

86551

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
NEFROLOJİ BİLİM DALI

HEMODİYALİZ ESNASINDA OLUŞAN VÜCUT KOMPOZİSYONU
DEĞİŞİKLİKLERİNİ SAPTAMADA
DUAL- ENERJİ X - RAY ABSORBSİYOMETRİ
VE BİYOELEKTRİK İMPEDANS ÖLÇÜMLERİNİN
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

DR.A.AYKUT SİFİL
NEFROLOJİ UZMANLIK TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
PROF. DR. TANER ÇAMSARI

86551

İZMİR-1999

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TEŐEKKÜR

Nefroloji eğitimim ve tezimin hazırlanmasındaki katkılarından ve engin hoŐgörösünden dolayı Sayın Prof. Dr. Taner amsarı'ya, yardımlarını her zaman olduğu gibi yine esirgemeyen Hemodiyaliz çalıŐanlarına, tezimin hazırlanması sırasında önemli katkıları olan Radyoloji bölümünden Doç. Dr. Din Özaksoy ve Doç. Dr. Metin Manisalı'ya, DEXA ekimlerindeki yardımlarından dolayı radyoloji teknisyenlerine, istatistik hesaplamalardaki yardımından dolayı Uzm. Dr. Abdurrahman ömlekcı ve tezimin hazırlanmasında her aŐamada destek olan sevgili eŐime teŐekkürü bir borç bilirim.

Dr. Aykut Sifil

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
SUMMARY	2
GENEL BİLGİLER	3
ÇALIŞMANIN AMACI	16
HASTALAR VE YÖNTEM	17
SONUÇLAR	19
TARTIŞMA	27
KAYNAKLAR	33

ÖZET

Kronik böbrek yetmezliği (KBY), azalmış protein ve enerji alımı, hormonal değişiklikler, su ve tuz metabolizmasının bozulması, kalsiyum-fosfor dengesinin etkilenmesi gibi bir çok nedenden dolayı vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturur. Vücut kompozisyonunda oluşan değişiklikleri saptama ve izlemede kullanılacak kesin sonuçlar veren yöntemlere ihtiyaç vardır. Dual–Enerji X–Ray absorpsiyometri (DEXA) ve biyoelektrik impedans analiz (BIA), KBY hastalarında vücut kompozisyonunu değerlendirmede sıklıkla kullanılan yöntemlerdir.

Çalışmamızda bir diyaliz seansı sırasında oluşan küçük vücut kompozisyonu değişikliklerini saptamada DEXA ve biyoelektrik impedans ölçümlerinin karşılaştırmalı analizini yapmayı amaçladık.

Çalışmaya hemodiyaliz ünitesinde kronik hemodiyaliz programında olan stabil 8 kadın, 7 erkek hasta alındı. Her hasta diyaliz öncesi ve sonrası elektronik tartı ile tartıldı ve ağırlıkları kaydedildi. Diyaliz öncesi ve sonrası DEXA ve biyoelektrik impedans analiz ile vücut kompozisyonu ölçümleri yapıldı.

Hastaların DEXA ile yapılan ölçümlerinde diyaliz öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında, yağ miktarı ve kemik mineral içerikte meydana gelen değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değilken, yağsız vücut kitlesi ve toplam ağırlıkta istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler bulundu ($p < 0.05$). Biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen sonuçlarda diyaliz öncesi ve sonrası yağ miktarı, yağsız doku miktarı, su miktarı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptandı ($p < 0.05$). DEXA ve biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen diyaliz öncesi ve sonrası yağ dokusu ve yağsız doku ortalamaları karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ve iki yöntem arasında korelasyon mevcuttu.

Sonuç olarak; DEXA yağ miktarı, yağsız vücut kitlesi ve kemik doku miktarını belirlemede oldukça duyarlı bir yöntemdir. Gerek kısa dönem gerekse de uzun dönemde diyaliz hastalarında vücut kompozisyonunu belirlemede güvenle kullanılabilir. Biyoelektrik impedans analiz ise, diyaliz hastalarında vücut kompozisyonunu belirlemede daha az güvenilir bir yöntemdir. Bunun yanında hasta başında yapılması, herkes tarafından kullanılabilmesi, noninvazif bir yöntem olması nedeniyle kuru ağırlık belirlemede klinik parametreler ile birlikte biyoelektrik impedans analizi yönteminin kullanılabileceği sonucuna vardık.

SUMMARY

Because of decreased protein and energy intake, hormonal changes, disturbances in fluid and electrolyte metabolism and calcium and phosphorus balance and many other reasons, chronic renal failure causes changes in body composition. Reliable techniques are required to determine and follow up changes in body composition. Dual-Energy X-Ray Absorbsiometry (DEXA) and bioelectric impedance analysis are the frequently applied techniques to evaluate body composition in chronic renal failure.

In the present study, we aimed to perform comparative analysis of DEXA and bioelectric impedance analysis in determination of minor changes in body composition occurring during dialysis session. Eight female, 7 male stable hemodialysis patients were enrolled in the study. Each patient was weighed by the same digital scale before and after dialysis and body composition was measured by DEXA and bioelectric impedance analysis before and after dialysis in each patient. When measurements before and after dialysis by DEXA were considered, changes in fat mass (FM) and bone mineral content were not statistically significant, whereas lean body mass (LBM) and total weight measurements before and after dialysis differed significantly. When bioelectric impedance analysis was considered, fat mass, lean body mass and water content before and after dialysis were found to be statistically significantly different. When results obtained by DEXA and bioelectric impedance analysis were compared differences in means of FM and LBM were not statistically significant and they were found to be positively correlated.

As a conclusion; DEXA is a quite sensitive technique in determination of FM, LBM and bone mineral content and can be used in dialysis patients to determine short and long term changes in body composition. Despite bioelectric impedance analysis is less reliable in determination of body composition, it can be still used in determination of dry weight in conjunction with clinical parameters since it is a noninvasive and easy to perform technique at bedside.

GENEL BİLGİLER

Böbrek yetmezliği, vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturan bir hastalıktır. Beslenme bozuklukları kas ve yağ dokusunun azalmasına, hemodiyalizde yapılan ultrafiltrasyon vücut su miktarında periyodik değişiklikler oluşturur. Renal osteodistrofi kemik içeriğinin azalmasına neden olur. Klinisyen vücut kompozisyonunda oluşan değişiklikleri doğru olarak saptayabildiği ölçüde tedaviyi doğru olarak yönlendirebilir. Bu yüzden vücut kompozisyonunda oluşan değişiklikleri saptama ve izlemede kullanılacak, kesin sonuçlar veren yöntemlere ihtiyaç vardır (1).

Günümüzde vücut kompozisyonunun tayini nutrisyonel durumun değerlendirilmesi ve sonuçlarının izlenmesi, kilo verme ve bunun gibi bir takım tedavilerin izlenmesinde kullanılmaktadır (2-4). 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 bileşenlerinin 5 düzeyde incelenebileceğini belirtmişlerdir (5). Buna göre organizma;

1. Atomik
2. Moleküler
3. Hücresel
4. Doku sistemi
5. Tüm vücut

diye 5 düzeye ayrılarak incelenebilir. Tablo 1 de görüldüğü gibi her grubun da kendi içinde alt grupları olabilir.

Tablo1: Vücut bileşenlerinin sınıflandırılması

N, Ca, P, K, Na, Cl	Lipit	Adipozitler	Adipoz doku
H	Su	Hücre	İskelet kası
C		Ekstraselüler sıvı	Viseral organlar
O	Protein	Ekstraselüler solid	İskelet
	Glikojen		
Mineral			
Atomik	Moleküler	Hücresel	Doku sistemi

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

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

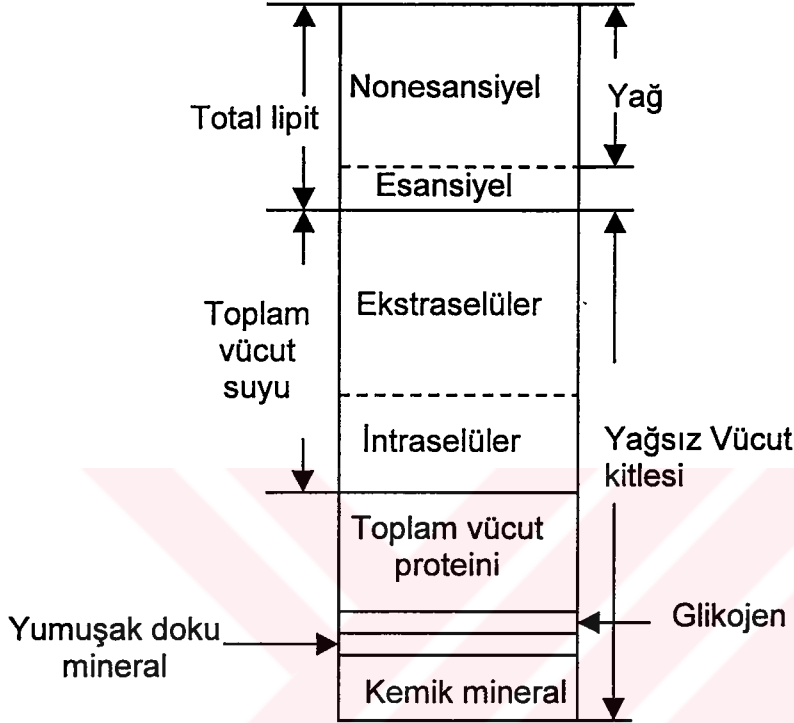
Düzyey	Son zamanlarda geliştirilmiş Metotlar	Diğer metotlar
Atomik	Nötron aktivasyon analizi	⁴⁰ K tüm vücut taraması Dilüsyon teknikleri Su altı tartı
Moleküler	Biyoelektrik impedans analiz DEXA Multikompartıman modeller	İnfrared interaksıyon
Hücresel		Dilüsyon teknikleri
Doku sistemi	Bilgisayarlı aksiyal tomografi Manyetik rezonans görüntüleme	Ultrasonografi 24 saatlik kreatinin ve 3- metil histidine atılımı
Tüm vücut		Antropometri

