

BÖLÜM 9

SPORCULARDA VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ VE FİZİKSEL PERFORMANS İLE İLİŞKİSİ

Erkan AKDOĞAN¹

GİRİŞ

Vücut kompozisyonu ölçümü, sporcular için antrenman programlarını değerlendirmek ve beslenmeyi optimize etmek için spor ve egzersiz ortamlarında sıklıkla gerçekleştirilmektedir (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Sporcularda vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi, performanslarının belirleyicisi olarak büyük önem taşımaktadır. Bu sebepten dolayı birçok sporda, sporcular vücut kütlelerini veya vücut kompozisyonu özelliklerini değiştirerek avantaj elde edebilirler. Örneğin, jimnastik gibi sporlar hem estetik hem de yerçekimi bileşeni içerir; böylece, vücut kompozisyonu özellikleri bir cimnastikçinin yarışmalardaki başarısını etkileyebilir. Ayrıca, birçok spor (sıklet sporlarında) ağırlıklarıyla sınıflandırılır; bu nedenle sporcular belirli bir vücut kütle aralığında kalmalıdır. Bu sebepten dolayı, sporcular belirli spor taleplerine bağlı olarak antrenman ve beslenme alışkanlıklarını dikkatli bir şekilde ayarlamak zorunda kalabilirler. Bu bağlamda, vücut kompozisyonunun izlenmesi çok önemli bir hale gelmekte ve bunun uygun şekilde değerlendirilmesi doğru bir değerlendirmeye olanak sağlamaktadır (Campa & ark., 2021).

Vücuttaki yağ, kas, kemik, su ve diğer organ doku bölümlerinin oranını belirlemek için çeşitli vücut kompozisyonu değerlendirme yöntemleri kullanılabilir. Bununla birlikte, çoğu değerlendirme yöntemi vücut yağının değerlendirilmesine odaklanmaktadır (Gomes & ark., 2020). Genel olarak, yağsız

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, Antrenörlük Eğitimi AD., eakdogan@eskisehir.edu.tr

kütle ve yağ kütlesi arasında yüksek bir oran ve düşük vücut yağ yüzdesi sporcular için arzu edilen kriterlerdir (Fields & ark., 2018).

Antrenörler ve sporcular, vücut kompozisyonunu değerlendirmek ve kalori kısıtlaması veya egzersiz eğitimi ile değişiklikleri tespit etmek için güvenli, kolay uygulanan ve geçerli bir araca ihtiyaç duymaktadırlar. Literatürde vücut kompozisyonunu ölçümünde doğrudan ve dolaylı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler kolay ve ucuz saha yöntemleri olabileceği gibi pahalı laboratuvar yöntemleri de olabilmektedir.

Bu araştırmanın amacı, sporcularda vücut kompozisyonun değerlendirilmesi için literatürde mevcut olan yöntemleri ve fiziksel performans parametrelerine olan etkisini gözden geçirmektir.

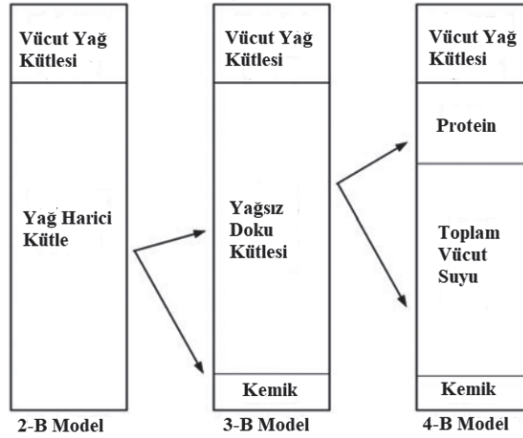
VÜCUT KOMPOZİSYONU MODELLERİ

Bir vücut kompozisyonu yönteminin doğruluğu, genellikle ölçmeyi amaçladığı bileşenlerin sayısına bağlıdır. En basit haliyle, 2 bileşenli (2-B) vücut kompozisyonu modeli, vücudu, vücut yağ kütlesi bileşeni ve yağsız vücut kütlesi bileşeni olarak ayırır. Hidrodensitometri veya hava deplasmanlı pletismografi gibi iki bileşenli yöntemler, sabit bir kimyasal bileşim ve dolayısıyla vücudu vücut yağ kütlesi bileşeni ve yağsız vücut kütlesi yoğunluğunu varsayar.

