Geliş Tarihi/Received: 10. 09.2021 Kabul Tarihi/Accepted: 20. 09.2021 DOI: 10.29228/roljournal.52607

SPOR BİLİMLERİNDE VÜCUT KOMPOZİSYONUNU DEĞERLENDİRMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

Ahmet BARUT
Sorumlu Yazar: Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Orcid ID: 0000-0002-9255-4566, barut_ahmet@outlook.com
Tolga TEK
Selçuk Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Orcid ID: 0000-0002-8350-1307, ttekselcuk.edu.tr
M.Settar KOÇAK
Lokman Hekim Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Orcid ID: 0000-0002-8437-6181, settar.kocak@gmail.com
Ömer ŞENEL
Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Orcid ID: 0000-0003-0364-9799, osenel@gazi.edu.tr

ÖZET

Yağlı ve yağsız vücut dokularının incelenmesi olarak tele alınan vücut kompozisyonu analizleri spor bilimlerinde gerek uygulama alanında gerekse akademik araştırmalarda kullanılan önemli bir ölçme ve değerlendirme yöntemidir. Yapılan çalışmalar vücut kompozisyonu değerlendirmelerinin genel sağlık ve atletik performans açısından önemli olduğunu ortaya koymuştur. Sporcular üzerinde değerlendirmeler yapmak için günümüzde birçok farklı formda ölçme tekniği geliştirilmiş bunlardan bazıları daha yüksek doğrulukla veri sağlar ancak ölçüm zorlukları içerir. Bazıları ise daha kolay uygulanabilir fakat geçerlilik-güvenilirlilik problemleri gibi önemli sınırlılıkları vardır. Çift enerjili X-ışını absorbsiyometrisi (DEXA), hidrometri, hidro-dansitometri veya hava-deplasmanı pletismografisi ve görüntüleme yöntemleri (MRI, tomografi) yüksek doğrulukta ölçme ve değerlendirme olanağı sağlar, ancak pahalıdır ve yalnızca sahada kullanılmaya uygun olmayan laboratuvarlarda yapılabilir. Diğer taraftan ucuz ve pratik olan ancak geçerlilik-güvenilirlik sorunlarıyla ilgili bazı sınırlılıklar içeren biyoelektrik impedans analizi (BIA) ve antropometrik değerlendirmeler uygulama alanında daha çok tercih edilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı en yaygın vücut kompozisyonu analiz yöntemlerinin spor bilimcilere ve spor hekimlerine sunduğu avantajları ve dezavantajları sunmaktır. İlgili literatür ışığında, spor bilimlerinde vücut kompozisyonu ölçme ve değerlendirme için önerilebilecek yöntemler imkân ve koşullara göre farklılıklar göstereceği görülmektedir. Vücut kompozisyonunun ana parametre olduğu kapsamlı araştırmalarda DEXA'nın hala en ideal ölçüm yöntemi olduğu görülmektedir. BIA ölçümlerinin de pratik, maliyeti düşük ve kolay uygulanabilir olması yönüyle avantajları olduğu görülmektedir. Bilimsel çalışmalar dışında, uygulama sahasındaki sınırlılıklar göz önüne alındığında (çok sayıda katılımcının olduğu sahada yapılması gereken durumlar) ölçüm prosedürlerine dikkat edilerek antropometrik ölçümlerle veya BIA yöntemi ile değerlendirmeler yapılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoelektrik İmpedans Analizi, Çift Enerjili X-Işını Absorpsiyometrisi, Hava Deplasmanlı Pletismografi, Vücut Yağ Yüzdesi, Yağsız Vücut Ağırlığı