1. Atomik düzey

Doğada bulunan 106 elementin 50 tanesi doğal koşullarda vücutta bulunur. O, C, H ve N vücut kitlesinin % 95' den fazlasını oluşturur; bunlara Na, K, P, Cl, Ca, Mg ve S eklendiğinde bu oran % 99.5'e çıkmaktadır (6,7). Vücutta bulunan elementlerin miktarlarının saptanması sonucu çeşitli vücut bölümleri hakkında fikir sahibi olunabilir. Sağlıklı bireylerde toplam vücut potasyumunun hesaplanması intraselüler sıvı miktarı ve toplam hücre kitlesi 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. Belli enerji düzeyine sahip nötronlarla vücut ışılandıktan sonra, bu nötronların vücutta oluşturduğu izotopların yaydığı gamma ışınlarının enerjisi hesaplanır. Böylece, organizmada var olan elementin değişime uğrayan izotopunun yaydığı enerji hesaplanarak o elementin miktarı saptanır. Ca, H, K, Na, N miktarı bu yöntemle hesaplanabilir. Dünyada sayılı merkezlerde yapılabilmesi ve hastayı radyasyona maruz bırakması nedeniyle yaygın kullanım alanı yoktur (8).

2. Moleküler düzey:

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



Şekil1: Moleküler düzey bileşenleri

Vücuttaki yağ miktarı iyi sporculardaki gibi %10 ile şişmanlarda olduğu gibi % 50 arasında değişebilir. Vücuttaki lipitlerin önemli bir kısmını oluşturan triaçilgliseroller yağ adını alırlar ve bazen yanlışlıkla toplam lipit yerine kullanılırlar. Oysaki vücutta yağ dışı lipit olarak fosfolipit, sfingolipit ve kolesterol bulunmaktadır. Triaçilgliserol diğer adıyla nonesansiyel lipitler enerji deposu olarak görev alırken, yağ dışı diğer adıyla esansiyel lipitler bir çok biyokimyasal ve fizyolojik işlemde yer alırlar (5).

Normal bir insanda vücut kompozisyonununun % 60'ı sudur. Bunun yaklaşık % 34'ü intraselüler, % 26'sı ise ekstraselülerdir. Ekstraselüler alanda bulunan su; interstisyel alan, plazma, bağ dokusu, kemik ve gastrointestinal sistem olarak beş ayrı kompartımanda yer alır (9, 10).

Proteinler vücut kompozisyonunun % 15'ini oluştururlar. Vücutta bir çok protein türü vardır, noninvaziv yöntemlerle kas ve kas dışı proteinler olarak ölçülebilmektedirler (11-12).

Normal sağlıklı bir insanda 1 kg kadar glikojen vardır. Glikojenin yaş vücut ağırlığına göre yaklaşık %1 kadarı karaciğer, %2 kadarı ise iskelet kasında bulunur (6).

Mineraller sağlıklı bir insanda vücut ağırlığının % 5'ini oluştururlar. Kemik ve yumuşak doku mineral deposu olarak ikiye ayrılarak değerlendirilir. Kemik dokusundaki temel mineral kalsiyum hidroksiapatitdir. Yumuşak dokuda bulunan mineraller ise bilindiği gibi Na, K, Mg, Cl gibi iyonlardır (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

Vücut ağırlığı = lipit + lipit içermeyen doku olarak,

üç kompartıman modelinde;

Vücut ağırlığı = yağ dokusu + yağsız vücut kitlesi + kemik mineral içerik,

dört kompartıman modelinde;

Vücut ağırlığı = yağ dokusu + su + mineral + rezidüel (glikojen, protein) olarak incelenmektedir.

Moleküler seviyede vücut bileşenlerini belirlemede kullanılan yöntemlerde doku dansitesi esas alınır. Su, glikojen ve yağ dokusu homojen olduğu için gravimetrik yöntemlerle dansiteleri kolayca hesaplanabilir. Protein, kemik dokusu ve yumuşak doku ise, amino asit, mineral ve elektrolitlerden oluşan heterojen bir yapıda olduğu için dansitelerini tayin etmek güçtür (5). Moleküler düzeyde vücut kompozisyonunu belirlemede kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Dual- enerji x-ray absorpsiyometri (DEXA) ve biyoelektrik impedans analiz (BIA) bu yöntemler içerisinde son yıllarda en çok kullanılmaya başlayan yöntemlerdir.

DUAL-ENERJİ X-RAY ABSORBSİYOMETRİ (DEXA)

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). DEXA farklı enerji seviyelerine sahip 70 ve 140 keV'li iki düşük dozlu x ışını ile vücudun taranması esasına dayanır. Bu iki enerji seviyesinin dokulardaki soğurulma miktarının saptanması ile kemik ve yumuşak doku birbirinden ayrılır. Kemik mineral ölçümlerinde kullanılan DEXA, son yıllarda geliştirilen programlarla kemik dışı dokuyu, yağ dokusu ve yağsız vücut kitlesi olarak ayırıp ölçebilmektedir. Bu bilgisayar programları sayesinde DEXA ile üç kompartıman modelinde yer alan yağ, kemik ve yağsız vücut kitlesi tayinleri tüm vücutta veya segmental olarak bir ekstremitede yapılabilmektedir (15,16).

Günümüzde vücut kompozisyonunu ölçmede kullanılan yöntemlerin çoğu dolaylı yöntemlerdir ve çeşitli varsayımlara dayanır. Örneğin; toplam vücut suyunu ölçmede kullanılan dilüsyon yöntemleri yağsız dokunun % 72-74' nün su olduğu, yine dansimetrik ölçümlerde, yağsız dokunun dansitesinin 1.1 kg/L olduğu varsayılır (17). Oysa DEXA; bütün bu varsayımlardan bağımsız olarak vücut kompozisyonunu değerlendiren bir yöntem olarak kabul görmeye başlamıştır (18).

Vücut kompozisyonunu saptamada oldukça kesin sonuçlar verdiği belirtilen bu yöntemde hata payı kemik dokusu, yağ dokusu ve yağsız doku için sırasıyla %1.8, %1.5 ve % 1.5 olarak belirtilmiştir (19,20). Serum fizyolojik içeren sıvının x ışını soğurma miktarı DEXA ile ölçülen yumuşak dokunun ışını soğurma miktarına eşit olduğu için DEXA' nın hidrasyon durumundan bağımsız üç kompartıman modelinde yer alan kemik, yağ ve yağsız dokuyu geçerli bir şekilde ölçeceği belirtilmiştir (21-23). Woodrow ve arkadaşları dört kompartıman modeli kullanarak hesapladıkları toplam protein miktarını [toplam protein= yağsız doku (yumuşak doku+kemik mineral içerik, DEXA ile hesaplanan) - toplam vücut suyu (deuterium oksid dilüsyon yöntemi ile hesaplanan) -toplam vücut minerali (1.24 x toplam kemik içerik, DEXA ile hesaplanan)], DEXA ile hesapladıkları toplam protein (toplam protein= yağsız vücut kitlesi x %27 - toplam vücut minerali) miktarı ile uyumlu bulmuşlardır. Kuru ağırlığı doğru saptanmış, normal bireye yakın hidrasyon derecesine sahip hastalarda beslenme durumunu değerlendirmede de kullanılabilir bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (21). Bu özellikleri nedeniyle DEXA vücut kompozisyonu tayininde tercih edilmeye başlanan bir yöntem olmuştur. Kemik içeren bölgelerde yağsız vücut

kitlesinin ölçümü alttaki kemik dokusundan etkileneceği için tam sağlıklı sonuç vermeyebilir. Kemik içeren yağsız vücut kitlesi bölgelerindeki yağsız vücut kitlesi miktarları; kemik içermeyen yağsız dokudan sağlanan değerlerden elde edilen formüllerle hesaplanır (24). Tam tersi olarak bölgesel kemik dansitesi ölçümleri de zeminde bulunan yağsız vücut kitlesi miktarından etkilenebilmektedir (25). Yine ölçüm bölgesindeki yumuşak dokunun kalınlığı da sonucu etkilemektedir, bu dezavantaj son zamanlarda geliştirilen iki boyutlu görüntü alan aletlerle giderilmiştir (26). Son zamanlardaki klinik araştırmalar yukarıda bahsedilen hata paylarının nasıl en alt düzeye indirileceği üzerine yoğunlaşmaktadır.

