

Biyoelektrik Empedans Analizi ve Antropometrik Yöntemler İle Ölçülen Vücut Yağ Yüzdelerinin Karşılaştırılması (Vücut Yağ Yüzdelerini Belirlemede Empedans ve Skinfold Yöntemlerin Karşılaştırılması)

*Comparison of Body Fat Percentage Measured by Bioelectrical Impedance Analysis and Anthropometric Methods
(Comparison of Body Fat Percentage Measured by Bia and Skinfold Methods)*

Hakan MOLLAOĞLU¹, Kağan ÜÇÖK¹, Lütfi AKGÜN¹, Orhan BAŞ²

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

²Afyon Kocatepe Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

ÖZET: *Amaç:* Biyoelektrik empedans analiz (BEA) yöntemiyle ölçülen "vücut yağ yüzdesi" (VYY) ile skinfold deri kıvrım kalınlığı ölçüm ve hesaplama yöntemleriyle bulunan vücut yağ yüzdelerini karşılaştırmaktır.

Gereç ve yöntem: Çalışmaya 18–60 yaş arası 90 kadın ve 18–55 yaş arası 90 erkek olmak üzere toplam 180 katılımcı alındı ve iki yöntemle VYY ölçümleri yapıldı. Katılımcıların ilk olarak BEA yöntemiyle (Bodystat 1500) VYY ölçüldü. Kişi sırt üstü yatar pozisyondayken cihazın elektrotları sağ el ve sağ ayağa yerleştirilerek VYY ölçümü gerçekleştirildi. İkinci olarak antropometrik yöntemler uygulandı. Skinfold aletiyle (Holtain) ölçülen deri kıvrım kalınlığından hesaplama yöntemleri ile VYY saptandı. Skinfold aleti ile karın (abdomen), kol (triceps), uyluk (thigh) ve sırt (subscapular) deri kıvrım kalınlığı ölçümleri yapıldı. Kadın ve erkeklerde uygulanan Behnke Wilmore, Durnin Womersley formülleri kullanılarak, deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinden vücut yoğunlukları hesaplandı. Bulunan vücut yoğunluklarından Siri veya Brozek formülleri ile katılımcılara ait VYY hesaplandı. Farklı yöntemlerle bulunan VYY ölçümleri arasında Pearson korelasyon analizi uygulandı.

Bulgular: Vücut kitle indeksi (BMI) ortalaması kadınlar (25.8±6.0) ile erkekler (24.2±3.3) arasında farklı değildi (p=0.27). Katılımcılarda ortalama VYY biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle 21.8±10.9, Behnke Wilmore ile 23.0±8.6, Durnin Womersley ile 23.6±6.9 bulundu. BEA ile Behnke Wilmore arasında (r= 0.835, p<0.001), BEA ile Durnin Womersley arasında (r=0.777, p<0.001) ve Behnke Wilmore ile Durnin Womersley arasında (r=0.935, p<0.001) çok iyi korelasyon olduğu saptandı.

Sonuç: BEA yöntemiyle VYY ölçümü, skinfold ölçümleri kullanılarak Behnke Wilmore veya Durnin Womersley formülüyle hesaplanan VYY ölçümleri yerine kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: vücut yağ yüzdesi, empedans, skinfold.

ABSTRACT: *Objective:* The aim of this study was comparison of body fat percentages measured by bioelectrical impedance analysis (BIA) and skinfold thicknesses methods.

Material and Methods: A total of 180 people, 90 females (18–60 years old) and 90 males (18–55 years old), were included in the study. Body fat percentage was measured by two methods: BIA and anthropometric methods. First measurements were done using BIA (Bodystat 1500) method as follows; people who participated in this study were asked to lie on supine position, and then the electrodes of BIA device were placed on the right hand and foot to take the measurement for body fat percentage. The measurements were taken and recorded for each person. Secondly, body fat percentage was measured by anthropometric methods. Thickness of abdomen, triceps, thigh, subscapular skinfold were measured by Skinfold caliper (Holtain). Body density was estimated using Behnke Wilmore and Durnin Womersley equations based on the skinfold measurements. Body fat percentage was estimated with Siri or Brozek equations using the body density values obtained. The results were analyzed statistically by Pearson's correlation.