METHODS USED TO EVALUATE BODY COMPOSITION IN SPORTS SCIENCES

ABSTRACT

Body composition analysis which is typically partitioned into fat and lean body mass is an important tool for sport with applications in both field setting and research. It has been well documented that body composition is an indicator of general health and also an identifying the factors affecting athletic performance in sports. Today, there are numerous different types of body composition measurement used in sports with some of them including dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA), hydrometry, hydrodensitometry or air displacement plethysmography are called as complex methods, some with such as Bio-Electrical Impedance Analysis and anthropometric assessments are practical methods. Complex methods are commonly are considered as gold standards with proven reliability and validity, but with expensive and only applicable for laboratory which is not amenable to use in field settings. On the other hand, inexpensive and practical methods which is a limited burden to data collector contains some limitations on reliability and validity. We aimed to present here the most common body composition analysis methods and provide guidelines to assist sport scientists and clinicians in choosing methods appropriate to their situation. In light of the literature mentioned above, it is thought that body composition testing preferences should be different depending on goals. DEXA, MRI or BODPOD can be preferable to carry comprehensive scientific studies out to obtain more accurate data. Anthropometrics or BIA can also provide inferential supports. The use of BIA is distinguished by the ease and cost of the examination, and also provide concrete direction for strength and conditioning coaches for assessing their athletes' body composition in practical ways. DEXA is an useful tool in treatment planning and its follow-up by measuring muscle mass loss. However, this tool is not portable and required an expert, which often preclude its use in sport sciences.

Keywords: Air Displacement Plethysmography, Bio-Electrical Impedance, Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Analysis, Fat-Free Mass, Fat Mas

GİRİŞ

İnsan vücudunun bileşenleri olarak yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvıların yoğunluklarındaki farklılıklar hem genel sağlıkla, hem de sporda performansla direk ilişkilidir (Stewart ve Sutton, 2012). Sağlık unsurları dikkate alındığında kişilerin yağ yüzdelerinin belirli aralıkların dışında yüksek veya düşük olması birçok hastalığa sebep olmaktadır. Obezite ve metabolik risklerin tespiti dışında, özellikle belirli yaş üstü ve kemik erimesi gibi rahatsızlıkları olan kişiler için kemik yoğunlukları da klinik açıdan ele alınmaktadır. Sporda atletik performans ve fiziksel uygunluk unsurları olarak bu bileşenlerin antrenörler veya kondisyonerler tarafından değerlendirmeye alındığı bilinmektedir.

Yağsız vücut ağırlığındaki artışın büyük oranda kas kütlesindeki artışla meydana gelebileceği ve buna bağlı kas kuvvetinin daha fazla olacağı bilinmektedir (Işık ve ark., 2018). Branşa özgü farklı performans gereksinimleri olabileceği için kriterler fiziksel uygunluktan farklı olarak daha değişkendir. Örneğin sumo, yağlı güreş, süper ağır sıklet boks gibi branşlarda yüksek yağ yüzdeleri avantaj sağlayabilirken (Tatlıcı ve ark., 2021), diğer sporlarda genellikle daha düşük yağ yüzdelerine sahip olması beklenilir. Özellikle bu spor branşlarında oluşturulan popülasyon gruplarında kuvveti etkileyen önemli fiziksel özelliklerden biri olan vücut ağırlığı farklılıklarının çok fazla olabilmesi (Tatlıcı ve ark., 2021) değerlendirmelerde vücut

kompozisyon analizlerinin önemini göstermektedir. Vücut yağ oranlarından bağımsız olarak kemik yoğunluklarının kas kütlesi ile (yağsız vücut ağırlığı) ele alınarak değerlendirmesi de yapılır. Bu değerlendirmelerde yapılan spor dalına göre farklılık göstermektedir. Fazla yağsız vücut kütlesi güç ve maksimum kuvvet gerektiren spor branşlarında avantaj sağlayabilirken dayanıklılık gerektiren uzun mesafe koşucularında bazı dezavantajlar meydana getirebilir. Uzun atlama, yüksek atlama, üç adım atlama ve sırıkla atlama gibi sporlarda yağsız vücut kitlesindeki artış, sporcunun vücut ağırlığını da arttırması nedeniyle sporcunun performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu sporlarda performans gereksinimleri farklı olduğundan antropometrik avantajlar da farklılık göstermektedir (Popovic ve ark.., 2013).

Fizyolojik açıdan bakıldığında vücut kütlesi çok düşük olan sporcular, dehidrasyon veya yeme bozukluklarına bağlı aşırı kütle değişiklikleri, aşırı düşük vücut yağ yüzdesi veya yetersiz kemik mineral yoğunluğu gibi önemli sorunlarla karşı karşıya kalabilmektedir (Ackland ve ark., 2012). Bahsedilen bu önemli hususlar ışığında gerek sağlık gerekse sporda performans değerlendirmesi yapabilmek adına şimdiye kadar birçok farklı vücut kompozisyonu ölçüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı bu yöntemlerin nasıl çalıştığını ve hangi noktalarda uygulama alanına katkılar sağladığını ve sınırlılıklarını göstermektir.

