

VÜCUT KOMPOZİSYONUNU DEĞERLENDİRMEDE KULLANILAN YÖNTEMLER VE KRONİK BÖBREK YETMEZLİKLİ HASTALARDAKİ UYGULAMA ALANLARI

BODY COMPOSITION DETERMINATION TECHNIQUES AND THEIR APPLICATION IN END STAGE RENAL DISEASE

Aykut Sital, Caner Çavdar, Yavuz Yeniçerioğlu, Abdurrahman Çömlekçi, Taner Çamsan

Dokuz Eylül Üniversitesi

Birçok hastalık vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturur. Böbrek yetmezliği vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturan önemli bir süreçtir. Azalmış protein ve enerji alımı, hormonal değişiklikler, su ve tuz metabolizmasının bozulması, kalsiyum-fosfor dengesinin etkilenmesi gibi nedenlerden dolayı vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşur. Klinisyen vücut kompozisyonunda oluşan değişiklikleri doğru olarak saptayabildiği ölçüde tedaviyi doğru olarak yönlendirebilir.

Günümüzde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde ve sonuçlarının izlenmesinde, boy ağırlığına göre tahmini kilo veya vücut kitle indeksi (BMI) gibi kolay ve ucuz yöntemler sıkça kullanılmaktadır. Özellikle obezite izleminde yararlı göstergeler olmalarına rağmen vücut kompozisyonlarında meydana gelen değişiklikleri ayırt edemezler (1-2). Deri kıvrımı kalınlığı (skinfold thickness) vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan diğer bir yöntemdir. Triseps, biseps, subskapular ve suprailiik gibi sabit bölgelerdeki deri kalınlığı ölçülerek vücuttaki toplam yağ miktarı tahmin edilmeye çalışılır. Kişi bağımlı olması, ödem gibi cilt kalınlığının arttığı durumlarda yanlış sonuç vermesi gibi olumsuzluklara sahiptir (3-4).

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren vücut kompozisyonunu değerlendirme konusundaki araştırmalar hızla artmıştır. Bu gelişmeye paralel olarak vücut kompozisyonunun değerlendirmesinde kullanılan bir çok yeni yöntem geliştirilmiştir.

Vücut kompozisyonu belirlenirken vücut çeşitli bölümlere ayrılarak değerlendirilmeye çalışılır. Heymsfield ve arkadaşları 30'dan fazla vücut bileşeninin 5 düzeyde incelenebileceğini belirtmişlerdir (5). Buna göre organizma; atomik, moleküler, hücresel, doku sistemi ve tüm vücut diye 5 düzeye ayrılarak incelenebilir. Tablo 1 de görüldüğü gibi her grubun da kendi içinde alt grupları olabilir.

Bu sınıflandırmada yer alan her düzeydeki vücut bileşeni ölçülmeye çalışılarak vücut kompozisyonu hakkında fikir sahibi olunmaya çalışılır. Tablo 2'de ise vücut seviyeleri ve bunların saptanmasında kullanılan yöntemlerden bazıları gösterilmektedir.

1. Atomik düzey

Oksijen, C, H ve N vücut kitlesinin % 95' den fazlasını oluşturur. Sağlıklı bireylerde toplam vücut potasyumunun hesaplanması intraselüler sıvı miktarı ve toplam hücre kitlesi

Tablo1: Vücut bileşenlerinin sınıflandırılması

N, Ca, P, K, Na, Cl	Lipit	\Adipozitler-'	Adipoz doku	T ü m V ü c u t
H	Su		İskelet kası	
C				
O	Protein	Ekstraselüler sıvı	Viseral organlar	
	Glikojen	Ekstraselüler		
	Mineral	solid	İskelet	
Atomik	Moleküler	Hücresel	Doku sistemi	

hakkında bilgi verir. Dışarıdan verilen Br (Bromide) gibi maddelerin dilüsyon volümleri saptanarak ekstraselüler sıvı volümü hesaplanabilir. Atomik seviyede doğrudan sonuç veren yöntem in vivo nötron aktivasyon analizidir. Altın standart yöntemlerden birisi olmasına karşın dünyada sayılı merkezlerde yapılabilmesi ve hastayı radyasyona maruz bırakması nedeniyle yaygın kullanım alanı yoktur (6).