DEXA sağlıklı bireyler yanında kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda da varsayımlardan uzak vücut kompozisyonunu belirlemede güvenilen bir yöntem olarak kullanılabilir.



BİYOELEKTRİK İMPEDANS ANALİZ (BİA)

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. İmpedans dokunun elektrik akımına gösterdiği dirençtir, iletkenlikle ters orantılıdır. Elektrolitten zengin sıvılar elektrik akımı için, yağ ve kemik dokusundaki minerallere göre daha fazla direnç oluştururlar (27). 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 kütlesi (LBM), vücut su yüzdesi(%W), vücut su miktarı (TW), vücut kitle indeksi (BMI) gibi vücut bileşenleri hesaplanmaktadır .İnsan vücudu birbirine bağlı kol, bacak ve gövde gibi silindirlere oluştuğu varsayılır ve bu silindirin uzunluğu ve çapı bilinirse ölçülen rezistans değeri sıvı volümünü verecektir. Bu ilke paralelinde rezistans ölçümü yapan cihazlarla toplam sıvı miktarı tayin edilebilir. Kronik hemodiyaliz gören hastalarda iki diyaliz arasında oluşan su ve tuz birikimi hemodiyaliz sırasında yapılan ultrafiltrasyon (sıvı çekme) ile giderilmeye çalışılır. Bu olay hastalarda ödem, hipertansiyon, kalp yetmezliği ve akciğer ödemi gibi komplikasyonların önlenmesi açısından son derece önemlidir. Hemodiyaliz işlemi sırasında yapılacak ultrafiltrasyon miktarı hastanın ideale yakın hidrasyon durumunu temsil eden ve klinikte "kuru ağırlık" adı verilen vücut ağırlığına göre yapılır. Bu yüzden bir hemodiyaliz hastasında kuru ağırlığın doğru olarak belirlenmesi büyük bir öneme sahiptir. Kuru ağırlık genellikle klinik gözlem ve veriler yardımıyla belirlenir. Hastanın kan basıncı değerleri, akciğer grafisi, fizik muayenede ödemin değerlendirilmesi bu verilerden bir kaçıdır. Kuru ağırlık belirlemede kullanılan bu değerlendirmeler kişisel deneyimlere dayalı, öznel yöntemlerdir. Kuru ağırlığı doğru belirlemeye yönelik daha nesnel yöntemlere gereksinim vardır. İnfirior vena kava çapının ultrasonografik ölçümü, plazma atrial natriüretik peptit ve cGMP düzeyi bu amaç için kullanılmaktadırlar (28-31). Toplam vücut suyundan çok intravasküler alanda yer alan sıvının değerlendirilmesi ile kuru ağırlığın belirlenmeye çalışılması, bu yöntemlerin en önemli eksikliğidir (32). 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 yaygın olarak kullanılan normal insanlardan elde edilmiş nomogramlara göre üre dağılım volümü hasta bazında daha doğru saptanabilir.

Toplam vücut suyunu saptamada altın standart olarak dilüsyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler teknik alt yapı gerektiren, zaman kaybına yol açan, hasta uyumu zor yöntemlerdir. Dilüsyon ve biyoelektrik impedans analizi yöntemleriyle yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda biyoelektrik impedans analizin toplam vücut suyunu ölçmedeki doğruluğu araştırılmıştır. Çeşitli hastalık durumu ve normal şahıslardaki vücut sıvısı tayininde dilüsyon yöntemiyle elde edilen sonuçlara yakın sonuçlar elde edilmiştir (33, 34). Son zamanlarda bu yöntemin diyaliz hastalarında kullanılmasına yönelik çalışmalar artmıştır (35-36). 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 (37). Ödemi olan kişilerde yağsız vücut kitlesi miktarı normalden fazla olarak hesaplanmakta ve böylece yağ dokusu da normalden az olarak tayin edilmektedir (38). Ayrıca toplam vücut impedansının oluşumunda kol ve bacaklar daha büyük bir paya sahip oldukları için kişinin vücut yapısı da impedans değerini etkileyebilmektedir (39).

Multifrekans ölçüm yapan biyoelektrik impedans cihazlarıyla toplam vücut suyu ve ekstraselüler sıvı miktarı ayrı olarak hesaplanabilmektedir. Toplam vücut suyu ile ekstraselüler sıvı arasındaki fark intraselüler sıvı miktarını vereceği için bu miktarın bilinmesi toplam hücre volümü hakkında fikir verecektir. Toplam hücre volümü, diyaliz hastalarında beslenme durumun değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (40, 41). Malnutrisyon, kronik böbrek yetmezlikli hastalarda prognozu olumsuz yönde etkileyen en önemli etkidir (42, 43). Tedavisi ve erken saptanması güç olduğu için klinik önemi fazladır. Diyaliz tedavisi başlamamış hastaların toplam vücut suyunun değişken olması yağ ve protein miktarında meydana gelen değişiklikleri maskeleyebilir. Sıvı dengesindeki bu değişiklikler vücut kompozisyonu tayininde kullanılan yöntemler için en önemli zorluğu oluşturmaktadır (21). Beslenmenin göstergesi olarak kullanılan geleneksel laboratuvar testleri, (albumin, transferrin, kolesterol vb) enflamasyon, karaciğer hastalığı gibi durumlarda yanlış sonuç

vermekte ve ancak malnütrisyonun ileri evrelerinde anormallikler ortaya çıkmaktadır (43, 44). Toplam hücre volümünü daha doğru saptayan toplam potasyum ölçümleri ve nötron aktivasyon analizi gibi yöntemler ise çok pahalı ve karmaşık olmaları nedeniyle pratikte kullanımları zor görünmektedir (45, 46).

Bu yüzden klinikte hastaların beslenme durumlarını değerlendirmede kullanılacak kolay ve aynı zamanda erken sonuç veren, güvenilir yöntemlere gereksinim vardır. Biyoelektrik impedans analizi, hastalarda beslenme durumunu belirlemede kullanılan, daha erken evrede sonuç veren, enflamasyon, anemi, karaciğer hastalığı gibi durumlardan etkilenmeyen, ucuz ve basit bir yöntem olarak kullanılabilir (40). Diyaliz hastalarında toplam vücut suyunun bilinmesi ve beslenme durumunun doğru olarak değerlendirilmesinin önemi nedeniyle biyoelektrik impedans yöntemi ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı hızla artmıştır (47-51).



3. Hücresel düzey

İnsan vücudunda 10^8 hücre vardır. Hücre seviyesinde organizma 3 grupta incelenmektedir; hücre kitlesi, ekstraselüler sıvı ve ekstraselüler solid (Tablo 1). Hücre kitlesi, hücresel düzeyin ölçülen en önemli bileşenidir. Potasyum (K^+) tayini hücre kitlesini saptamada en çok kullanılan yöntemdir. Tüm vücut ^{40}K sayımı, ^{42}K ve ^{43}K dilüsyon yöntemleri kullanılmaktadır. Hücre içi potasyum miktarının sabit olduğu varsayıldığından, potasyum dağılımı bozuk olan kişilerde yanlış sonuç verebilmektedir. Moore ve arkadaşlarının yaptığı formüle göre; hücre kitlesi= toplam vücut K (mmol) X 0.0083 formülüyle hesaplanmaktadır (52).

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).

Vücut kompozisyonunu belirlemede kullanılan yöntemler Tablo 3 de görüldüğü gibi kullanılan tekniğe göre dolaysız, dolaylı ve çift dolaylı olarak sınıflandırılabilir.

Tablo 3: Vücut kompozisyonunu saptama yöntemleri

Dolaysız	Dolaylı	Çift dolaylı
Kadavra analizi	Dansitometri	Antropometri
Nötron aktivasyon	Dilüsyon teknikleri	İnfrared absorpsiyometri
	⁴⁰ K taraması	Ultrasonografi
	Bilgisayarlı tomografi	Biyoelektrik impedans analiz
	Manyetik rezonans görüntüleme	Kreatinin atılımı
	Dual-enerji X-ray absorpsiyometri	N- metilhistidin atılımı

Tablo 4'de de bu yöntemlerin güvenilirlik, masraf, radyasyon, zaman ve hastaya verdiği rahatsızlık yönünden birbirleriyle olan karşılaştırılması görülmektedir.

Tablo 4: 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	+	+++		++	+
İnfrared interaksiyon	+	++		++	++
USG	+	++		++	++
Biyoelektrik impedans	+	+		+++	+++

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

Vücut kompozisyonunu değerlendirmede en önemli soru hangi yöntemin referans yöntemi olduğu yada 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, DEXA, MRI, sualtı tartım yöntemleri bugün bir çok 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 kütlesi = 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.