Results: Mean body mass index (BMI) was not different between women (25.8±6.0) and men (24.2±3.3) (p=0.27). The mean values for body fat percentage were found as 21.8±10.9, 23.0±8.6, 23.6±6.9 by BIA, Behnke Wilmore and Durnin Womersley respectively. Strong correlations were observed between the body fat percentage values obtained by BIA and Behnke Wilmore (r= 0.835, p<0.001), BIA and Durnin Womersley (r=0.777, p<0.001), Behnke Wilmore and Durnin Womersley (r=0.935, p<0.001).

Conclusion: Our data suggest that BIA method can be used for the estimation of body fat percentage instead of Behnke Wilmore and Durnin Womersley equations based on skinfold measurements.

Key Words: body fat percent, impedance, skinfold.

GİRİŞ

Vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut ağırlığı, serbest yağ kitlesi vücut kompozisyonunda yer alan ölçümlerdendir. Zayıf, aşırı kilolu ve obeslerde (1-3), vücut yağ oranını değiştiren hastalıklarda (4-7), gebelerde (8,9), kilo verme programlarında (10) ve sporcularda (11,12) VYY hesaplanması önem kazanmaktadır. VYY'ni su altı ağırlık ölçümleri, X-ray absorpsiyometri gibi referans yöntemlerle saptamada kullanılan araç, ekipman ve cihazların karmaşıklığının yanı sıra pahalı oluşları, ölçüm ve hesaplamaların uzun zaman alması, yaygın kullanımını kısıtlamaktadır (13-15). Biyoelektrik empedans analizi (BEA), kullanım kolaylığı, hızlı ve ucuz oluşu nedeniyle tercih edilmektedir. Bu yöntemin geçerlilik ve güvenilirliği ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (16-19). Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri antropometrik ölçümler arasında yer almaktadır. Araştırmacılar tarafından deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinden VYY'ni hesaplamak için formüller geliştirilmiştir (14,15).

Bu çalışmada BEA yöntemiyle ölçülen VYY ile antropometrik yöntemlerle bulunan VYY'nin karşılaştırması amaçlandı.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışmaya Afyonkarahisar ilinde yaşayan 18-60 yaş arası 90 kadın ve 18-55 yaş arası 90 erkek olmak üzere toplam 180 katılımcı alındı. Gönüllü olur formu okutulup imzalatıldıktan sonra boy ve vücut ağırlığı ölçümleri yapıldı. Vücut kitle indeksi (BMI) değeri, "vücut ağırlığı (kg) / boy² (metre)" formülü ile hesaplandı.

BEA ölçümü için katılımcının 4-5 saat önceden yiyip içmemesi, 12 saat önceden egzersiz yapmaması istendi. Kişinin üzerinde bulunan metallere çıkarıldı, yatar pozisyonda BEA cihazının (Bodystat 1500) elektrotları sağ el ve sağ ayağa yerleştirildi. BEA cihazı ile 50 kHz'lik bir empedans uygulanıp VYY ölçümü gerçekleştirildi.