Üç bileşenli (3-B) vücut bileşimi modelleri, yağsız vücut kütleli, yağsız doku kütlesi ve kemik mineral içeriği olarak daha da bölerek üçüncü bir bileşenin farklılaşması avantajını sunar. Çift enerjili x-ışını absorpsiyometrisi, (DXA) sağlayan bir 3-C yöntemidir. Bölgesel ve tüm vücut değerleri veren tüm vücut kompozisyonunun hızlı, invazif olmayan bir şekilde değerlendirilmesini sağlar.

Vücut kütleli yağ (hidrodensitometri), mineral (DXA), su (izotop seyreltme) ve proteine (residual) bölmek için çeşitli ölçüm teknikleri birleştirilerek 4 bileşenli (4-B) bir vücut bileşimi modeli elde edilir.

Her seviye ve onun bileşenler farklıdır (Figür 1). İki bölmeli (2B) modeller, vücudu yağ kütlesi ve yağsız kütle olarak ayırır ve yetişkinlerde vücut kompozisyonunu tahmin etmek için en yaygın kullanılan yöntemlerden birisidir.



Şekil 1. 2-3-4 Bileşenli Vücut Kompozisyon Modelleri

VÜCUT KOMPOZİSYONU DEĞERLENDİRME TEKNİKLERİ

Vücut kompozisyonunun belirlenmesinde **doğrudan** ve **dolaylı** ölçüm yöntemleri olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır.

Doğrudan Ölçüm Teknikleri

Hayvan karkasının veya insan kadavrasının kimyasal analizi ile doğrudan ölçüm İlk yaklaşım doğrudan vücut kompozisyonunu değerlendirir. Bir teknik, yağ ve yağsız bileşenlerin karışımını belirlemek için vücudu kimyasal bir solüsyonda çözer. Diğeri ise yağ, yağsız yağ dokusu, kas ve kemiği fiziksel olarak inceler.

Önemli araştırmalar, çeşitli hayvan türlerinde vücut kompozisyonunu kimyasal olarak değerlendirmiştir, ancak çok az çalışma insan yağ içeriğini doğrudan belirlemiştir. Birçok yoğun ve sıkıcı analizler, özel laboratuvar ekipmanları gerektirir ve araştırma amaçlı kadavra elde etmede etik sorunlar ve yasal engeller içerir.

Doğrudan vücut kompozisyonu değerlendirmesi, toplam vücut yağında önemli bireysel farklılıklar olmasına rağmen, iskelet kütleli ve yağsız ve yağ dokularının bileşimleri kısmen sabit kalır. Araştırmacılar, bu dokuların varsayılan sabitliği temelinde vücudun yağ yüzde yaşını dolaylı olarak tahmin etmek için matematiksel denklemler geliştirdiler (McArdle, Katch, & Katch, 2001).

Dolaylı ölçüm Teknikleri

Vücut kompozisyonunu değerlendirmek için birçok dolaylı prosedürler vardır. Bu yöntemlerden bir tanesi hidrostatik tartmaya uygulanan Arşimet ilkesini içermektedir. (hidrodensitometri veya su altı tartımı olarak da adlandırılır). Bu yöntem, vücut yoğunluğundan (vücut kütlelerinin vücut hacmine oranı) vücut yağ yüzdesini hesaplar.

Diğer prosedürler, deri kıvrım kalınlığı ve çevresi ölçümleri, X-ışını (DXA), toplam vücut elektriksel iletkenliği veya biyoempedansı (segmental empedans dahil), yakın-infrared etkileşimi, ultrason, bilgisayarlı tomografi, hava pletismografisi ve manyetik rezonans görüntüleme vücut yağını tahmin eder (McArdle, Katch, & Katch, 2001). Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan dolaylı yöntemler saha ve laboratuvar yöntemleri olarak ayrılmaktadır.