Genel Bilgiler

Vücut kompozisyon analizleri insan vücudundaki yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvıların orantılı bir şekilde bir araya gelmesine yani vücut bileşimine dayanmaktadır. Bu bileşimlerin dağılımları genel sağlığın bir göstergesi olduğu ve vücut kompozisyon analizlerinin temelini oluşturduğu bilinmektedir.

Vücut Bileşimi

Vücut bileşimi genel olarak yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvıların birçok faktöre bağlı olarak değişik oranlarda dağılımlarını tanımlanmaktadır(Wang ve ark.., 1992). Erişkin bir insanın vücut bileşiminin % 16'sını protein, % 15-20'sini yağ, % 0.5'ini karbonhidrat, % 4.5'ini mineral ve % 60'ını su oluşturmaktadır. Normal vücut formlarındaki bir kadında toplam vücut ağırlıklarının yaklaşık % 25'ini, erkekte ise % 15'ini yağ kütlesi oluşturmaktadır. Sporcularda ise bu oranlarda ciddi farklılıklar vardır. Bazı istisnai sporlar dışında sporcuların yağ yüzdelerinin normalden daha az olması beklenir.

Wang ve ark., (1992) vücut kompozisyon değerlendirmesi üzerine ortaya koydukları modelde organizmanın 5 düzeyde ele alınarak (atomik, moleküler, hücresel, doku sistemi ve

tüm vücut) basitten karmaşığa doğru değerlendirilebileceğini göstermişlerdir. Bu modele göre ilgili bileşenler ve ölçüm yöntemleri tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Vücut bölümleri ve bunların belirlenmesinde kullanılan yöntemler

Model Ölçülen Yöntem	Bileşenler	Model Ölçülen Yöntem
Atomik	Oksijen, karbon, hidrojen ve diğer mineraller (azot, kalsiyum, fosfor, potasyum, kükürt ve sodyum gibi)	Manyetik Rezonans, Kadavra Analizi, İnvitro Nötron Aktivasyon Yöntemi
Moleküler	Yağ (lipidler) ve yağsız doku (su, protein ve mineraller)	Dual Foton Absorbsiyometresi
Hücresel	Hücre topluluğu (konektif doku hücreleri, epitelyal hücreler, nöral hücreler ve adale hücreleri), ekstrasellüler sıvı, ekstrasellüler mineraller	K40 ve K42 Yöntemi
Anatomik (doku)	Kan ve serum ölçümleri, cilt altı yağ dokusu, abdominal yağ dokusu, iskelet kasları, düz kaslar ve kemik	Kadavra Analizi, Bilgisayarlı Tomografi, Batın Ultrasonografisi, Cilt Altı Ultrasonografisi, Plikometre
Tüm vücut	Elektrik geçirgenlik, sudaki ağırlık, Antropometri, Dansitometre	Biyoelekrik impedans, Toplam Vücut Elektriksel Geçirgenliği

Atomik Düzey Modeli

Birinci düzey olan atomik seviyede insan vücudunun temel taşları olan atomlar ve elementler organ ve dokulardaki dağılımlarına bakılır. İnsan vücudundaki 50 farklı elementten daha çok vücut ağırlığının % 98'ini oluşturan 6 temel elemente (oksijen, karbon, hidrojen, nitrojen, kalsiyum ve fosfor) vücut kompozisyon analizlerinde ele alınır. Tek başına % 60'dan fazlasını oluşturan oksijen ise ana elementtir.

