

VÜCUT KOMPOZİSYONU DEĞİŞİKLİKLERİNİ SAPTAMADA DUAL-ENERJİ X-RAY ABSORBİYOMETRİ VE BİYOELEKTRİK İMPEDANS; BİR HEMODİYALİZ SEANSININ ETKİSİNİ SAPTAMA İKİ YÖNTEMİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

THE COMPARISON OF DUAL-ENERGY X-RAY ABSORBİOMETRY AND BIOELECTRIC IMPEDANCE ANALYSIS IN DETERMINATION OF BODY COMPOSITION IN HEMODIALYSIS PATIENTS

Aykut Sifil, Caner Çavdar, Ali Çelik, Yavuz Yeniçerioglu, Rifki Ersoy, Dinç Özaksoy*, Taner Çamsan

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Nefroloji Bilim Dalı, * Radyoloji Anabilim Dalı, İZMİR

ÖZET

Kronik böbrek yetmezliği (KBY), vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşturan önemli bir süreçtir. Dual-Enerji X-Ray Absorbisyonometri (DEXA) ve Biyoelektrik impedans analiz (BİA), KBY hastalarında vücut kompozisyonunu değerlendirmede kullanılan yöntemlerdir. Çalışmamızda bir diyaliz seansı sırasında oluşan küçük vücut kompozisyonu değişikliklerini saptamada DEXA ve BİA ölçümlerinin karşılaştırmalı analizini yapmayı amaçladık. Hastalar diyaliz öncesi ve sonrası elektronik tartı ile tartıldı, DEXA ve BİA ile vücut kompozisyonu ölçümleri yapıldı. DEXA ile diyaliz öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında kemik mineral içerik ve yağ dokusunda değişiklik saptanmazken, yağsız vücut kulesindeki azalma miktarı 2.53 kg idi ve elektronik tartı ile saptanan değer ile arasında korelasyon mevcuttu ($r= 0.6923$). BİA 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'nın yağ miktarı, yağsız vücut kitlesi ve kemik doku miktarını belirlemede oldukça duyarlı bir yöntem olduğu kanısına vardık. BİA ise, daha az güvenilir bir yöntem olmakla birlikte uygulamadaki kolaylıkları nedeniyle klinik parametrelerle birlikte kullanılabilir sonucuna vardık.

SUMMARY

Chronic renal failure causes changes in body composition. Dual-Energy X-Ray Absorbisyonmetry (DEXA) and bioelectric impedance analysis (BIA) are the techniques to evaluate body composition in chronic renal failure. In the present study, we aimed to perform comparative analysis of DEXA and BIA in determination of minor changes in body composition occurring during single dialysis session. Each patient was weighed and body composition was measured by DEXA and BIA before and after dialysis. When measurements before and after dialysis by DEXA were considered, changes in fat mass and bone mineral content were not statistically significant, whereas lean body mass and total weight measurements before and after dialysis differed significantly. BIA 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 BIA were compared differences in means of EM 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 BIA 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.

Anahtar Kelimeler: DEXA, Hemodiyaliz, Biyoelektrik İmpedans

Key Words: DEXA, Hemodialysis, Bioelectric impedance

GENEL BİLGİLER

Kronik böbrek yetmezliğinde, azalmış protein ve enerji alımı, hormonal değişiklikler, su ve tuz metabolizmasının bozulması, kalsiyum-fosfor dengesinin etkilenmesi gibi bir çok nedenden dolayı vücut kompozisyonunda değişiklikler oluşur. Klinisyen vücut kompozisyonunda oluşan değişiklikleri doğru olarak saptayabildiği ölçüde tedaviyi doğru olarak yönlendirebilir.