Deri kıvrım kalınlığı aynı kişi tarafından Skinfold aleti (Holtain) ile karın (abdomen), kol (triceps), uyluk (thigh) ve sırt (subscapular) bölgelelerinden ikişer ölçüm alınarak gerçekleştirildi. İki ölçüm arasında %5'den fazla fark bulunursa ölçüm tekrarlandı. Ölçüm için deri ve deri altı yağı baş ve işaret parmağıyla tutularak kastan uzaklaştırıldı, Skinfold aletinin kolları deri kıvrımına yerleştirildi ve kalibre milimetre cinsinden okundu. Karın ölçümü dikey doğrultuda göbeğin 2 cm yan tarafından; kol ölçümü kolun arka, orta kısmından (triceps kasının üzerinden) dikey olarak; uyluk ölçümü uyluğun

ön, orta kısmından (kuadriseps femoris kasının üzerinden) dikey doğrultuda; sırt ölçümü skapulanın alt açısının 1 cm altından alındı. İki ölçümün ortalamaları alındı ve hesaplamalar için kullanıldı. Erkek ve kadınlar için geliştirilmiş Behnke Wilmore ve Durnin Womersley formülleri kullanılarak vücut yoğunlukları (g/ml) hesaplandı.

Erkeklerde kullanılan vücut yoğunluğu hesaplama formülleri;

Behnke Wilmore= 1.08543-0.00086 (abdomen skinfold)-0.0004 (uyluk skinfold)

Durnin Womersley= 1.1561-0.0711* Log10 (triceps skinfold + subscapular skinfold)

Kadınlarda kullanılan vücut yoğunluğu hesaplama formülleri;

Behnke Wilmore= 1.06234-0.00068 (subscapular skinfold)-0.00039 (triceps skinfold)-0.00025 (uyluk skinfold)

Durnin Womersley= 1.1468-0.074 * Log (triceps skinfold + subscapular skinfold)

Siri ve Brozek Formülleri ile vücut yoğunluğundan VYY hesaplandı. Behnke Wilmore ile bulunan vücut yoğunluğu için Siri formülü, Durnin Womersley ile bulunan vücut yoğunluğu için Brozek formülü kullanıldı.

Vücut yoğunluğundan VYY hesaplamada kullanılan formüller;

Siri Formülü= (4.95/vücut yoğunluğu-4.5)*100
Brozek Formülü= (4.57/vücut yoğunluğu-4.142)*100

Sonuçlar (ortalama ± standart sapma) olarak gösterildi. İstatistiksel analiz "SPSS 11.5 for Windows" bilgisayar programı ile yapıldı. Farklı yöntemlerle bulunan VYY ölçümleri arasında Pearson korelasyon analizi uygulandı.

BULGULAR

Toplam grubun yaş, boy, vücut ağırlığı ve BMI ortalamaları sırasıyla 32.4±9.7 yıl, 166.4±9.8 cm, 69.0±12.9 kg, 32.6±9.5 bulundu. Yaş ortalamaları arasında kadın (32.1±9.9 yıl) ve erkeklerde (32.6±9.5 yıl) anlamlı fark yoktu (p=0.718). Kadın ve erkeklerde boy ortalamaları sırasıyla 159.3±6.4 cm, 173.4±7.1 cm saptandı (p<0.001); vücut ağırlığı ortalamaları sırasıyla 65.2±13.9 kg, 72.7±10.6 kg bulundu (p<0.001). BMI ortalaması kadınlar (25.8±6.0) ile erkekler (24.2±3.3) arasında farklı değildi (p=0.27).

Katılımcılarda ortalama VYY biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle 21.8±10.9, Behnke Wilmore ile (23.0±8.6), Durnin Womersley ile 23.6±6.9 bulundu. Biyoelektrik empedans analiz ile

Behnke Wilmore arasında ($r=0.835$, $p<0.001$), biyoelektrik empedans analiz ile Durnin Womersley arasında ($r=0.777$, $p<0.001$) ve Behnke Wilmore ile Durnin Womersley arasında ($r=0.935$, $p<0.001$) çok iyi korelasyon olduğu saptandı.

TARTIŞMA

BEA, vücut yağı ve yağsız vücut dokusunun farklı elektrik özelliklerine dayanan, vücut kompozisyonunu saptama teknikleri ile ilişkili, uygun, hızlı ve güvenlidir bir yöntemdir (17). Segal ve arkadaşları (16) yaptıkları çalışmada BEA ile yağsız vücut ağırlığı saptanmasının geçerliliğini gösterdiler.