2. Moleküler düzey

İnsan vücudunda bulunan çok sayıda kimyasal bileşik 5 temel gruba ayrılabilir. Şekil 1 'de görüldüğü gibi bu gruplar; lipit, su, protein, karbohidrat ve minerallerdir (7).

Vücuttaki yağ miktarı iyi sporculardaki gibi %10 ile şişmanlarda olduğu gibi % 50 arasında değişebilir. Normal bir insanda vücut kompozisyonunun % 60'ı sudur. (8-9). Proteinler vücut kompozisyonunun % 15'ini oluştururlar (10-11). Normal sağlıklı bir insanda 1 kg kadar glikojen vardır (12). Mineraller sağlıklı bir insanda vücut ağırlığının % 5'ini oluştururlar (13).

Her ne kadar moleküler düzeyde vücut 5 ayrı grupta incelenirse de, pratikte vücut kompozisyonunu değerlendiren yöntemlerde bu gruplar birleştirilmektedir. Örneğin iki kompartıman modelinde; Vücut ağırlığı = (yağ dokusu + yağsız vücut kitlesi) veya üç kompartıman modelinde; Vücut ağırlığı = (yağ dokusu + yağsız vücut kitlesi + kemik mineral içerik) olarak incelenmektedir.

Moleküler düzeyde vücut kompozisyonunu belirlemede kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Dual- enerji x-ray

absorbsiyometri ve biyoelektrik impedans analiz bu yöntemler içerisinde son yıllarda en çok kullanılmaya başlayan yöntemlerdir.

DUAL-ENERJİ X-RAY ABSORBSİYOMETRİ

Dual-enerji x-ray absorbsiyometri (DEXA) vücut kompozisyonu tayininde kullanıma giren hızlı, kolay, noninvazif, hasta uyumu yüksek ve hastayı 5 mrem'den daha az radyasyona maruz bırakan bir tekniktir (14,15). Yetmiş ve 140 keV'lik iki enerji seviyesinin dokulardaki soğurulma miktarının saptanması ile üç kompartıman modelinde yer alan yağ, kemik ve yağsız vücut kitlesi ölçülebilmektedir (15,16).

Bu yöntemde hata payı kemik dokusu, yağ dokusu ve yağsız doku için sırasıyla %1.8, %1.5 ve %1.5 olarak belirtilmiştir (17,18).

Horber ve arkadaşları sağlıklı bireylerde yaptıkları bir çalışmada, belirli bir miktar sıvı ve katı gıda tüketiminden sonra oluşan vücut ağırlığı değişimini DEXA kullanarak araştırmışlardır. Vücut ağırlığı artışının yağsız vücut kitlesinde olduğunu, yağ ve kemik kitlesinin değişmediğini saptamışlardır (19). Roubenhoff ve arkadaşları ise uniform hidrasyona sahip bireylerde DEXA'nın üç kompartıman modelinde yer alan yağ kitlesi, yağsız vücut kitlesi ve kemik mineral içerik miktarını belirlemede "altın standart" olduğunu ileri sürmüşlerdir (14).

Kronik böbrek yetmezliği hastalarında da DEXA kullanılarak vücut kompozisyonunu değerlendirmeye yönelik çalışmalar yapılmıştır. Georgiou ve arkadaşları 17 hemodiyaliz hastasında bir diyaliz seansı sırasında yağsız vücut kitlesinde, toplam vücut ağırlığı değişimine paralel olarak anlamlı değişiklik saptamışlardır. Ultrafiltrasyon ile çekilen sıvının yağsız vücut kitlesinde oluşturduğu değişim DEXA ile saptanmış, yağ dokusu ve kemik mineral içerikte ise anlamlı değişiklik saptanmamıştır (20). Stenver ve arkadaşları da 20 hemodiyaliz hastasında yaptıkları çalışmada vücut ağırlığı değişimi ile yağsız vücut kitlesi değişimi arasında benzer ilişkiyi göstermişlerdir (21). Metry ve arkadaşları diyaliz öncesi ve sonrası gövde, kol ve bacaklarda oluşan değişim miktarını birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Hemodiyalizden bir saat sonra yaptıkları değerlendirmede gövdede meydana gelen değişikliği