ÇALIŞMANIN AMACI

Malnutrisyon, kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda prognozu olumsuz yönde etkileyen en önemli etkidir. (42, 43). Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda azalmış protein ve enerji alımı, yetersiz diyaliz , hormonal değişiklikler gibi bir çok faktör malnütrisyona ve dolayısıyla vücut kompozisyonunda değişikliklere neden olur (53). Ayrıca su ve tuz metabolizmasının bozulması sıvı yüklenmesine ve kalsiyum-fosfor metabolizmasının bozulması da kemik mineralizasyonunda değişikliklere neden olarak vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturur (54, 55). Bu yüzden hastanın beslenme durumunun değerlendirilmesi, beslenme durumundaki değişikliklerin sonuçlarının izlenmesi ve ağırlık belirleme gibi işlemler için vücut kompozisyonunun bilinmesi son derece önemlidir.

DEXA ile vücut kompozisyonu üç kompartıman modelinde yer alan yağ, kemik ve yağsız vücut kitlesi olarak tüm vücutta veya segmental olarak bir ekstremitede yapılabilmektedir (56).

Bir diğer vücut kompozisyonu değerlendirilmesinde kullanılan yöntem olan biyoelektrik impedans analizinde ölçülen rezistans değeri ile toplam vücut suyu , yağsız vücut kitlesi ve yağ dokusu hesaplanabilmektedir (47-51).

Bir diyaliz seansı sırasında yağ ve kemik dokusu miktarını sabit hesaplayan, bunun yanında yağsız vücut kitlesinde meydana gelen değişikliği doğru saptayan bir yöntem vücut kompozisyonu ölçümlerinde güvenle kullanılabilir.

Hemodiyaliz, her seansda ultrafiltrasyon yapılarak vücut kompozisyonunun değiştirildiği bir tedavi yöntemidir. Bu değişiklik yağsız dokudan sıvı çekilmesi ile oluştuğu için üç kompartıman modeline göre; yağ ve kemik dokusu sabit kalırken yağsız vücut kitlesi ise azalacaktır.

Bu çalışmada, bir diyaliz seansı sırasında oluşan küçük vücut kompozisyonu değişikliklerini, DEXA ve biyoelektrik impedans analizi yöntemini kullanarak ölçmeyi amaçladık. Bu iki yöntemin, vücut kompozisyonunda meydana gelen değişiklikleri ölçmedeki duyarlılıklarını belirlemek istedik. Bu karşılaştırma ile diyaliz hastalarında kuru ağırlık tespiti ve nutrisyonel durumun değerlendirilmesi gibi önemli alanlarda iki yöntemin geçerliliklerinin belirleneceğini düşündük.

HASTALAR VE YÖNTEM

Çalışmaya hemodiyaliz ünitesinde kronik hemodiyaliz programında (haftada 3 gün 4 saat diyaliz) olan stabil 8 kadın, 7 erkek hasta alındı. Yaşları 52. 7 yıl (27-75), boyları 157.5 cm (141-171) ve diyaliz süreleri 49.6 ay (4-132) idi. Tüm hastalara çalışma hakkında bilgi verildi ve izin alındı. Vücudunda metal implant (protez, pacemaker vb) bulunan hastalar çalışmaya alınmadı.

Hastalardan incelenmenin yapılacağı gün hafif bir kahvaltı yapmaları istendi ve inceleme boyunca sıvı ve katı gıda tüketmemeleri, işlem boyunca defekasyon ve idrar yapmamaları sağlandı. Her hasta diyaliz öncesi ve sonrası Baster BA 300 marka elektronik tartı ile tartıldı ve ağırlıkları kaydedildi. Diyaliz öncesi DEXA ve biyoelektrik impedans ölçümleri yapıldıktan sonra hasta diyalize alındı. Volümetrik kontrollü ultrafiltrasyon yapan Fresenius 4008 B ve Toray SN 321 hemodiyaliz cihazları kullanıldı. Diyaliz rejimi diyaliz ekibi tarafından çalışmadan bağımsız olarak belirlendi. Hasta diyaliz seansı sonunda tekrar tartıldıktan sonra DEXA ve biyoelektrik impedans ölçümleri diyaliz seansından sonraki bir saat içinde yapıldı.

Dual-enerji x- ray absorpsiyometri (DEXA)

DEXA ölçümleri hemen diyaliz öncesi ve diyaliz işleminden bir saat sonra radyoloji bölümünde Hologic QDR 4500 W Elite cihazı ile yapıldı. Çekim sırasında hastalar sırt üstü yatar pozisyonda ve hareketsiz kaldılar. Taramalar 100 ve 140 kVp x ışınları kullanılarak baş topuk arasında yapıldı. Her inceleme yaklaşık 407 saniye sürdü. Elde edilen değerler Hologic QDR 4500 Elite System Versiyon V9 1997 software kullanılarak kemik mineral içerik (BMC), yağ dokusu (FM) ve yağsız vücut kitlesine (LBM) çevrildi. Kafanın % 17'sinin yağ olduğu varsayılarak gövde, her iki kol ve bacak için ayrı olarak ölçüm sonuçları verildi.

Biyoelektrik impedans analizi (BIA)

Vücut kompozisyonu tayininde ikinci yöntem olarak BIA kullanıldı. Ölçümler Bodystat® 1500 cihazı ile yapıldı. Diyaliz öncesi ve sonrası, yaklaşık on beş dakikalık dinlenmeden sonra, hastaların boy ve kilo ölçümleri yapıldıktan sonra yatar pozisyonda ekstremiteler vücuda temas etmeden ölçüm yapıldı. Elektrotlar hastanın fistül olmayan kolunda 3. metakarp ve el bileğine, aynı tarafta 2. metatars başı ve ayak bileğine yerleştirildiler. Cihaza hastaya ait boy, vücut ağırlığı, cinsiyet, yaş gibi bilgiler girildikten sonra ölçüm yapıldı. Cihazda bulunan software yardımı ile vücut yağ yüzdesi (% F), vücut yağ miktarı (FM), yağsız vücut yüzdesi (% LBM), yağsız vücut kitlesi (LBM), vücut su yüzdesi (% W), vücut su miktarı (TW), vücut kitle indeksi (BMI) ve impedans bilgileri alındı.

İstatistiksel Analiz:

Diyaliz öncesi ve sonrası saptanan değerler Wilcoxon testi kullanılarak karşılaştırıldı. DEXA ve biyoelektrik impedans analiz ölçüm sonuçlarını karşılaştırmak için ise Mann-Whitney U testi kullanıldı. Korelasyon analizleri Spearman rank korelasyon testi ile yapıldı.

$P < 0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

İstatistiksel analizler için SPSS for Windows 6.0 version bilgisayar programı kullanıldı

SONUÇLAR

Elektronik tartı ile elde edilen giriş, çıkış vücut ağırlığı sonuçları Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5: Vücut ağırlığı değerleri

Vücut ağırlığı değerleri	
Giriş Vücut ağırlığı (kg)	63.7±13.6
Çıkış Vücut ağırlığı (kg)	61.2±14.9
Vücut ağırlığı değişimi (kg)	2.48±0.91

Hastaların DEXA ile yapılan ölçümlerinde diyaliz öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında yağ kitlesi (Fat Mass= FM) ve kemik mineral içerik (Bone Mineral Content = BMC) de meydana gelen değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değildi. Yağsız vücut kitlesi (Lean Body Mass= LBM), yağ yüzdesi (% Fat) ve toplam ağırlıkta (Toplam) ise istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptandı ($p < 0.05$).

DEXA ile elde edilen sonuçlar tablo 6 da gösterilmiştir.

Tablo 6: DEXA ile diyaliz öncesi ve sonrası vücut kompartımanlarına ait değerler

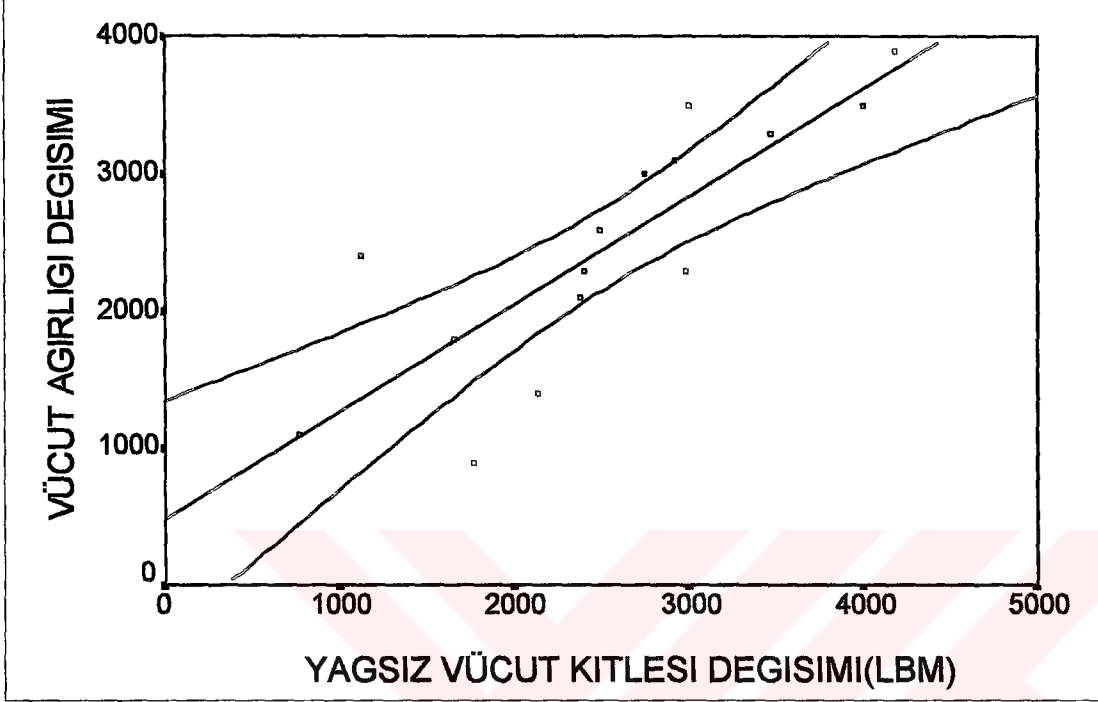
	Giriş (gr)	Çıkış (gr)	Fark(gr)	p
Kemik Mineral İçerik (BMC)	1828,6	1832,0	-3,35	>0.05
Yağ Dokusu (FM)	17531,4	17636,1	-103,6	>0.05
Yağsız Vücut kitlesi (LBM)	42645,5	40106,6	2538,9	<0.05
Yağ Yüzdesi (% Fat)	26,89	28,03	-1,15	<0.05
Toplam Ağırlık (Toplam)	62009,0	59839,8	2169,2	<0.05