Antropometrik Ölçüm Yöntemleri

Antropometrik ölçümler, vücut boyutlarının - uzunluk, genişlik, çevre ve deri kıvrım kalınlığı ölçümünü (Skinfold) içermektedir. Klinisyenler ve araştırmacılar, vücut ağırlığının “normalliğini” değerlendirmek için sıklıkla vücut kütlesi ve boydan elde edilen vücut kitle indeksini (VKİ) kullanırlar. VKİ, vücut ağırlığının (kg), boy (m) ölçümünün karesine (kg/m^2) bölünmesi ile hesaplanır. Ancak sporcuların takibinde VKİ yerine vücut yağ yüzdesinin kullanılması önerilmektedir.

Skinfold (Deri kıvrım kalınlığı) Ölçümleri

Deri kıvrım kalınlığı (Skinfold) uzun yıllardır vücut yoğunluğunun ve toplam vücut yağının kabul edilen bir göstergesi olmuştur. Deri kıvrım kalınlığını ölçmek için 19'dan fazla bölge tanımlanmıştır ve deri kıvrımı ölçümünden yağ veya yağsız kütleyi hesaplamak için sıklıkla en az 50 tahmin denklemi kullanılmaktadır. Tahmin denklemlerinin çoğu, boy veya kilo gibi diğer antropometrik değişkenlerin yanı sıra birkaç bölgeden alınan deri kıvrım kalınlığını içerir (Fosbøl & Zerahn, 2014).

Su Altı Ağırlık Ölçüm Yöntemi (Hidrodansitometri)

Hidrostatik tartım vücut kompozisyonu ölçümünde (Adipozite) “altın standart” ölçüsü olarak kabul edilmektedir. Bu teknik, Arşimet'in “su içindeki ağırlık kaybı, kütle hacmine eşittir” prensibine dayanmaktadır. Bu prensibe göre

kas ve kemik dokusunu içeren yağsız kütle yağ dokusuna göre daha yoğun olduğundan su içinde daha ağır gelir. Vücudun su içindeki ve su dışındaki ağırlığı ölçülerek vücut yoğunluğu bulunur ve buradan vücut yağ yüzdesi hesaplanır. Bu ölçüm yöntemi pahalı olması, özel cihazlar gerektirmesi, ölçümün komplike ve zaman alıcı olması nedeniyle dezavantajlıdır (Kocahan & Kabak, 2021)

Bioelektrik Direnç (İmpedans) Analizi

Biyoelektrik empedans analizi (BIA), klinik uygulama ve araştırma çalışmalarında vücut kompozisyonu değerlendirmeleri için yaygın olarak kullanılan hızlı, güvenilir, kısmen düşük maliyeti içeren ve non-invaziv (girişimsel olmayan) bir yöntemdir (Lemos & Gallagher, 2017).

BİA insan vücuduna çok düşük düzeyde ve farklı frekanslarda elektrik akımı verilerek vücut kompozisyonunu saptama prensibine dayanmaktadır. Verilen elektrik akımıyla elektrik empedansı (Z) belirlenmekte ve elde edilen empedans değerinin sabit denklemlerde yerine konması ile vücut yağ yüzdesi, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut yüzdesi, yağsız vücut kütlesi, vücut su miktarı, vücut su yüzdesi, hücre dışı sıvı miktarı, hücre içi sıvı miktarı belirlenmektedir (Canbolat, 2018).

BİA'nın, özellikle ölçüm doğruluğunu ve güvenilirliğini etkileyen faktörler arasında, küçük vücut kompozisyonu değişikliklerini tespit etmedeki hassasiyet eksikliği ile ilgilidir. Örneğin, yoğun bir antrenman seansından önceki egzersizden kaynaklanan ter kaybı dehidrasyonu veya azalan glikojen rezervleri (ve buna bağlı glikojene bağlı su kaybı), elektrik akımı akışına karşı vücut direncini (empedansı) azaltır. Bu, yağsız vücut kütlesini fazla tahmin eder ve vücut yağ yüzdesini hesaplamada hatalar oluşabilir (McArdle, Katch, & Katch, 2001).