KBY hastalarının toplam vücut suyunun değişken olması yağ ve protein miktarında meydana gelen değişiklikleri maskeleyebilir. Bu durum, prognozu olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden birisi olan malnütrisyondan gözden kaçmasına neden olabilir (1,2). Beslenmenin göstergesi olarak kullanılan geleneksel laboratuvar testleri, (albumin, transferrin, kolesterol vb) enflamasyon, karaciğer hastalığı gibi durumlarda yanlış sonuç vermekte ve ancak malnütrisyondan ileri evrelerinde anormallikler ortaya çıkmaktadır (2, 3).

Vücut ağırlığı ve laboratuvar testleri dışında hastaların beslenme durumlarını gösteren en eski yöntemlerden birisi antropometrik ölçümlerdir. Ucuz ve kolay bir alet kullanılarak yapılması ve noninvazif bir yöntem olması avantajlarıdır. Ancak kişi bağımlı olması en önemli dezavantajdır (4,5).

Günümüzde vücut kompozisyonunu doğru belirleme önemli bir araştırma konusu olup, bir çok yöntem pratikte kullanılmaktadır. Vücut kompozisyonunu belirlenirken vücut çeşitli bölümlere ayrılarak değerlendirilmeye çalışılır. Heymsfield ve arkadaşları 30 dan fazla vücut bileşenlerinin 5 düzeyde incelenebileceğini belirtmişlerdir (6). Buna göre organizma; Atomik, moleküler, hücresel, doku sistemi ve tüm vücut olarak 5 düzeye ayrılarak incelenebilir.

Moleküler düzeyde organizma ele alındığında; insan vücudunda bulunan çok sayıdaki kimyasal bileşik 5 temel gruba ayrılabilir bu gruplar; lipid, su, protein, karbonhidrat ve minerallerdir. Her ne kadar moleküler düzeyde vücut 5 ayrı grupta incelenirse de, pratikte vücut kompozisyonunu değerlendiren yöntemlerde bu gruplar birleştirilerek analiz edilir. Örneğin ; Vücut ağırlığı = yağ dokusu + yağsız vücut kitlesi + kemik mineral içerik, veya Vücut ağırlığı = yağ dokusu + su + mineral + rezidüel (glikojen, protein) olarak ifade edilerek incelenebilir.

Dual-Enerji X-ray Absorbsiyometri (DEXA):

DEXA moleküler düzeyde vücut kompozisyonu tayininde kullanıma giren hızlı, kolay, noninvazif bir tekniktir (7, 8). DEXA farklı enerji seviyelerine sahip 70 ve 140 keV'lik iki enerji seviyesinin dokulardaki soğurulma miktarının saptanması ile kemik ve yumuşak doku birbirinden ayrılır. DEXA ile üç kompartman modelinde yer alan yağ, kemik ve yağsız vücut kitlesi tayinleri tüm

vücutta veya segmental olarak bir ekstremitede yapılabilmektedir (8,9).

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

Biyoelektrik İmpedans Analiz (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 (10). 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 (% W), vücut su miktarı (TW), vücut kitle indeksi (BMI) gibi vücut bileşenleri hesaplanmaktadır

ÇALIŞMANIN AMACI

Hemodiyaliz, her seansda ultrafiltrasyon yapılarak vücut kompozisyonunun değiştirildiği bir tedavi yöntemidir. Bu değişiklik yağsız dokudan sıvı çekilmesi ile oluştuğu için üç kompartman 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 BİA yöntemini kullanarak ölçmeyi amaçladık.

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. Vücutunda metal implant (protez, pacemaker vb) bulunan hastalar çalışmaya alınmadı.

Hastalardan 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.

DEXA ölçümleri Hologic QDR 4500 W Elite cihazı ile 100 ve 140 kVp x ışınları kullanılarak baş topuk arasında yapıldı. 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..

BİA ölçümleri Bodystat® 1500 cihazı ile yapıldı.. Elektrotlar hastanın fistül olmayan kolunda 3. metakarp ve el bileğine, aynı tarafta 2. metatars başı ve ayak bileğine yerleştirildiler. Cihazda bulunan software yardımı ile % F, FM, % LBM, LBM, % W, TW, BMI ve impedans bilgileri alındı.