DEXA ile ölçülen giriş ve çıkış toplam vücut ağırlıkları elektronik tartı ile ölçülen giriş ve çıkış vücut ağırlıkları ile karşılaştırıldığında aradaki farkın istatistiksel olarak anlamsız olduğu görüldü ($p > 0.05$).

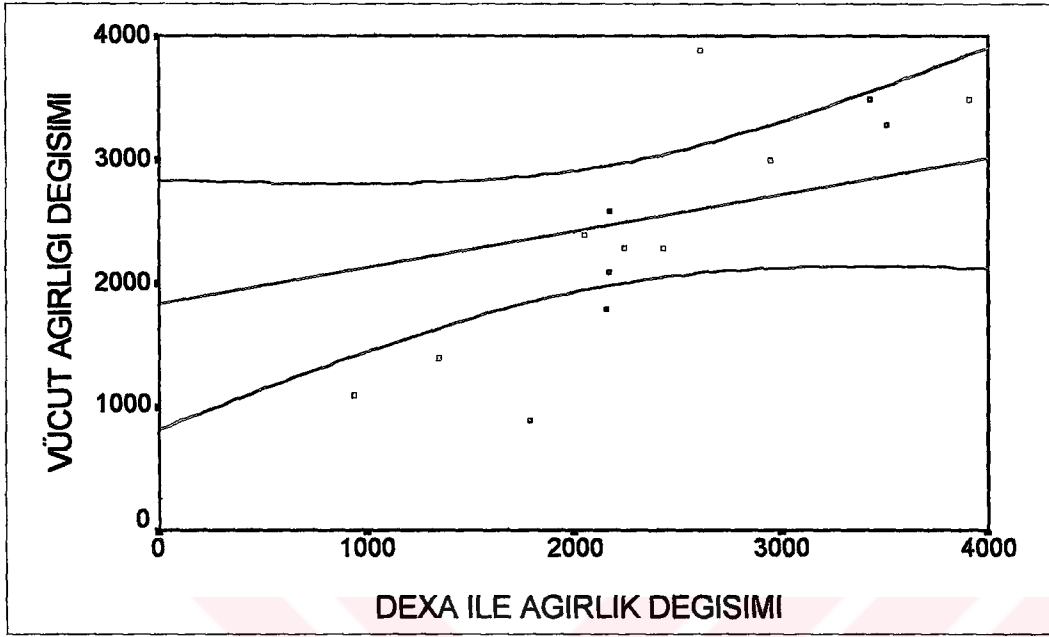
Elektronik tartı ile ölçülen vücut ağırlığı değişimi (Delta ağırlık) ile DEXA ölçümlerinde elde edilen yağ kitlesi değişim miktarı (Delta yağ), kemik mineral içerik değişim miktarı (Delta BMC), yağsız vücut kitlesi değişim miktarı (Delta LBM) ve toplam vücut ağırlığı (Delta toplam) arasında korelasyon analizi yapıldı.

Delta ağırlık ile Delta yağ ($r = -0.0429$, $p = 0.879$) ve Delta BMC ($r = -0.2773$, $p = 0.317$) arasında korelasyon saptanmadı. Delta ağırlık ile Delta LBM ($r = 0.8750$, $p = 0.000$) ve Delta toplam ($r = 0.6923$, $p = 0.004$) arasında ise bir korelasyon vardı. Şekil 2 de Delta ağırlık ile Delta LBM arasındaki korelasyon eğrisi % 95 güvenirlilik aralığı ile gösterilmektedir.





Şekil 2: Elektronik tartı ile saptanan vücut ağırlığı değişimi ile DEXA ile saptanan yağsız vücut kitlesi (LBM) arasındaki anlamlı korelasyon eğrisi görülmektedir (% 95 güven aralığında, $r= 0.8750$, $p= 0.000$).



Şekil 3: DEXA ile saptanan toplam vücut ağırlığı değişimi ile elektronik tartı ile saptanan vücut ağırlığı değişimi arasındaki anlamlı korelasyon eğrisi görülmektedir. (% 95 güven aralığında, $r= 0.6923$, $p= 0.004$).

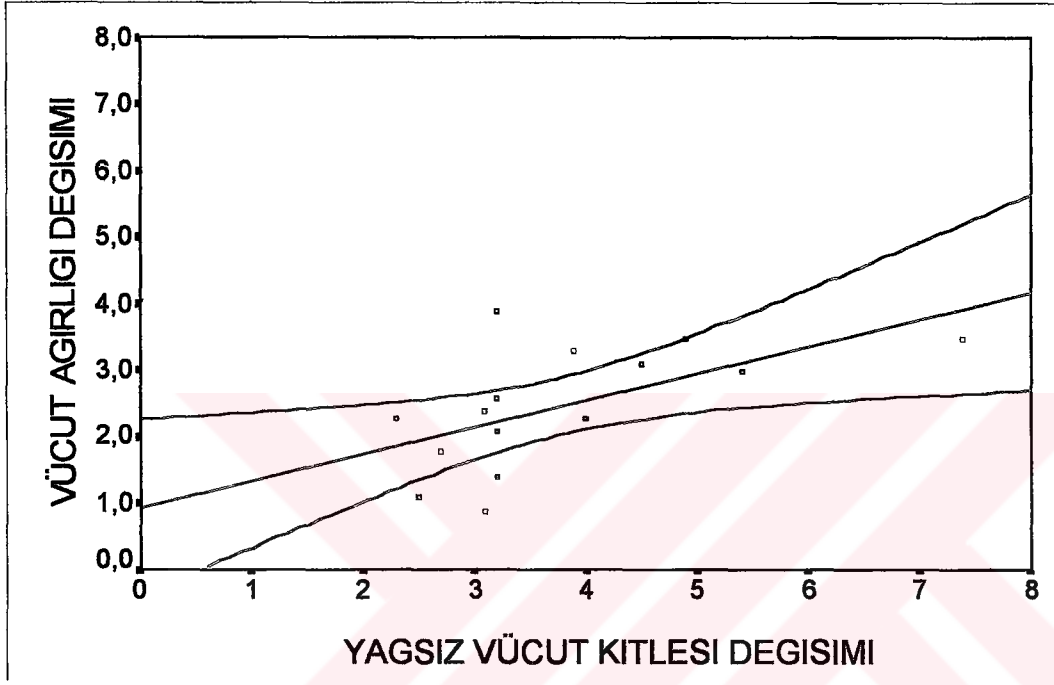
Biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen sonuçlarda diyaliz öncesi ve sonrası yağ miktarı (FM), yağ yüzdesi (% F), yağsız vücut kitlesi (LBM), yağsız vücut kitlesi yüzdesi (% LBM), su miktarı (TW), su yüzdesi (% TW) ve biyoelektrik impedans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptandı ($p < 0.05$).

Tablo 7'de diyaliz öncesi ve sonrası biyoelektrik impedans analiz ile elde edilen sonuçları görülmektedir.