Dual-Enerji X-Işını Absorpsiyometri (DEXA)

Direkt olmayan yöntemler arasında vücut kompozisyonunu doğruya en yakın ya da geçerli olarak belirleyen yöntemlerden bir tanesi de DEXA ölçümüdür. Roubenhoff ve arkadaşları, DEXA'nın üç bileşenli modelinde yer alan yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi ve kemik mineral densiyometri (yoğunluk) belirlemede "altın standart" olduğunu ileri sürmüşlerdir (Aslan, 2014).

DEXA'nın temel prensibi, yüksek ve düşük enerjilerde X ışınlarının vücuttan geçişinin ölçülmesidir (Toombs & ark., 2012). Tüm vücut DEXA tarama-

sından kaynaklanan radyasyona maruz kalma 0,04 ila 0,86 mrem (cihaza ve kişinin boyutuna bağlı) arasında değişir. Bu ise bir göğüs radyografisinin %1 ila %10'una eşdeğerdir.

DXA'nın sınırlamaları, düşük doz radyasyon içeren bir testi uygulamak için sertifikalı bir radyoloji teknisyeninin (veya doktorun) gerekliliğidir. Buna göre, bu teknik hamile kadınlar için uygun değildir. Güvenli olmasına rağmen, ebeveynler tarafından küçük çocuklarda kullanım için her zaman kabul edilmez (Lemos and Gallagher, 2017). Aynı zamanda DXA'nın dezavantajları arasında tarama yapılan sedyenin bir üst ağırlık limitinden dolayı çok büyük kütleli ve uzun boylu kişileri ölçüm zorluğu olmasıdır.

Hava Değişim Pletismografisi

Hava değişim pletismografisi (ADP), kapalı bir oda içinde hava yer değiştirmesi yoluyla vücut hacmini ölçer. Bu, kapsamlı teknisyen eğitimi gerektirmeyen, invaziv olmayan ve hızlı bir tekniktir (Lemos & Gallagher, 2017). Yetişkinlerde vücut yağ yüzdesi ve vücut yoğunluğu için güvenilirlik yüksektir. ADP yöntemlerinin avantajları non-invaziv olması, hızlı olması, radyasyona maruz kalmaması ve bireysel sedasyon gerektirmemesidir (Lee & Gallagher, 2008).

Ultrason Ölçüm Yöntemi

Ultrason, deri altı yağ doku kalınlığının, kas ve karın içi derinliğin ölçülmesine alternatif bir yaklaşımdır (Fosbøl & Zerahn, 2014). Ultrason, aynı gün ve farklı günlerde ayakta ve yatar pozisyonda toplam ve segmental deri altı yağ kalınlığının tekrar ölçümleri için yüksek güvenilirlik sergilemektedir (McArdle, Katch, & Katch, 2001). Ultrason pratikte esas olarak obez insanlarda visceral yağ miktarını belirlemek için kullanılmaktadır.

VÜCUT KOMPOZİSYONU VE FİZİKSEL PERFORMANS İLİŞKİSİ

Vücut kompozisyonu, sporcuların fiziksel uygunluğunun ve sağlığının önemli bir göstergesidir (Mala & ark., 2015). Genel olarak, yüksek yağsız kütle, yağ kütlesi oranına ve düşük vücut yağ yüzdeleri sporcular için uygundur (Fields & ark., 2018). Ayrıca yetersiz veya fazla vücut yağının varlığı, performans düşüşlerine ve sağlık üzerinde zararlı etkilere neden olabilir. (Stanforth & ark., 2014). Vücut kompozisyonu, sporcularda spor performansını sezon başı, tüm sezon ve birden fazla sezon (yıl) boyunca izlemek için fiziksel uygunluğun önemli bir parametresi olarak kullanılmıştır (Trexler & ark., 2017; Devlin &

ark., 2017; Hilgemberg-Figueiredo & ark., 2021; Madic, & ark., 2018; Milanese & ark., 2012). Örneğin, vücut yağ yüzdesi ve yağsız vücut kütlesi, dikey sıçrama, sprint zamanı, relative güç, ve maksimal kuvvet gibi spor performansının temel fiziksel aktiviteleriyle ilişkilendirilmiştir (Lidor & Ziv, 2010).