Moleküler Düzey Modeli

İkinci yöntem olan moleküler seviye vücut kompozisyon analizlerinde insan vücudundaki lipit, su, protein, karbonhidrat ve minerallerin oluşturduğu 5 ana kimyasal bileşik birleştirilmiş kompartmanlar olarak değerlendirilir. İki kompartmanlı modelde; vücudu yağ kütlesi ve yağsız kütle (Vücut ağırlığı = Yağ dokusu + yağsız vücut kütlesi), üç kompartman modeli; vücudu yağ, su ve katı (Vücut ağırlığı = yağ doku + yağsız vücut kütlesi + kemik mineral içeriği), dört kompartman modeli ise; vücut ağırlığı = yağ doku + su + mineral rezidüel (glikojen, protein) olarak incelenmektedir. Moleküler seviyede vücut bileşimlerini belirlemede kullanılan yöntemlerde doku dansitesi esas alınır. Su, glikojen ve yağ dokusu homojen olduğu için gravimetrik yöntemlerle dansiteleri kolayca hesaplanabilir (Özkaya, 2018).

Hücresel Düzey Modeli

Metabolizma, büyüme ve üremeyi içine alan yaşamın karakteristiklerine sahip yapılar olan hücreler insan vücuduna dağılmış halde bulunurlar ve hücre seviyesinde organizma; hücre kütlesi, ekstrasellüler sıvı ve ekstrasellüler solid grupları olarak incelenir (Özkaya, 2018). Hücrede yer edinen potasyum kanda bulunan bir lipid olan trigliseridlerin yapısında bulunmaz ve ayırt edici bir özellik sayılır. Bu durum radyoaktif sayımla ortaya çıkarılan potasyum miktarının yağsız kitlenin göstergesi olacağı anlamına gelmektedir. Bu modelle yapılan K40 ve K42 yöntemleri vücuttaki metabolik aktif dokuların ölçümü için referans metot olarak kabul edilmesine karşın maliyetli oluşu ve kolay uygulanabilir olmaması nedeniyle spor bilimlerinde kullanımı pratik olmayan bir metottur.

Doku-Sistemler Düzeyi Modeli

Doku düzeyi modelinde organizmanın temel bileşenleri olan yağ dokusu, iskelet kası, viseral organlar ve iskelet dokusu Bilgisayarlı Tomografi (CT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ve Ultrason (US) metotları deri altı yağın, viseral adipoz dokunun ve bölgesel kas kütlesinin tahmini için kullanılmaktadır (Özkaya, 2018).

Tüm Vücut Düzeyi Modeli

İnsan vücudunun bileşenlerindeki farklılıklar vücut yapısı, sekli, dış görünüşü ve fiziksel özellikler ile yüksek düzeyde ilişkilidir. Bu doğrultuda genel vücut yapısının ölçüldüğü antropometrik değerler vücut kompozisyonu hakkında bilgi verebilmektedir. Örneğin bir insanın vücut yağ düzeyindeki artışları dış görünüşünden ayırt edilebilir ve bu sayede bölgesel bakılan deri kıvrım kalınlığı ile yağ yüzdeleri hakkında bilgi edinilebilmektedir. Spor bilimlerinde en yaygın kullanılan yöntemler tüm vücut düzeyinde yapılan antropometrik ölçümlerdir.

Vücut Kompozisyonunun Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntemler

Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde tek doğrudan yöntem kadavra analizidir ve laboratuvar ve saha yöntemlerini içeren dolaylı yöntemler basit ve ucuz saha metotlarından, karmaşık ve pahalı laboratuvar uygulamalarına kadar değişiklik göstermektedir. Kullanılan yöntemler, parametrelerle sınıflandırılabileceği gibi ölçümü yapan kişinin beceri derecesine, ihtiyaç duyulan cihazların çeşidine, ölçüm yapılacak olan kişinin (gönüllünün) işbirliğine, yöntemin geçerliliği ve doğruluğuna göre de sınıflandırılabilmektedir.

İnvivo-Nötron Analizi

Detaylı ölçme ve değerlendirme gerektiren en yüksek doğruluktaki yöntem olarak invivo-nötron analizleridir (Ellis ve Eastman, 2013). Invivo analizde vücuda yüksek yoğunlukta nötron verilir ve vücuttaki kimyasal elementler tarafından yakalanan nötronlar ortaya gama ışınlarını yayar. Bu enerji sayesinde vücuttaki elementler belirlenir. Bu yöntemlerle doğrudan güçlü sonuçlar elde edilir ancak çok kapsamlı olması ve sağlık açısından bazı sakıncalar içermesi (radyasyon gibi) nedeniyle spor alanında çok kullanılmamaktadır. Sağlık açısından ise önemli klinik bulguların elde edilmesi gereken durumlarda kullanılmaktadır.