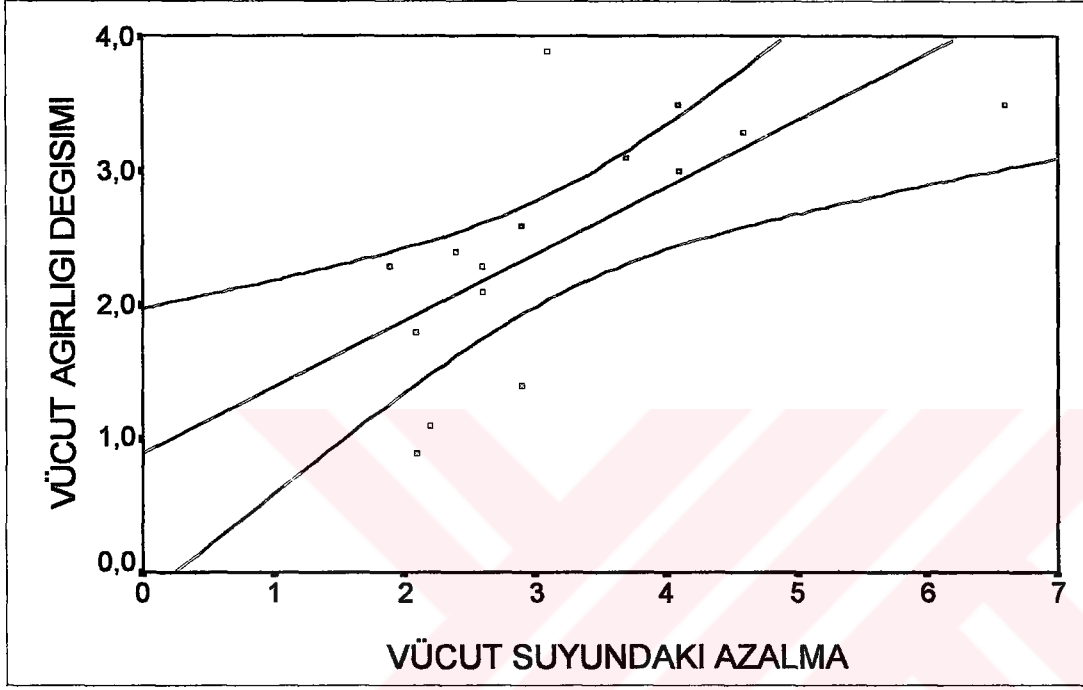
Tablo 7: Diyaliz öncesi ve sonrası Biyoelektrik İmpedans Analiz sonuçları

	Giriş	Çıkış	Fark	p
Yağ Dokusu (FM) (kg)	21,84	22,85	-1,01	<0.05
Yağ Yüzdesi (% F)	32,81	36,12	-3,31	<0.05
Yağsız Doku (LBM) (kg)	41,95	38,17	3,77	<0.05
Yağsız Doku Yüzdesi (% LBM)	67,19	63,88	3,31	<0.05
Toplam Su (T W) (lt)	33,5	30,31	3,19	<0.05
Toplam Su Yüzdesi (% TW)	53,21	51,02	2,19	<0.05
Biyoelektrik impedans	566,5	700,2	-133,7	<0.05

Elektronik tartı ile ölçülen vücut ağırlık değişimi (Delta ağırlık) ile biyoelektrik impedans ölçümlerinde elde edilen yağsız vücut kitlesi değişimi (Delta LBM) ve toplam vücut suyu değişimi (Delta TW) arasında korelasyon analizi yapıldı. Delta ağırlık ile Delta LBM ($r = 0.6670$, $p = 0.007$) ve Delta TW ($r = 0.7864$, $p = 0.001$) arasında korelasyon saptanmıştır.



Şekil 4: Biyoelektrik impedans analiz ile saptanan toplam yağsız vücut kitlesi değişimi (LBM) ile elektronik tartı ile saptanan vücut ağırlığı değişimi arasındaki anlamlı korelasyon eğrisi görülmektedir (% 95 güven aralığında, $r = 0.6670$, $p = 0.007$).



Şekil 5: Biyoelektrik impedans analizile saptanan toplam vücut suyundaki azalma miktarı ile elektronik tartı ile saptanan vücut ağırlığı değişimi arasındaki anlamlı korelasyon eğrisi görülmektedir (% 95 güven aralığında, $r = 0.7864$, $p = 0.001$).

DEXA ve BIA ile elde edilen diyaliz öncesi ve sonrası yağ dokusu ve yağsız doku ortalamaları karşılaştırıldığında ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$). İki yöntemin yağ dokusu ve yağsız dokuyu saptama açısından aralarında anlamlı korelasyon olduğu görüldü. DEXA ile biyoelektrik impedans ölçümler arasındaki korelasyon analizleri Tablo 8 ve 9 da verilmiştir.

	Diyaliz öncesi yağ dokusu BIA	Diyaliz sonrası yağ dokusu BIA
Diyaliz öncesi yağ dokusu DEXA	$r= 0.9071, p= 0.000$	
Diyaliz sonrası yağ dokusu DEXA		$r= 0.8890, p= 0.000$

Tablo 8: Diyaliz öncesi ve sonrası DEXA ve BIA ile saptanan yağ dokusu miktarının korelasyon analizi

	Diyaliz öncesi yağsız vücut kitlesi BIA	Diyaliz sonrası yağsız vücut kitlesi BIA
Diyaliz öncesi yağsız vücut kitlesi DEXA	$r= 0.9285, p= 0.000$	
Diyaliz sonrası yağsız vücut kitlesi DEXA		$r= 0.8890, p= 0.000$

Tablo 9: Diyaliz öncesi ve sonrası DEXA ve BIA ile saptanan yağsız vücut kitlesinin korelasyon analizi

TARTIŞMA

Malnutrisyon, kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda prognozu olumsuz yönde etkileyen en önemli etkidir (42,43). Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda azalmış protein ve enerji alımı, yetersiz diyaliz , hormonal değişiklikler gibi bir çok faktör malnütrisyonu ve dolayısıyla vücut kompozisyonunda değişikliklere neden olur (53). Ayrıca su ve tuz metabolizmasının bozulması sıvı yüklenmesine ve kalsiyum-fosfor metabolizmasının bozulması da kemik mineralizasyonunu etkileyerek vücut kompozisyonunu değiştirir (54,55). Bu yüzden hastanın beslenme durumunun değerlendirilmesi, beslenme durumuna ait değerişikliklerin sonuçlarının izlenmesi ve kuru ağırlık belirleme gibi işlemler için vücut kompozisyonunun bilinmesi önemlidir.

DEXA vücut kompozisyonu belirlemede kesin sonuçlar veren ve son yıllarda kullanımı hızla yaygınlaşan bir yöntemdir (1). DEXA ile üç kompartıman modelinde yer alan yağ dokusu (FM), yağsız yumuşak doku (LBM) ve kemik mineral içerik (BMC) ayırımı yapılabilir ve miktarları doğru saptanabilir. Yağsız doku, protein ve tuz içeren sıvıdan oluşmaktadır. Protein ve tuz içeren sıvı aynı soğurulma katsayısına sahip oldukları için DEXA ile bu iki kompartımanı birbirinden ayırmak olanaklı değildir (22). Bu yüzden protein ve su miktarındaki herhangi bir değerişiklik DEXA ile yağsız vücut kitlesindeki değerişiklik olarak ölçülecektir. Diyaliz işleminde hastalardan çekilen sıvı miktarı yağsız dokuda azalmaya neden olacaktır. Diyaliz öncesi ve sonrası yapılacak değerlendirmelerde yağ ve kemik doku miktarları sabit kalırken yağsız doku miktarı azalmış olacaktır.

Çalışmamızda diyaliz öncesi ve sonrası DEXA ile yapılan değerlendirmede BMC ve FM miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir değerişiklik gözlenmezken, LBM, toplam vücut ağırlığı ve % FM gibi parametrelerde anlamlı değerişiklikler saptandı. Ultrafiltrasyon işlemi ile uzaklaştırılan sıvı LBM' de azalmaya neden olurken, FM ve BMC miktarında değerişme olmamıştır. Elektronik tartı ile elde edilen giriş ve çıkış vücut ağırlıkları ile DEXA ile ölçülen giriş çıkış ağırlıkları arasında fark saptanmasına karşın bu fark istatistiksel olarak anlamsızdı. DEXA ile saptanan vücut ağırlığı azalması elektronik tartı ile elde edilen sonuçlarla iyi korelasyon gösteriyordu. LBM

miktarında azalma doğal olarak yağ dokusu yüzdesini (% FM) artıracaktır. Çalışmamızda DEXA ile FM yüzdesinde saptanan değişiklikler de anlamlı bulunmuştur.

Georgiou ve arkadaşları 17 hemodiyaliz hastasında DEXA ile yaptıkları çalışmada, bir diyaliz seansı sırasında oluşan vücut ağırlığı değişimini analiz etmişlerdir. Bir diyaliz seansı sırasında yağsız vücut kitlesinde, toplam vücut ağırlığı değişimine paralel olarak anlamlı değişiklik saptamışlardır. Yağ dokusu ve kemik mineral içerikte ise anlamlı değişiklik saptanmamıştır (1). Stenver ve arkadaşları da 20 hemodiyaliz hastasında yaptıkları çalışmada vücut ağırlığı değişimi ile yağsız vücut kitlesi değişimi arasında benzer ilişkiyi göstermişlerdir (57). Formica ve arkadaşları zayıf da olsa vücut ağırlığı azalması ve yağsız vücut kitlesi azalması arasında benzer ilişkiyi saptamışlardır (35). Abrahamsen ve arkadaşları 19 hemodiyaliz hastasında ultrafiltrasyon sonucu yağsız vücut kitlesinde anlamlı azalmanın yanında kemik mineral içeriğinin de % 0.6 oranında azaldığını bulmuşlardır (58). 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 (56).