Daha yakın tarihli bir çalışma, elit düzeydeki sporcularda vücut yağ yüzdesi ile kas performans testi skorları (dikey sıçrama, çeviklik ve anaerobik güç-kapasite) arasında negatif bir ilişki olduğunu bildirmiştir (Michalsik & ark., 2015; Lesinski & ark., 2017; Kale & Akdoğan, 2020). Sporculara yüklenen fiziksel talepler spora ve mevkisel pozisyona göre değişebilir; bu nedenle, belirli sporcular için vücut kompozisyon değerleri farklılık gösterebilir. Örneğin, hem voleybol hem de hentbol yüksek derecede üst ve alt vücut kas kuvveti ve gücü gerektirse de, vücut ölçüleri bu iki spor arasında farklılık gösterebilir (Fields & ark., 2018). Hentbol, sprintler, sıçramalar, atışlar ve fiziksel mücadeleler gibi yüksek yoğunluklu patlayıcı hareketler içerir (Moss et al., 2015). Bu nedenle, başarılı hentbolcular, voleybolculara göre daha düşük vücut yağ yüzdesi ve yağ kütlesine sahip olabilir. Ayrıca, futbol, voleybol ve basketbol branşına göre aerobic temelli anaerobic bir spor olduğu için daha düşük vücut yağ yüzdesine ve kütlesine sahip olabilir.

Genel olarak, aşırı vücut yağı zararlıdır ve yağsız vücut kütle atletik performans için faydalı olduğu söylenebilir (Boileau & ark., 2000). Vücut kompozisyonunun genellikle atletik performans üzerinde büyük bir etkisi olduğuna inanılır. Çok sayıda araştırmacı, çeşitli spor dallarında sporcuların vücut kompozisyonunu değerlerini bildirmiştir. Bazıları, kadın hentbolu (HB) (Stanforth & ark., 2014; Mala & ark., 2015; Kale & Akdoğan, 2020), Soccer (SOC) (Mala & ark., 2015; Fields & ark., 2018) ve voleybol (VB) (Bayios & ark., 2006; Fields & ark., 2018; Akdoğan & Güven 2021) sporcularında sezon öncesi/sonrası ile en yoğun sezon değişiklikleri incelenmiştir. Bazıları ise erkek futbolcularda sezon öncesi uygulanan testlere göre fiziksel performans parametreleri ile vücut yağ yüzdesi arasında negatif korelasyon bulmuştur, bu da vücut kompozisyonunun fiziksel performans üzerinde büyük bir etkisi olduğunu açıkça ortaya koymuştur (Hilgemberg-Figueiredo & ark., 2021). Ayrıca sezon başında profesyonel erkek futbolcularda vücut yağ yüzdesinin daha yüksek olduğunu bildirilmiş ve bu yüzdelerin sezon boyunca önemli ölçüde azaldığını öne sürülmüştür (Ostojic, 2003).