Dual-Energy X-Ray Absorptiometry (DEXA)

Sporda sıkça kullanılan vücut yağ oranı ölçümleri dışında kemik mineral yoğunlukları da incelenebilir. Kesine yakın sonuçlar elde etmek için yapılması gereken atomik yöntemlerin (kadavra analizi, nötron aktivasyon) farklı zorluklar içermesi nedeniyle yaygın olarak başvurulan DEXA yöntemiyle hem yağ yüzdesi hem de kemik mineral yoğunlukları yüksek doğrulukla tespit edilebilmektedir. Bu yöntemde vücuda verilen X ışınlarının dokulardaki kaybına bakılarak tespit edilir. DEXA yöntemiyle hem yağ yüzdesi hem de kemik mineral yoğunlukları yüksek doğrulukla tespit edilebilmektedir. Bu yöntemde vücuda verilen X ışınlarının dokulardaki kaybına bakılarak tespit edilir. Beslenme ve dehidrasyon-rehidrasyon protokollerine bağlı olarak küçük çaplı ölçüm farklılıkları görülebilse de (Going ve ark.., 1993), radyasyonun zararlı etkilerinin olmaması, özel bir hazırlık gerektirmemesi ve hızlı sonuç vermesiyle atomik yöntemlere göre çok daha sık tercih edilen yöntemdir. Masraflı ve uzman gerektirmesi gibi başka dezavantajları da olsa doğruluğu en yüksek vücut kompozisyon ölçüm yöntemidir.

Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA)

DEXA'dan daha sık kullanılan bir ölçüm olan BIA ise özellikle sporda saha testleri ve sağlık sektörlerindeki en pratik yöntemdir. BIA'da vücuda uygulanan küçük çaplı alternatif bir akımı (50kHZ) yürütmekle görevli elektrolitlerin popülasyona özgü formüllerle yağ ve su yüzdelerini tahmin etmesidir. Daha az iletken olan yağ dokularının akıma uğrattığı direnç impedansı etkiler ve bu BIA'nın temel prensibidir. Ölçüm için midenin boş olması gerekmektedir. Aç karnına yapılmadığı takdirde ölçüm hataları olabilmektedir. Az miktarlarda alınan sıvı alımının dahi ölçüm hatasına sebebiyet verebilmektedir. Geçerliliği yüksek olmasa da güvenilir bir yöntemdir. Yağ yüzdesi hesaplamasında DEXA kadar güvenilirliği yüksek olmasa da (Horber ve ark., 1992) zaman ve maliyet açısından avantajları sebebiyle yaygın

olarak kullanılabilmektedir. Bununla birlikte pratik olması ve çabuk sonuç vermesi avantajlarıdır.

Hidrodansitometri (Su Altı Ağırlık Ölçümü)

Arşimet prensibine dayalı olarak kişinin su dolu bir tanka alınması ile değişen su hacmi üzerinden değerlendirme yapan bir yöntemdir (McArdle ve ark.. 2010). Çalışma mekanizması hakkında ön fikir vermesi açısından; yağ dokusuna göre daha yoğun olan kas ve kemikler suyun içerisinde daha ağır geleceğinden, su dışarısındaki ağırlığa göre su içerisindeki kayıpları yağ yüzdesi düşük olan kişide daha az olması beklenilir. Referans metotlar arasında gösterilse de bu yöntemde; ölçümün ve hazırlığın çok kapsamlı olması en ciddi sınırlılıktır. Aletin konumlandırılması, su ısıların ayarlanması, denekte kişisel hazırlık (mayo-bone,beslenme rutini), çok sayıda tekrar gereksinimi, değerlendirmenin uzman gerektirmesi (tahmin formüllerinin hepsinde popülasyona göre farklılıklar içermeli ve rezidüel akciğer hacimlerin de hesaplanması gerekir) gibi zorluklar nedeniyle çoğu kez tercih edilmemektedir. Ancak güvenilirlik noktasında DEXA gibi altın standartlar arasında gösterilir (Fields ve ark., 2000).