İstatistiksel Analiz:

Diyaliz öncesi ve sonrası saptanan değerler Wilcoxon testi kullanılarak karşılaştırıldı. DEXA ve BİA 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

BULGULAR

Elektronik tartı ile elde edilen giriş, çıkış vücut ağırlığı sonuçları **Tablo 1** de verilmiştir.

Hastaların DEXA ile yapılan ölçümlerinde diyaliz öncesi ve sonrası değerler karşılaştırıldığında FM ve BMC de meydana gelen değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı değildi. LBM, % F ve toplam ağırlıkta ise istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptandı ($p < 0.05$).

DEXA ile elde edilen sonuçlar **Tablo 2** de gösterilmiştir.

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 ($p > 0.05$).

BİA ile elde edilen sonuçlarda diyaliz öncesi ve sonrası FM, % F, LBM, % LBM, TW, %TW ve biyoelektrik impedans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptandı ($p < 0.05$).

Tablo 3'de diyaliz öncesi ve sonrası BİA ile elde edilen sonuçları görülmektedir.

Tablo 1: 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

Tablo 2: 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

Tablo 3: Diyaliz öncesi ve sonrası BİA 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 (TW) (it)	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

TARTIŞMA

Malnutrisyon, kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda prognozu olumsuz yönde etkileyen en önemli etkidir (1,2). 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 (11). Ayrıca su ve tuz metabolizmasının bozulması sıvı yüklenmesine ve kalsiyum-fosfor metabolizmasının bozulması da kemik mineralizasyonunu etkileyerek vücut kompozisyonunu değiştirir (12,13). Bu yüzden hastanın beslenme durumunun değerlendirilmesi, beslenme durumuna ait değişikliklerin sonuçlarının izlenmesi ve kuru ağırlık belirleme gibi işlemler için vücut kompozisyonunun bilinmesi önemlidir.

Çalışmamızda diyaliz öncesi ve sonrası DEXA ile yapılan değerlendirmede kemik mineral içerik (BMC) ve yağ dokusu (FM) miktarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik gözlenmezken, yağsız vücut kitlesi (LBM) ve toplam vücut ağırlığı ve % FM gibi parametrelerde anlamlı değişiklikler saptandı. Ultrafiltrasyon işlemi ile uzaklaştırılan sıvı LBM' de azalmaya neden olurken, FM ve BMC miktarında değişme 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.

Georgiou ve arkadaşları 17 hemodiyaliz hastasında DEXA ile yaptıkları çalışmada, bir diyaliz seansı sırasında yağsız vücut kitlesinde, toplam vücut ağırlığı değişimine paralel olarak anlamlı değişiklik saptarken, yağ dokusu ve kemik mineral içerikte ise anlamlı değişiklik saptanmamıştır (14). 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 (15).

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 (16).

Diyaliz hastalarının yanında sağlıklı bireylerde yapılan çalışmalarda da DEXA' nın üç kompartıman modeline göre vücut ağırlığındaki değişiklikleri saptamada oldukça duyarlı bir yöntem olduğu gösterilmiştir. (7,17-18)

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 (19). Çalışmamız kesitsel olduğu için bu konuda yorum yapmamız mümkün değildir.

BİA ile yaptığımız ölçümlerde; diyaliz öncesi ve sonrası FM, % F, LBM, % LBM, TW, %TW' de istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler ortaya çıktı. Yağ miktarındaki azalma beklediğimiz bir bulgu değildi. DEXA ve BİA yöntemiyle ölçülen diyaliz giriş ve çıkış yağ kitlesi değerleri karşılaştırıldığında aralarında anlamlı fark yoktu ve iki yöntem arasında anlamlı korelasyon vardı. Stall ve arkadaşları da stabil diyaliz hastalarında BİA ile yağ dokusunun hasta başında, kolayca ve yüksek doğrulukla hesaplanabileceğini belirtmişlerdir (20).