Geçerlilik çalışmaları erişkinler, çocuklar, hastalar, aşırı kilolu ve obesler gibi farklı gruplarla yapıldı ve bu amaçla BEA ile vücut kompozisyonu tayini, referans olarak kabul edilen yöntemlerle karşılaştırıldı (3,19-22). Fukagawa ve arkadaşları (19) serbest yağ kitlesini ölçmede BEA yönteminin izotop dilüsyon tekniği ile iyi korelasyon gösterdiğini buldular. Jurimae ve arkadaşları (3) obes kadınlarda plazma leptin konsantrasyonu ile BEA ve X-ray absorbsiyometri yöntemleriyle ölçülen VYY arasında yüksek korelasyon saptadılar. Ferrante ve arkadaşları (22) Tip I Diyabetlilerde düşük, normal, aşırı kilolu ve obeslerin yağ ölçümlerinde BEA ve skinfold yöntemleri arasında yakın korelasyon olduğunu gösterdiler. Elberg ve arkadaşları (21) aşırı kilolu olan ve olmayan 86 çocukta BEA ve skinfold yöntemleri ile VYY ölçümlerinin X-ray absorbsiyometri ölçümü ile iyi korelasyon olduğunu buldular. Duchenne musküler distrofi olan çocuklarda yapılan bir çalışmada (20) BEA yöntemi ile VYY ve serbest yağ kitlesi ölçümünü, referans yöntem olarak kabul edilen su dilüsyon yöntemi ile çok yakın sonuçlar verdiğini saptadılar. Yukarıdaki çalışmalar, BEA ile skinfold yöntemleri arasında çok iyi korelasyon bulduğumuz çalışmamızla uyumludur ve sonuçlarımızı desteklemektedir.

Demura ve arkadaşları (23) Japon erkeklerde su altı ağırlık ölçümleri kriter kabul edilerek el-ayak, el-el ve ayak-ayak BEA yöntemlerinin güvenilirliğinin yüksek ($r= 0.999$) olduğunu bildirdiler. Çalışmamızda BEA'de el-ayak yönteminin skinfold ölçüm ve hesaplamaları ile çok iyi korelasyon göstermesi, diğer yöntemler ile skinfold ölçüm yöntemleri arasında da benzer sonuçların bulunabileceğini düşündürmektedir.

BEA yöntemi ile VYY ölçümü etnik gruplar arasında farklı geçerlilik göstermektedir (24). Anglo-Keltik Avustralya toplumunda yapılan bir çalışmada (25) VYY tahmininde skinfold ve BEA'nın

uygulanabilir olduğu bildirilmiştir. Bhat ve arkadaşları (26) Hintli erkeklerde skinfold ölçümlerinin de yer aldığı antropometrik ölçümler ve BEA'nın ölçüt metot deterium dilüsyon ile iyi korelasyon ($r=yaklaşık 0.9$) gösterdiğini bulmuşlardır. Yaşlı Finlandiyalı kadınlarda yapılan bir çalışmada (13) BEA ve skinfold yöntemleri ile yağ kitlesi ölçümlerinin X-ray absorbsiyometri ölçümü ile önemli derecede korele olduğunu saptamışlardır. Stolarczyk ve arkadaşları (27) Amerikan yerli kadınlarında BEA ile serbest yağ kitlesi tayininin doğruluğunu göstermişlerdir. Eckerson ve arkadaşları (28) 122 Kafkas erkekte BEA ile VYY saptamanın geçerliliğini skinfold denklemleri ile test etmişler ve tam doğrulukla tahmin ettiğini bulmuşlardır. Bu literatür bilgilerine göre, mevcut çalışmamızda skinfold denklemleri ile karşılaştırdığımız BEA ile VYY ölçümünün Türkiye-Afyonkarahisar yöresinde geçerli olduğu söylenebilir.