Hava Değişim Pletismografi (BOD POD)

Hava Değişim Pletismografisi (BOD POD) suya daldırma yöntemine benzer matematiksel formülle, farklı olarak vücut kompozisyon analizi için su yerine hava deplasmanı uygulanan ensitometrik yöntemdir. Dar bir odacığa alınan kişinin sebep olduğu hava değişimine göre vücut komposizyon hesaplaması yapan bir sistemdir. Hava basıncı ile yapılan ölçümde sensörler tarafından bilgisayara iletilen basınç odacıkta oturan kişinin bedeniyle meydana getirdiği hava değişimini hesaplar. Bu ölçüm yöntemiyle yüksek doğrulukla yağ yüzdesini değerlendirmeleri yapılabilir (Bentzur ve ark., 2008).

Toplam Vücut Potasyum Ölçümü, 40K

Hücrede yer edinen potasyum kanda bulunan bir lipid olan trigliseridlerin yapısında bulunmaz ve bu ölçüm radyoaktif sayımla ortaya çıkarılan potasyum miktarının yağsız kitlenin göstergesi olacağı esasına dayanır.

Bilgisayarlı Tomografi, Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ve Ultrason

Yapılan çalışmalar bilgisayarlı tomografi, magnetik rezonans görüntüleme(MRI) ve ultrason metotları ile yüksek doğrulukta vücut kompozisyon parametrelerinin tespit edileceğini göstermiştir(Bridge ve ark., 2011). Ultrasonografi de dokulara gönderilen yüksek frekanslı ses dalgaları (ultrason) dokunun absorpsiyon katsayısı ve doku kalınlığı ile ilgili bilgi verir ve bu

sayede toplam vücut yağı hesaplanır. Tomografi ise bedenin görüntülenmek istenen bölgesinden alınan kesitsel alanı uygun bilgisayar yazılımı kullanılarak inceleyen ve bölgedeki doku dağılımı hakkında görsel ve sayısal bilgiler verebilen bir yöntemdir. MRI yönteminde ise radyo dalgaları ile tarama yapılır ve sinyal şiddetine göre incelenen dokulardaki su ve yağın derişim ve gevseme özellikleri ortaya konulur. Özellikle MRI yöntemin maliyetli oluşu, pratik olmaması ve uzman gerektirmesi spor bilimlerinde yaygın kullanılamamasına sebep olmaktadır. Bilgisayarlı tomografi ve ultrason yöntemlerinin de ölçme ve değerlendirme noktalarında uzman gerektirmesi yönüyle bazı sınırlılıkları vardır fakat MRI yöntemine göre daha az maliyetlidir.

Antropometrik Yöntemler

Spor bilimleri alanında vücut bileşenlerinin değerlendirilmesinde BIA ile birlikte en yaygın olarak antropometrik ölçümler kullanılmaktadır. Bu yöntemde bazı fiziksel özelliklere ek olarak bakılan deri kıvrım kalınlığı ile yağ yüzdeleri hakkında bilgi edinilebilmektedir. Yaygın olarak kullanımının altında yatan ana etken pratik ve kolay uygulanabilir olmasıdır. Ancak genellikle denklem üzerinden yapılan hesaplamalar yas, cinsiyet, fiziksel aktivite, vücut yağ derecesi ve ırk gibi faktörlere göre değişkenlik gösterebilmekte bu nedenle ölçüm hataları verebilmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Spor bilimlerinde vücut kompozisyonu ölçme ve değerlendirme için önerilebilecek yöntemler koşullara ve amaca bağlı olarak farklılıklar gösterecektir. Vücut kompozisyonunun ana parametre olduğu kapsamlı araştırmalarda DEXA'nın hala en ideal ölçüm yöntemi olduğu düşünülmektedir. İmkânların elverişliliği durumunda hava değişim pletismografisi (BODPOD) daha güvenilir veriler vermesi açısından uygun yöntem olabilir. MRI yöntemlerinin yağ yüzdesi dışında kas hipertrofisi gibi spesifik ölçümlerin de yapılabildiği (Ünlü ve ark., 2020) bu bağlamda spor bilimlerindeki kuvvet odaklı çalışmalarda ideal olabileceği düşünülmektedir. Son olarak vücut kompozisyonunun asıl amaç olmadığı, tanımlayıcı istatistikler olarak yer verileceği çalışmalar için BIA veya antropometrik yöntemler kullanılabilir. Bilimsel çalışmalar dışında, uygulama sahasındaki sınırlılıklar göz önüne alındığında (çok sayıda katılımcının olduğu sahada yapılması gereken durumlar) ölçüm prosedürlerine dikkat edilerek antropometrik ölçümlerle veya BIA yöntemi ile değerlendirmeler yapılabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ackland, T.R., Lohman, T.G., Sundgot-Borgen, J., Maughan, R.J., Meyer, N.L., Stewart, A.D. & Müller, W. (2012). Current status of body composition assessment in sport. Sports Medicine, 42(3), 227–249.