Sonuç olarak elit ve elit olmayan sporcularda veya fiziksel aktivite yapan herkeste vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi, performanslarının belirleyicisi olarak büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Akdogan, E, & Güven, B.. Relationship between body composition, agility and vertical jump performance in young female volleyball players. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 2021;13(3):352-7.
- Aslan, H., *Futbolcularda Vücut Kompozisyonunun İncelenmesi*. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı Doktora Tezi, 2014; 3-4.
- Bayios, I.A., Bergeles, N.K., Apostolidis, N.G., et al. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2006; 46: 271–280.
- Boileau, R.A. & Horswill, C.A. (2000). *Body composition in sports: Measurement and applications for weight gain and loss*. In: *Exercise and Sport Science*. W.E. Garrett Jr and D.T. Kirkendall, eds. Philadelphia, PA: Lippincott Williams &Wilkins, pp. 319–338.
- Campa F, Toselli S, Mazzilli M, et al. Assessment of body composition in athletes: A narrative review of available methods with special reference to quantitative and qualitative bioimpedance analysis. *Nutrients*, 2021;13:1620.
- Canbolat, E. Biyoelektrik İmpedans Analizi Parametrelerinden Faz Açısının, Tanısal Kriter Olarak Olası Rolü . *Annals of Health Sciences Research*, 2018; 7 (1) , 58-65.
- Devlin, B.L., Kingsley, M, Leveritt, M.D., et al. Seasonal changes in soccer players' body composition and dietary intake practices. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2017; 31:3319-3326.
- Fields, J.B., Metoyer, C.J., Casey, J.C., et al. Comparison of body composition variables across a large sample of National Collegiate Athletic Association women athletes from 6 competitive sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2018; 32(9):2452-2457.
- Fosbøl, M.Ø. & Zerahn, B. Contemporary methods of body composition measurement. *Clin. Physiol. Funct. Imaging* 2014; 35:81–97.
- Gomes, A. C., Landers, G. J., Binnie, M. J., et al. Body composition assessment in athletes: Comparison of a novel ultrasound technique to traditional skinfold measures and criterion DXA measure. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2020; 23:(11), 1006-1010.
- Hilgemberg-Figueiredo D, Carlos-Dourado A, Reeberg Stanganelli LC, et al. Evaluation of body composition and its relationship with physical fitness in professional soccer players at the beginning of pre-season. *Retos*. 2021;40:117-125
- Kale, M, & Akdoğan, E. Relationships between body composition and anaerobic performance parameters in female handball players. *Physical education of students*. 2020; 24(5):265-70.
- Kocahan T, & Kabak B. Sporcularda vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi. Kocahan T, editör. *Sporcularda Sağlık ve Performans Ölçme ve Değerlendirme*. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri; 2021. p.29-35.
- Lee SY,& Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008; 11: 566– 572.
- Lemos, T., Gallagher D., Current body composition measurement techniques *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 2017; 24, (5): 310-314
- Lesinski, M., Prieske, O., Helm, N., et al. Effects of soccer training on anthropometry, body composition, and physical fitness during a soccer season in female elite young athletes: A prospective cohort study. *Frontiers in Physiology*, 2017; 8, 1093.

- Lidor, R & Ziv, G. Physical and physiological attributes of female volleyball players—A review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2010; 24: 1963–1973,
- Madic, D., Andrasic, S., Gusic, M., et al. Seasonal body composition variations in adolescent soccer players. *International Journal of Morphology*, 2018; 36(3),877-80.
- Malá, L, Malý, T, Zahalka, et al. Body composition of elite female players in five different sports games. *Journal of Human Kinetics*, 2015; 45(1), 207-215.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2001). *Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Michalsik, L. B., Aagaard, P., & Madsen, K. Technical activity profile and influence of body anthropometry on playing performance in female elite team handball. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2015; 29, 1126–1138.
- Milanese, C., Piscitelli, F., Lampis, Cç, et al. Effect of a competitive season on anthropometry and three-compartment body composition in female handball players. *Biology of Sport*, 2012; 29(3):199–204.
- Ostojic, SM. Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *J Exerc Physiol*. 2003;6:24-27.
- Stanforth, P.R., Crim, B.N., Standforth, D, et al. Body composition changes among female NCAA division I athletes across the competitive season and over a multiyear timeframe. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014; 28: 300–307,
- Trexler, E.T., Smith-Ryan, A.E., Mann, J.B., et al. Longitudinal body composition changes in NCAA division I college football players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 2017;31(1):1.
- Toombs RJ, Ducher G, Shepherd JA, et al. The impact of recent technological advances on the trueness and precision of DXA to assess body composition. *Obesity*. 2012;20:30-9.