26. Peterson M.D., Sen A., Gordon P.M. Influence of resistance exercise on lean body mass in aging adults: A meta-analysis. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2011;43:249–258. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181eb6265.
27. Gine-Garriga M., Roque-Figuls M., Coll-Planas L., Sitja-Rabert M., Salva A. Physical exercise interventions for improving performance-based measures of physical function in community-dwelling, frail older adults: A systematic review and meta-analysis. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 2014;95:753–769. doi: 10.1016/j.apmr.2013.11.007.
28. Vasconcelos K.S., Dias J.M., Araujo M.C., Pinheiro A.C., Moreira B.S., Dias R.C. Effects of a progressive resistance exercise program with high-speed component on the physical function of older women with sar-



- copenic obesity: A randomized controlled trial. *Braz. J. Phys. Ther.* 2016;20:432–440. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0174.
29. Gadelha A.B., Paiva F.M., Gauche R., de Oliveira R.J., Lima R.M. Effects of resistance training on sarcopenic obesity index in older women: A randomized controlled trial. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2016;65:168–173. doi: 10.1016/j.archger.2016.03.017.
 30. Liao C.D., Tsauo J.Y., Lin L.F., Huang S.W., Ku J.W., Chou L.C., Liou T.H. 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 (Baltimore)* 2017;96:e7115. doi: 10.1097/MD.00000000000007115.
 31. Huang S.W., Ku J.W., Lin L.F., Liao C.D., Chou L.C., Liou T.H. Body composition influenced by progressive elastic band resistance exercise of sarcopenic obesity elderly women: A pilot randomized controlled trial. *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.* 2017 doi: 10.23736/S1973-9087.17.04443-4.
 32. Chen T., Chung Y.C., Chen Y.J., Ho S.Y., Wu H.J. Effects of Different Types of Exercise on Body Composition, Muscle Strength, and IGF-1 in the Elderly with Sarcopenic Obesity. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2017;65:827–832. doi: 10.1111/jgs.14722.
 33. Franchi M.V., Reeves N.D., Narici M.V. Skeletal Muscle Remodeling in Response to Eccentric vs. Concentric Loading: Morphological, Molecular, and Metabolic Adaptations. *Front. Physiol.* 2017;8:447. doi: 10.3389/fphys.2017.00447.
 34. Hoppeler H. Moderate Load Eccentric Exercise; A Distinct Novel Training Modality. *Front. Physiol.* 2016;7:483. doi: 10.3389/fphys.2016.00483.
 35. Mueller M., Breil F.A., Lurman G., Klossner S., Fluck M., Billeter R., Dapp C., Hoppeler H. Different molecular and structural adaptations with eccentric and conventional strength training in elderly men and women. *Gerontology.* 2011;57:528–538. doi: 10.1159/000323267.
 36. Katsura, Y., Takeda, N., Hara, T., Takahashi, S., & Nosaka, K. (2019). Comparison between eccentric and concentric resistance exercise training without equipment for changes in muscle strength and functional fitness of older adults. *European Journal of Applied Physiology*, 119(7), 1581–1590. doi:10.1007/s00421-019-04147-0
 37. LaStayo P., Marcus R., Dibble L., Frajacomio F., Lindstedt S. Eccentric exercise in rehabilitation: Safety, feasibility, and application. *J. Appl. Physiol.* (1985) 2014;116:1426–1434. doi: 10.1152/jappphysiol.00008.2013.
 38. Lundby C., Jacobs R.A. Adaptations of skeletal muscle mitochondria to exercise training. *Exp. Physiol.* 2016;101:17–22. doi: 10.1113/EP085319.
 39. Agarwal S.K. Cardiovascular benefits of exercise. *Int. J. Gen. Med.* 2012;5:541–545. doi: 10.2147/IJGM.S30113.
 40. Laughlin M.H., Roseguini B. Mechanisms for exercise training-induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: Differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. *J. Physiol. Pharmacol.* 2008;59(Suppl. 7):71–88.
 41. Sawyer B.J., Bhammar D.M., Angadi S.S., Ryan D.M., Ryder J.R., Sussman E.J., Bertmann F.M., Gaesser G.A. Predictors of fat mass changes in response to aerobic exercise training in women. *J. Strength Cond. Res.* 2015;29:297–304. doi: 10.1519/JSC.0000000000000726.
 42. Kim H., Kim M., Kojima N., Fujino K., Hosoi E., Kobayashi H., Somekawa S., Niki Y., Yamashiro Y., Yoshida H. Exercise and Nutritional Supplementation on Community-Dwelling Elderly Japanese Women With Sarcopenic Obesity: A Randomized Controlled Trial. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* 2016;17:1011–1019. doi: 10.1016/j.jamda.2016.06.016.
 43. 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. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 24(11), 1117–1124. doi:10.5551/jat.39065.
 44. Kemmler W., Weissenfels A., Teschler M., Willert S., Bebenek M., Shojaa M., Kohl M., Freiberger E., Sieber C., von Stengel S. Whole-body electromyostimulation and protein supplementation favorably affect sarcopenic obesity in community-dwelling older men at risk: f10.2147/CIA.S137987.