kol ve bacaklarda meydana gelen değişikliğe göre daha fazla bulmuşlardır. Kalp ve büyük damarları barındıran gövdede ultrafiltrasyon ile sıvı çekilmesi ile daha fazla oluşan ağırlık değişiminin DEXA ile hassas bir şekilde saptandığını belirtmişlerdir (22).

BİYOELEKTRİK İMPEDANS ANALİZ

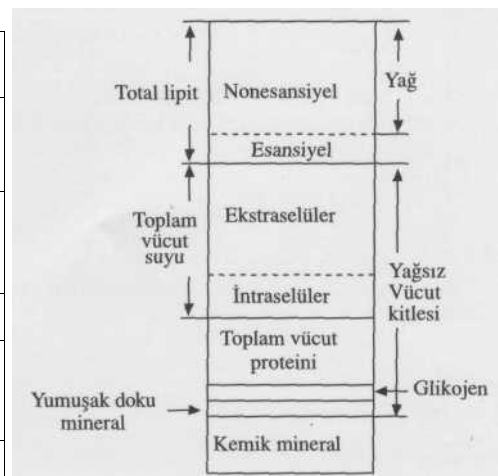
Biyoelektrik impedans analiz (BİA) vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan diğer bir yöntemdir. Doku yatağına elektrotlar aracılığı ile değişik frekanslarda alternatif akımlar verilir ve akımın voltajındaki düşme "impedans" olarak tespit edilir. Elektrolitten zengin sıvılar elektrik akımı için, yağ ve kemik dokusundaki minerallere göre daha fazla direnç oluştururlar (23). 50 kHz gibi yüksek akımlar hücre membranlarını geçerek tüm vücut suyunun miktarını verirken, 1 kHz gibi düşük akımlar hücre membranını geçemez ve sadece ekstraselüler sıvı miktarını verirler. Elde edilen impedans değerinin sabit denklemlerde yerine konması ile vücut yağ yüzdesi (% F), vücut yağ miktarı (FM), yağsız vücut yüzdesi (% LBM), yağsız vücut kitlesi (LBM), vücut su yüzdesi (%), vücut su miktarı (TW), vücut kitle indeksi (BMI) gibi vücut bileşenleri hesaplanmaktadır.

Kronik hemodiyaliz gören hastalarda kuru ağırlığın doğru saptanması kan basıncının düzenlenmesinde yaşamsaldır. Kuru ağırlık genellikle klinik gözlem ve veriler yardımıyla belirlenir. Hastanın kan basıncı değerleri, akciğer grafisi, fizik muayenede ödemin değerlendirilmesi bu verilerden birkaçıdır. Bu yöntemlerin yanı sıra daha nesnel olan inferior vena kava çapının ultrasonografik ölçümü, plazma atrial natriüretik peptid ve cGMP düzeyi bu amaç için kullanılabilir (24-27). Toplam vücut suyundan çok intravasküler alanda yer alan sıvının değerlendirmesi ile kuru ağırlığın belirlenmeye çalışılması bu yöntemlerin en önemli eksikliğidir (28). Hastaların su deposu olarak görev alan interstisyel alan bu yöntemlerle değerlendirme dışı kalmaktadır. Multifrekans biyoelektrik impedans analiz ile intraselüler ve ekstraselüler sıvı miktarı birbirinden ayrılarak ölçülebilmektedir. Bu özellik klinikte kuru ağırlık belirlenmesinde kullanılabilir. Ayrıca bir diyaliz hastasının gerçek sıvı durumunu bilmek Kt/V hesaplamada kullanılan üre dağılım volümünü doğru tahmin etmeyi de sağlar. Bugün