Benzer çalışmalar sürekli ayaktan periton diyalizi hastalarında da yapılmıştır. Karın içi sıvı boşaltılmasından sonra yapılan ölçümlerde toplam vücut ve gövde yağsız vücut kitlesinde anlamlı bir azalma gösterilmiştir (59).

Diyaliz hastalarının yanında sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalarda da DEXA' nın vücut ağırlığındaki değişiklikleri saptamada oldukça duyarlı bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Pritchard ve arkadaşları iki farklı DEXA yöntemi (Hologic QDR 1000W ve Lunar DPX) ile saptanan yağ dokusu miktarı arasında anlamlı korelasyon saptamışlardır (60). Yine Horber ve arkadaşları sağlıklı bireylerde yaptıkları bir çalışmada, belirli bir miktar sıvı ve katı gıda tüketiminden sonra oluşan vücut ağırlığı artışının yağsız vücut kitlesinde olduğunu saptamışlardır (22). Roubenhoff ve arkadaşları ise üniform 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).

Daha önceki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde bizim çalışmamızda da DEXA' nın hemodiyaliz hastalarında kısa dönemde meydana gelen vücut ağırlığı değişimini saptamada duyarlı olduğu görüldü. Diyaliz hastalarında uzun dönemde meydana

gelen vücut kompozisyonu değişikliklerinin izlenmesi açısından DEXA iyi bir yöntem olarak görülmektedir. Woodrow ve arkadaşları sıvı dengesi normale yakın hemodiyaliz hastalarında DEXA' nın protein miktarını saptamada geçerli ve uzun dönemde diyaliz hastalarının beslenme durumuna bağlı vücut kompozisyonu değişikliklerini izlemede iyi bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (21). Yine aynı araştırmacı başka bir çalışmada; konservatif tedavi alan kronik böbrek yetmezliği olan hastalar, periton diyalizi hastaları, hemodiyaliz hastaları ve kontrol grubu bireylerdeki yağsız vücut kitlesi miktarını DEXA ile ölçerek karşılaştırmıştır. Diyaliz tedavisi alan ve konservatif tedavi ile izlenen hastalarda kontrol grubuna göre yağsız vücut kitlesi miktarında belirgin bir azalma saptanmış ve bununda özellikle kol çevresinde olduğu bulunmuştur. DEXA ile tüm vücut ölçümü yerine yalnızca kol çevresi yağsız vücut kitlesi tayininin beslenme durumunu izlemede yeterli olacağını belirtmiştir (61). Benzer bir çalışma da sürekli ayaktan periton diyalizi hastalarında yapılmıştır. In vivo nötron aktivasyonu yöntemiyle saptanan protein miktarı DEXA , toplam vücut potasyum ölçümü ve kreatinin kinetiği ile karşılaştırılmıştır. In vivo nötron aktivasyonu yöntemiyle normal popülasyona göre % 10 azalmış protein miktarı ile DEXA ile saptanan yağsız vücut kitlesi (LBM) miktarından hesaplanan protein miktarı arasında anlamlı korelasyon bulunmuştur. Hemodiyaliz hastalarında olduğu gibi periton diyalizi hastalarında da DEXA' nın beslenme durumunu izlemede yararlı bir yöntem olacağı belirtilmiştir (62). Çalışmamız kesitsel olduğu için bu konuda yorum yapmamız mümkün değildir. Hastalarımızda uzun dönemli izlem ve kontrol gruplu bir çalışma ile DEXA' nın vücut kompozisyonunda oluşan değişiklikleri saptamadaki duyarlılığı araştırılabilir.

Biyoelektrik impedans analiz ile yaptığımız ölçümlerde; diyaliz öncesi ve sonrası vücut yağ yüzdesi, vücut yağ miktarı , yağsız vücut yüzdesi , yağsız vücut kitlesi , vücut su yüzdesi , vücut su miktarı, vücut kitle indeksi ve impedans değerleri hesaplandı. Diyaliz öncesi ve sonrası bütün parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler ortaya çıktı. Yağ miktarındaki azalma beklediğimiz bir bulgu değildi. Ultrafiltrasyon ile intravasküler alandan çekilen sıvıyla yağ miktarında bir değişiklik beklenmemektedir. DEXA ile yapılan ölçümlerde yukarıda da bahsedildiği gibi diyaliz öncesi ve sonrası yağ miktarında değişiklik olmadı. Bu fark iki tekniğin yağ dokusunu belirlemede farklı esaslara dayanmasına bağlıdır. DEXA farklı enerji seviyesine bağlı fotonların değişik vücut bölgelerinde soğurulma miktarını belirleyerek toplam yağ kitlesini hesaplar. Biyoelektrik impedans analizinde ise önce rezistans

değeri ile vücuttaki sıvı miktarı belirlenir ve bu değerlede yağsız vücut kitlesi bulunur. Toplam vücut ağırlığından yağsız vücut kitlesinin çıkarılması ile elde edilen değer yağ kitlesini verir. Her iki yöntemle ölçülen diyaliz giriş ve çıkış yağ kitlesi değerleri karşılaştırıldığında aralarında anlamlı fark yoktu ve iki yöntem arasında anlamlı korelasyon vardı. Stall ve arkadaşları da periton diyalizi hastalarında DEXA ve biyoelektrik impedans analiz yöntemi ile yaptıkları bir çalışmada, kontrol grubu ve diyaliz hastalarındaki yağ miktarını saptamada her iki yöntem arasında korelasyon bulmuşlardır. Bu çalışma sonucunda stabil diyaliz hastalarında biyoelektrik impedans analiz ile yağ dokusunun hasta başında, kolayca ve yüksek doğrulukla hesaplanabileceğini belirtmişlerdir (38).

Çalışmamızda biyoelektrik impedans analiz yöntemiyle diyaliz sırasında saptanan toplam vücut suyu ve yağsız vücut kitlesi değişiklikleri arasında anlamlı korelasyon bulundu. Biyoelektrik impedans analiz ile doğru saptanabilen toplam vücut suyu kuru ağırlık yerine kullanılabilir. Çalışmamızda bir diyaliz seansı sırasında oluşan vücut ağırlığı değişimini saptamadaki biyoelektrik impedans analizinin duyarlılığını araştırdık. Bu konuda güvenilir olan bir yöntem uygulamada kuru ağırlığı belirlemede daha güvenle kullanılabilir.

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 analiz kuru ağırlık belirlemede güvenilir, kolay ve aynı zamanda hasta izleminde de yararlı bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (47). Fisch ve arkadaşları biyoimpedans spektrometri ile diyaliz hastalarında iki diyaliz arası dönemde özellikle interstisyel alanda belirgin olmak üzere sıvı birikimi olduğu ve bununla biyoelektrik impedans analiz ile saptanabileceğini belirtmişlerdir (48). Ho ve arkadaşları da biyoelektrik impedans analizinin sağlıklı bireylerde ve hemodiyaliz hastalarında diyaliz öncesi ve sonrası dönemde toplam vücut suyunu doğrulukla belirlediğini göstermişlerdir (49). Sergi ise 1 kHz lik düşük akımlarda ekstraselüler sıvının biyoelektrik impedans analiz ile doğru saptandığını belirtmiştir (63). Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü bu konudaki

uzlaşı raporunda biyoelektrik impedans analizinin sağlıklı bireylerde vücut suyunu saptamada güvenli bir yöntem olarak göstermiştir (64). Biyoelektrik impedans analizinin vücut suyunu doğru belirlemede yetersiz kaldığı yönünde de yayınlar vardır. Abrahamsen ve arkadaşları DEXA ile karşılaştırmalı çalışmalarında, biyoelektrik impedans analizinin DEXA' ya göre vücut kompozisyonunu belirlemede daha az güvenilir bulmuşlardır (58). Kong ve arkadaşları da kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda biyoelektrik impedans analizinin hidrasyon durumunu belirlemede yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Bu yetersizliğin en önemli nedeni biyoelektrik impedans analizinin sabit sıvı dağılımı olan sağlıklı bireylerden türetilen formüller yardımıyla vücut suyu hesaplaması yapmasıdır. Aynı formüller değişmiş vücut suyuna sahip kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda kullanıldığında yanlış sonuçlara yol açabilecektir (65). Woodrow, kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda intra ve ekstraselüler bölüm arasında bozulmuş olan sıvı dengesinin diğer bir hata kaynağını oluşturduğunu belirtmiştir (50). Picolli geliştirdiği grafik yöntemi ile bu tür etkilenmelerden uzak biyoelektrik impedans analizinin diyaliz hastalarında sıvı durumunu belirlemede ve izlemede kullanılabileceğini belirtmiştir (51).

Çalışmamızda biyoelektrik impedans analiz ile yapılan ölçümlerde diyaliz öncesi ve sonrası yağ miktarında anlamlı düzeyde değişim saptanması testin güvenilirliğini olumsuz yönde etkilemiştir. Ayrıca diyaliz ile oluşan vücut ağırlığı değişimini saptamada DEXA ile karşılaştırıldığında bu değişimi saptamada daha az duyarlı olduğu bulunmuştur. Bunların yanında, kolay uygulanabilirliği, hastayı radyasyona maruz bırakmaması, tekrarlanabilir ve ucuz olması nedeniyle diyaliz hastalarında sıvı durumunu belirleme ve izlemede kullanılabileceğini düşündük.