Çalışmamızda BİA yöntemiyle diyaliz sırasında saptanan toplam vücut suyu ve yağsız vücut kitlesi değişiklikleri arasında anlamlı korelasyon bulundu. BİA ile doğru saptanabilen toplam vücut suyu kuru ağırlık yerine kullanılabilir. Literatürde BİA' nın diyaliz hastalarında vücut suyunu ve dolayısıyla da kuru ağırlığı doğru olarak belirlemede kullanılabilecek bir yöntem olduğunu belirten yayınlar vardır (21-25). BİA' nın vücut suyunu doğru belirlemede yetersiz kaldığı yönünde de yayınlar vardır (26-28). Bu yetersizliğin en önemli nedeni BİA'nın 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. Çalışmamızda BİA 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, tekrarlanabilirliği 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. BİA ise kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda vücut kompozisyonunu belirlemede daha az güvenilir bir yöntem gibi görünmektedir. Bunun yanında hasta başında yapılması, herkes tarafından kullanılabilmesi, noninvazif bir yöntem olması nedeniyle kuru ağırlık belirlemede bilinen diğer parametreler parametreler ile birlikte kullanılabileceği sonucuna vardık.

KAYNAKLAR

1. Degoulet P, Legrain M, Reach I, et al. Mortality risk factors in patients treated by chronic hemodialysis. *Nephron* 1982; 31: 103-110.
2. 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.
3. Oksa H, Ahonen K, Pasternak A, et al. Malnutrition in hemodialysis patient. *Scand J Urol Nephrol* 1991; 25: 157-161.
4. 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.
5. Zillikens MC, Conway JM: Anthropometry in blacks: Applicability of generalized skinfold equations and differences in fat patterning between blacks and whites. *Am J Clin Nutr* 1990; 52:45-51
6. Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, et al. Human body composition: Advances in models and methods. *Annu Rev Nutr* 1997; 17: 527-558.
7. Roubenoff R, Kehajias 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.
8. Morgan M, Madden A. The assessment of body composition in patients with cirrhosis. *Eur J Nucl Med* 1995;23:213-225.
9. Pietrobelli A, Formica C, Wang Z, et al: Dual- energy x-ray absorptiometry body composition model: Review of physical concepts. *Am JPhysiol* 1996; 271: E941-E951.
10. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Impedance for body composition. *Exerc Sport Sci Rev* 1990; 18: 193-224.
11. Bergström J. Why are dialysis patients malnourished? *Am J Kidney Dis* 1995; 26: 229-241.
12. De Vita MV, Rasenas LL, Bansal M, et al. Assessment of renal osteodystrophy in hemodialysis patients. *Medicine* 1992;71:284-290.
13. 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.
14. 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.
15. Metry G, Malimin H, Wikstrom 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.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. Katzarski K, Charra B, Laurent G, et al. Multifrequency bioimpedance in assessment of dry weight in hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11: 26-30.
22. Fisch BJ, Spiegel DM. Assessment of excess fluid distribution in chronic hemodialysis patients using bioimpedance spectroscopy. *Kidney Int* 1996; 49: 1105-1109.
23. Ho LT, Kushner RF, Schoeller DA, et al. Bioimpedance analysis of total body water in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1994; 46: 1438-1442.
24. 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 NutrMetab* 1994; 38: 158-165.
25. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement. *NIH Technol Assess Statement* 1994; Dec 12-14: 1-35.
26. Abrahamsen B, Hansen TB, Hogsberg IM, et al. Impact of hemodialysis on dual x-ray absorptiometry, bioelectrical impedance measurements, and anthropometry. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 80-86.
27. 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.
28. Kong CH. Determination of total body water in uraemic patient by bioelectrical impedance. *Nephrol Dial Transplant* 1993;8:716-719.