Tablo 2: Vücut kompozisyon düzeyleri ve bunları incelemek üzere geliştirilmiş yöntemler

Düzy	Son zamanlarda geliştirilmiş metotlar	Diğer metotlar
Atomik	Nötron aktivasyon analizi	⁴⁰ K tüm vücut taraması Dilüsyon teknikleri Su altı tartı
Moleküler	Biyoelektrik impedans analiz Dual-enerji x-ray absorbsiyometri Multikompartıman modeller	Infrared interaksiyon
Hücresel		Dilüsyon teknikleri
Doku sitemi	Bilgisayarlı aksiyal tomografi Manyetik rezonans görüntüleme	Ultrasonografi 24 saatlik kreatinin ve 3- metil histidine atılımı
Tüm vücut		Antropometri

Sekili: Moleküler düzey bileşenleri



Tablo 3: Vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan çeşitli yöntemlerin kısıtlılık ve avantajları

Yöntem	Güvenirlik	Masraf	Radyasyon	Zaman	Hasta uyumu
Kadavra analizi	+++				
Nötron aktivasyon	+++			++	++
Dansitometri	++	+		++	+/-
Dilüsyon tekniği	++	+/-		+	+
⁴⁰ K analizi	++			++	++
DEXA	++	-		++	++
BT	++			++	++
MRI	++	—		++	+
Antropometri	+	+++		++	+
Infrared interaksiyon	+	++		++	++
USG	+	++		++	++
Biyoelektrik impedans	+	+		+++	+++

+++ : mükemmel; H-+ : çok iyi; + : iyi; +/- : kötü değil; - : kötü; — : çok kötü

yaygın olarak kullanılan normal insanlardan elde edilmiş nomogramlara göre üre dağılım volümü hasta bazında daha doğru saptanabilir.

Katzarski ve arkadaşları normotansif ve hipertansif hemodiyaliz hastalarının diyaliz öncesi ve sonrası biyoelektrik impedans analiz ölçüm sonuçlarını kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. Hipertansif hemodiyaliz hastalarının normotensif diyaliz hastalarına göre, normotensif hemodiyaliz hastalarının ise kontrol grubuna göre daha fazla ekstraselüler sıvı miktarına sahip olduğunu göstermişlerdir. Çalışmanın ikinci basamağında hipertansif hastalara daha fazla ultrafiltrasyon yapılarak normotansif hale getirildikten sonra yapılan ölçümlerde ekstraselüler sıvı miktarının azaldığını gözlemişlerdir. Bu çalışma sonunda biyoelektrik impedans analizin kuru ağırlık belirlemede güvenilir, kolay ve aynı zamanda hasta izleminde de yararlı bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (28). Toplam vücut suyunu saptamada altın standart olarak dilüsyon yöntemleri kullanılmaktadır. Dilüsyon ve biyoelektrik impedans analizi yöntemleriyle yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda iki yöntemle yakın sonuçlar elde edilmiştir (29,30). Yalnız bu yöntemde, dilüsyon yöntemiyle elde edilen sonuçlara dayanarak yağsız dokunun yaklaşık % 73'ü su olarak kabul edildiği için hidrasyonu bozuk kişilerde yanlış sonuç verebilmektedir (31). Ödemi olan kişilerde yağsız vücut kitlesi miktarı normalden fazla olarak hesaplanmakta ve böylece yağ dokusu da normalden az olarak tayin edilmektedir (32). Ayrıca toplam vücut impedansının oluşumunda kol ve bacaklar daha büyük bir paya sahip oldukları için kişinin vücut yapısı da impedans değerini etkileyebilmektedir (33).