Bentzur, K.M., Kravitz, L. & Lockner, D.W. (2008). Evaluation of the BOD POD for estimating percent body fat in collegiate track and field female athletes: a comparison of four methods. The Journal of Strength & Conditioning Research, 22(6), 1985–1991.

Bridge, P., Pocock, N.A., Nguyen, T., Munns, C., Cowell, C.T., Forwood, N. & Thompson, M.W. (2011). Validation of longitudinal DXA changes in body composition from pre-to mid-adolescence using MRI as reference. Journal of Clinical Densitometry, 14(3), 340–347.

Ellis, K.J. and Eastman, J.D. (2013). Human body composition: in vivo methods, models, and assessment (Vol. 60). Springer Science & Business Media.

Fields, D.A., Hunter, G.R. & Goran, M.I. (2000). Validation of the BOD POD with hydrostatic weighing: Influence of body clothingin. International Journal of Obesity, 24(2), 200–205.

Gatterer, H., Schenk, K. & Burtscher, M. (2017). Assessment of human body composition methods and limitations. In body composition. CRC Press.

Going, S.B., Massett, M.P., Hall, M.C., Bare, L.A., Root, P.A., Williams, D.P. & Lohman, T.G. (1993). Detection of small changes in body composition by dual-energy x-ray absorptiometry. The American Journal of Clinical Nutrition, 57(6), 845–850.

Horber, F.F., Thomi, F., Casez, J.P., Fonteille, J. & Jaeger, P.H. (1992). Impact of hydration status on body composition as measured by dual energy X-ray absorptiometry in normal volunteers and patients on haemodialysis. The British Journal of Radiology, 65(778), 895–900.

Isık, A., Unlu, G., Gozubuyuk, O.B., Aslanyurek, T. & Bereceli, C. (2018). The relationship between previous lower extremity injury, body weight and bilateral eccentric hamstring strength imbalance in young soccer players. Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine, 7(2), 23-28.

McArdle, W.D., Katch, F.I., & Katch, V.L. (2010). Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance (seventh). Lippincott Williams & Wilkins.

Özkaya, V. (2018). Vücut yağının saptanmasında çeşitli antropometrik ölçümlerle biyoelektrik impedans ve çift foton absorbsiyometri yöntemlerinin karşılaştırılması. Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Popovic, S., Akpinar, S., Jaksic, D., Matic, R., Bjelica, D., Popovic, S. & Bjelıca, D. (2013). Comparative study of anthropometric measurement and body composition between elite soccer and basketball players. Int. J. Morphol, 31(2), 461–467.

Stewart, A.D. and Sutton, L. (2012). Body composition in sport, exercise and health. Routledge.

Tatlici, A., Lima, Y., Çiftçi, B., Aktas, S. & Badak, T. (2021). The effect of 8-weeks wrestling training on unilateral muscle imbalances. Physical Education of Students, 25(4), 205–211.

Tatlici, A., Unlu, G., Cakmakci, E. & Cakmakci, O. (2021). Investigation of the relationship between strength and dynamic balance performance in elite wrestlers. Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology, 21(3), 18–22.

Unlu, G., Cevikol, C. & Tuba, M. (2020). Comparison of the effects of eccentric, concentric, and eccentric-concentric isotonic resistance training at two velocities on strength and muscle hypertrophy. Journal of Strength and Conditioning Research: The Research Journal of the NSCA, 34(2), 337–344.

Wang, Z.M., Pierson Jr, R.N. & Heymsfield, S.B. (1992). The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. The American Journal of Clinical Nutrition, 56(1), 19–28.