Sonuç olarak; DEXA yağ dokusu, yağsız vücut kitlesi ve kemik doku miktarını belirlemede oldukça duyarlı bir yöntemdir. Gerek kısa dönem gerekse de uzun dönemde diyaliz hastalarında vücut kompozisyonunu belirlemede güvenle kullanılabilir. Bu vücut kompozisyonunu değiştirmeye yönelik tedavilerin başlatılması ve izlenmesinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Biyoelektrik impedans analizinin sağlıklı bireylerden türetilmiş formüllere dayanarak hesaplama yapması nedeniyle kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda vücut kompozisyonunu belirlemede daha az güvenilir bir yöntem gibi görünmektedir. Bu hasta grubunda yapılacak çalışmalar ile bu testin güvenilirliği artırılabilir. Bunların yanında hasta başında yapılması, herkes tarafından kullanılabilmesi, noninvazif bir yöntem olması nedeniyle kuru ağırlık

belirlemede bilinen diğer parametreler (klinik değerlendirme, tartım, akciğer grafisi, vena kava inferior çapı vb) parametreler ile birlikte kullanılabileceği sonucuna vardık.



KAYNAKLAR

1. 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.
2. 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.
3. Snel YE, Doerga ME, Brummer RJ, et al. Resting metabolic rate, body composition and related hormonal parameters in growth hormone deficient adults before and after growth hormone replacement therapy. *Eur J Endocrinol* 1995;133: 445-450
4. 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.
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. Snyder WM, Cook MJ, Nasset ES, et al. Report of task group on reference Man. 1975: Oxford: Pergamon.
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. 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.
9. Forbes GB. Human body composition. 1987 New York: Springer-Verlag
10. 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
11. Cohn SH. In vivo neutron activation analysis: state of the art and future prospects. *Med Phys* 1981; 8: 145-153
12. Cunningham J. N x 6.25: Recognizing a bivariate expression for protein balance in hospitalized patients. *Nutrition* 1994; 10: 124-127
13. Dutton J. In vivo analysis of body elements and body composition. *Univ Wales Sci Tech Rev* 1991; 8: 19-30

14. Roubenoff 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. Lukasky HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46: 537-556.
18. Mazess RB, Peppler WW, Gibbons M. Total body composition by dual-photon (153 Gd) absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 1984; 40: 834-839.
19. Kohrt WM. Body composition by DXA: Tried and true? *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 1349-1353.
20. 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.
21. Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, et al. Four- component model of body composition in chronic renal failure comprising dual-energy x-ray absorptiometry and measurement of total body water by deuterium oxide dilution. *Clin Sci* 1996; 91: 763-769.
22. 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
23. Going SB, Massett MP, Hall MC, et al. Detection of small changes in body composition by dual-energy x- ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr* 1993; 57: 845-850.
24. Peppler WW, Mazess RB. Total body bone mineral and lean body mass by dual photon absorptiometry. I. Theory and measurement procedure. *Calci Tissue Int* 1981; 33: 353-359
25. Hangartner TN, Johnston CC. Influence of fat on bone measurements with dual-energy absorptiometry. *Bone Miner* 1990; 9: 71-81
26. Deurenberg P, Schutz Y. Body composition: Overview of methods and future directions of research. *Ann Nutr Metab* 1995; 39: 325-333.

27. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Impedance for body composition. *Exerc Sport Sci Rev* 1990; 18: 193-224.
28. Cheriex 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
29. Rascher W, Tulassay T, Lang R. Atrial natriuretic peptide in plasma of volume overloaded children with chronic renal failure. *Lancet* 1985; 2: 1208-1211.
30. 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.
31. 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.
32. Katzarski KS, Nisell J, Bergström J. Relationship between blood volume (BV) and inferior vena cava diameter (IVCD) during and after hemodialysis (HD). *J Am Soc Nephrol* 1994; 5: 518
33. Brummer RJM, Bengtsson BA, Bosaeus I. Validation of body composition by bioelectrical impedance analysis in acromegaly. *Eur J Clin Nutr* 1991; 46: 47-52
34. 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
35. Formica C, Atkinson MG, Nyulasi I, et al. Body composition following hemodialysis: studies using dual-energy x- ray absorptiometry and bioelectrical impedance analysis. *Osteoporos Int* 1993; 3: 192-197.
36. Ljungqvist O, Hedenborg G, Jacobson SH, et al. Whole body impedance measurements reflect total body water changes. A study in hemodialysis patients. *Int J Clin Monit Comput* 1990; 7: 163-169.
37. 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.
38. 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.
39. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Estimation of body composition from bioelectrical impedance of body segments. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 221-226.

40. Chertow GM, Lowrie EG, Wilmore DW, et al. Nutritional assessment with bioelectrical impedance analysis in maintenance hemodialysis patients. *J AM Soc Nephrol* 1995; 6: 75-81.
41. Maggiore Q, Nigrelli S, Ciccarelli C, et al. Nutritional and prognostic correlates of bioimpedance indexes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1996; 50: 2103-2108.
42. Degoulet P, Legrain M, Reach I, et al. Mortality risk factors in patients treated by chronic hemodialysis. *Nephron* 1982; 31: 103-110.
43. Lowrie EG, Lew NL. Death risk in hemodialysis patient: the predictive value of commonly measured variables and an evaluation of death rate differences between facilities. *Am J Kidney Dis* 1990; 15: 458-482.
44. Oksa H, Ahonen K, Pasternak A, et al. Malnutrition in hemodialysis patient. *Scand J Urol Nephrol* 1991; 25: 157-161.
45. Cohn SH, Brennan BL, Yasumura S, et al. Evaluation of body composition and nitrogen content of renal patients on chronic dialysis as determined by total body neutron activation. *Am J Clin Nutr* 1983; 38: 52-58.
46. Lukaski HC, Mendez J, Buskirk ER, et al. A comparison of methods of assessment of body composition including neutron activation analysis of total body nitrogen. *Metabolism* 1981; 30: 777-782.
47. Katzarski K, Charra B, Laurent G, et al. Multifrequency bioimpedance in assessment of dry weight in hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11: 26-30.
48. Fisch BJ, Spiegel DM. Assessment of excess fluid distribution in chronic hemodialysis patients using bioimpedance spectroscopy. *Kidney Int* 1996; 49: 1105-1109.
49. Ho LT, Kushner RF, Schoeller DA, et al. Bioimpedance analysis of total body water in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1994; 46: 1438-1442.
50. Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, et al. Measurement of total body water by bioelectrical impedance in chronic renal failure. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50: 676-681.
51. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, et al. Body fluid overload and bioelectrical impedance analysis in renal patients. *Miner Electrolyte Metab* 1996; 22: 76-78.
52. Moore FD, Oleson KH, Mc Murray JD, et al. The body cell mass and its supporting environment. Philadelphia: Saunders 1963.
53. Bergström J. Why are dialysis patients malnourished? *Am J Kidney Dis* 1995; 26: 229-241.

54. De Vita MV, Rasenas LL, Bansal M, et al. Assessment of renal osteodystrophy in hemodialysis patients. *Medicine* 1992; 71: 284-290.
55. Gabay C, Ruedin P, Slosman D, et al. Bone mineral density in patients with end-stage renal failure. *Am J Nephrol* 1993; 13: 115-123.
56. Metry G, Mallmin H, Wikström B, et al. Proportional changes in body fluid with hemodialysis evaluated by dual-energy x-ray absorptiometry and transthoracic bioimpedance with particular emphasis on the thoracic region. *Artificial Organs* 1997; 21: 969-976.
57. 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.
58. Abrahamsen B, Hansen TB, Hogsberg IM, et al. Impact of hemodlysis on dual x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 80-86.
59. Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, et al. Influences of changes in peritoneal fluid on body- composition measurements by dual- energy x-ray absorptiometry in patients receiving continuous ambulatory peritoneal dialysis. *Am J Clin Nutr* 1996; 64:237-241.
60. Pritchard JE, Nowson CA, Strauss BJ, et al. Evaluation of dual energy x-ray absorptiometry as a method of measurements of body fat. *Eur J Clin Nutr* 1993; 47: 216-228.
61. Woodrow G, Oldroyd B, Turney JH, et al. Whole body and regional body composition in patients with chronic renal failure. *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11: 1613-1618.
62. Borovnicar DJ, Wong KC, Kerr PG, et al. Total body protein status assessed by different estimates of fat-free mass in adult peritoneal dialysis patients. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50: 607-616.
63. Sergi G, Bussolotto M, Perini P, et al. Accuracy of bioelectrical impedance analysis in estimation of extracellular space in healthy subjects and in fluid retention states. *Ann Nutr Metab* 1994; 38: 158-165.
64. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. *NIH Technol Assess Statement* 1994; Dec 12-14: 1-35.
65. Kong CH. Determination of total body water in uraemic patient by bioelectrical impedance. *Nephrol Dial Transplant* 1993; 8: 716-719.