Biyoelektrik impedans analizinin diyaliz hastalarında vücut suyunu doğru belirlemede yetersiz kaldığı yönünde de yayınlar vardır. Abrahamsen ve arkadaşları DEXA ile karşılaştırmalı çalışmalarında, biyoelektrik impedans analizi DEXA'ya göre vücut kompozisyonunu belirlemede daha az güvenilir bulmuşlardır (34). Kong ve arkadaşları da kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda biyoelektrik impedans analizinin hidrasyon durumunu belirlemede yetersiz olduğunu belirtmişlerdir (35).

4. Doku düzeyi

Doku düzeyinde organizmanın temel bileşenleri yağ dokusu, iskelet kası, visceral organlar ve iskelet dokusudur. Günümüzde

doku düzeyi tayininde, Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır (MRI). Tablo 3'de de vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan yöntemlerin güvenilirlik, masraf, radyasyon, zaman ve hastaya verdiği rahatsızlık yönünden birbirleriyle olan karşılaştırılması görülmektedir.

Vücut kompozisyonunu değerlendirmede en önemli soru hangi yöntemin referans yöntemi olduğu ya da altın standart olarak alınacağıdır. Biyoelektrik impedans, antropometri, infrared absorpsiyometri ve ultrasonografi gibi yöntemlerde hata payı yüksek olduğu için günümüzde referans yöntem olarak kabul edilmezler. Nötron aktivasyon analizi, DEXA, MRI, sualtı tartım yöntemleri bugün birçok yayında referans yöntem olarak kabul görmektedirler. Referans yöntemi olarak kabul edilen yöntemlerde de bugün için iki temel hata kaynağı vardır; kullanılan model ve teknik şartlar. Kimyasal analizlerde model olarak alınan N/protein = 0.16 oranı her koşulda sabitken, toplam vücut sıvısı/yağsız vücut kitlesi = 0.732 oranı bir çok koşulda değişkenlik gösterebilen bir modeldir. Teknik olarak ise aletlerin kalibrasyonu, hasta uyumu ve kullanan kişinin deneyimi hata kaynağı olabilmektedir.

Bütün bunların ışığındaki değerlendirmede; vücut kompozisyonunu tayin etmede seçilecek yöntemin çalışma hipotezine ve kliniğe uygulanabilirliğine göre seçilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Wabitsch M, Hauner H, Heinze E, et al. Body fat distribution and steroid hormone concentration in obese adolescent girls before and after weight reduction. J Clin Endocrinol Metab 1995; 80: 3469-3475
2. Hendler RG, Welle SL, Statt MC, et al. The effects of weight reduction to ideal body weight on body fat distribution. Metabolism 1995; 44: 1413-1416.
3. Durnin JVGA, Womersley J: Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: Measurements on 481 men and women aged from 17 to 72 years.Br J Nutr 1974; 32: 77-97
4. Zillikens MC, Conway JM: Antropometri in blacks:

- Applicability of generalized skinfold equations and differences in fat patterning between blacks and whites. *Am J Clin Nutr* 1990; 52:45-51
5. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, et al. Human body composition: Advances in models and methods. *Annu Rev Nutr* 1997; 17: 527-558
 6. Kehayias JJ, Heymsfield SB, Lo-Monte AF, et al. In vivo determination of body fat measuring total body carbon. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1339-1344
 7. Wang Z, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five level model: a new approach to organizing body composition research. *Am J Clin Nutr* 1992; 56: 19-28
 8. Forbes GB. Human body composition. 1987 New York: Springer- Verlag
 9. Wang Z, Heshka S, Pierson RN Jr, et al. Systematic organization of body composition methodology: Overview with emphasis on component-based methods. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 457-465
 10. Cohn SH. In vivo neutron activation analysis: state of the art and future prospects. *Med Phys* 1981; 8: 145-153
 11. Cunningham J. N x 6.25: Recognizing a bivariate expression for protein balance in hospitalized patients. *Nutrition* 1994; 10: 124-127
 12. Snyder WM, Cook MJ, Nasset ES, et al. Report of task group on reference Man. 1975: Oxford: Pergamon.
 13. Dutton J. In vivo analysis of body elements and body composition. *Univ Wales Sci Tech Rev* 1991; 8: 19-30
 14. Roubenhoff R, Kehajas JJ, Dawson-Hughes B, et al. Use of dual-energy x-ray absorptiometry in body composition studies: Not yet a "gold standard.". *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 589-591
 15. Morgan M, Madden A. The assessment of body composition in patients with cirrhosis. *Eur J Nucl Med* 1995; 23: 213-225
 16. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, et al: Dual- energy x-ray absorptiometry body composition model: Review of physical concepts. *Am J Physiol* 1996; 271: E941-E951.
 17. Kohrt WM. Body composition by DXA: Tried and true? *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1349-1353
 18. Mazess RB, Barden HZ, Bisek JP, et al. Dual-energy x-ray absorptiometry for total body and regional bone mineral and soft tissue composition. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 1106-1112
 19. Horber FF, Thomi F, Casez JP, et al. Impact of hydration status on body composition as measured by dual-energy x-ray absorptiometry in normal volunteers and patients haemodialysis. *Br J Radiol* 1992; 65: 895-900
 20. Georgiou E, Virvidakis K, Douskas G, et al. Body composition changes in hemodialysis patients before and after hemodialysis as assessed by dual- energy x-ray absorptiometry. *Metabolism* 1997; 46: 1059-1062
 21. Stenver DI, Godfredsen A, Hilsted J, et al. Body composition in hemodialysis patients measured by dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Nephrol* 1995;15: 105-111
 22. Metry G, Malimin H, Wikstrom B, et al. Proportional changes in body fluid with hemodialysis evaluated by dual-energy x-ray absorbtometry and transthoracic bioimpedance with particular emphasis on the thoracic region. *Artificial Organs* 1997; 21: 969-976
 23. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Impedance for body composition. *Exerc Sport Sci Rev* 1990; 18: 193-224
 24. Cherix EC, Leunissen KML, Janssen J, et al. Echography of inferior vena cava is a simple and reliable tool for estimation of "dry weight" in hemodialysis patient. *Nephrol Dial Transplant* 1989; 4: 563-568
 25. Rascher W, Tulassay T, Lang R. Atrial natriuretic peptide in plasma of volume overloaded children with chronic renal failure. *Lancet* 1985; 2: 1208-1211
 26. Gannella G, Albertini A, Assanelli D, et al. Effect of changes in intravascular volume on atrial size and plasma levels of immunoreactive atrial natriuretic peptide in uremic man. *Clin Nephrol* 1988; 30: 187-192
 27. Lauster F, Gerzer R, Weil J, et al. Assessment of dry body-weight in hemodialysis patients by the biochemical marker cGMP. *Nephrol Dial Transplant* 1990; 5: 356-361.
 28. Katzarski K, Charra B, Laurent G, et al. Multifrequency bioimpedance in assessment of dry weight in hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11: 26-30
 29. Brummer RJM, Bengtsson BA, Bosaeus I. Validation of body composition by bioelectrical impedance analysis in acromegaly. *Eur J Clin Nutr* 1991; 46: 47-52
 30. Royall D, Greenberg GR, Allard JP, et al. Critical assessment of body-composition measurements in malnourished subjects with Crohn's disease: The role of bioelectric impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1994; 59: 325-330
 31. Deurenberg P, van der Kooy K, Leenen R, et al. Body impedance is largely dependent on the intra-and extracellular water distribution. *Eur J Clin Nutr* 1989; 43: 845-853
 32. Stall SH, Ginsberg NS, De Vita MV, et al. Comparison of five body composition methods in peritoneal dialysis patients. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 125-130
 33. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Estimation of body composition from bioelectrical impedance of body segments. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 221-226
 34. Abrahamsen B, Hansen TB, Hogsberg IM, et al. Impact of hemodlysis on dual x-ray absorbtometry, bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 80-86
 35. Kong CH. Determination of total body water in uraemic patient by bioelectrical impedance. *Nephrol Dial Transplant* 1993; 8: 716-719