Araştırmalarında BMI'yı VYY ile ilişkili bir kriter olarak kabul eden Pecoraro ve arkadaşları (29) güney İtalya'da 228 çocukta yaptıkları çalışmada yağ kitlesi ve VYY'ni BEA, skinfold ve BMI yöntemleri ile saptadılar. Her üç yöntem arasında yüksek korelasyon buldular (29). Yaptığımız çalışmada BMI'yı grubun homojenitesi açısından kriter olarak kabul ettik. Kadın ve erkeklerde BMI ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmadığından grubu bir bütün olarak değerlendirdik.

Yukarıda geçen ve çalışmamızla uyumlu çoğu araştırmaya karşın benzer sonucu elde etmeyen araştırmalar da mevcuttur (30-32). Bu çalışmaları incelediğimizde, Han ve arkadaşlarının (30) serbest yağ kitlesi tahmininde biyoelektrik empedans yönteminin büyük serbest yağ kitlesinden etkilendiğinden dolayı antropometrik (skinfold) metotlarından daha iyi olmadığını, Groan ve arkadaşlarının (31) serbest yağ kitlesini saptamada biyoelektrik rezistans yönteminin cinsiyet ve obesiteden önemli oranda etkilendiğini, Daniel ve arkadaşlarının (32) BEA ve skinfold protokollerinin dar topluluklarda yeterli doğrulukta kabul edilebileceğini ancak genel popülasyonda tam doğru olmayabileceğini iddia ettikleri görülmektedir.

Leppik ve arkadaşları (33) 11-12 yaş çocuklarda skinfold kalınlıklarının vücut empedansı ile ilişkili olmadığını, X-ray absorbsiyometri ile ölçülen VYY'nin skinfold kalınlık ölçümleri ile ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Kuvvet sporcularında yapılan bir çalışmada (12) BEA yöntemi vücut kompozisyonunu, skinfold ölçümleri ile bulunan kadar doğru saptamadığı bildirilmiştir. Skinfold ölçümleri ile bulunan VYY geçerliliğinin daha iyi olduğuna dair yu-

karıdaki çalışmalara (12,33) karşın Mok ve arkadaşları (20) skinfold ölçümleri ile bulunan VYY'ni su dilüsyon yöntemi ile elde edilenden düşük saptamışlardır. Çalışmamızda VYY ölçümünde BEA ve skinfold yöntemleri arasındaki yüksek korelasyon, bu iki yöntemin geçerliliğinin yakın olduğunu göstermektedir.

BEA sporla ilgili VYY ölçümler için de kullanılmaktadır (11,34). BEA spor ve egzersiz alanında sporcu gruplarının vücut kompozisyonunu belirlemede bir metod özelliğindedir (35). Bu yöntem sporculara acil kontrol etmesi gereken durumları gösterir ve yağ yüzdesindeki küçük değişiklikleri izleme olanağı verir (35). Orta yaş obes kadınlarda VO₂max/kg ve dinamik oturma-kalkma testi gibi fitness karakteristikleriyle birlikte skinfold ve çevre ölçümü gibi antropometrik ölçümleri ve BEA ile vücut kompozisyon ölçümlerini birlikte kullandılar (36). Aynı zamanda BEA yöntemi kullanım rahatlığı ile kilo verme programlarında (10,37), gebelerde (8,9) ve hasta gruplarında (38,39) geniş uygulama alanı bulmaktadır.

Sonuç olarak, BEA yöntemiyle VYY ölçümü, deri kıvrım kalınlığı ölçümleri kullanılarak Behnke Wilmore veya Durnin Womersley formülüyle hesaplanan VYY ölçümleri yerine kullanılabilirdiği söylenebilir. Deri kıvrım kalınlığından VYY hesaplamalarında Behnke Wilmore veya Durnin Womersley formülleri de birbirinin yerine kullanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Olszanecka-Glinianowicz M, Zahorska-Markiewicz B, Janowska J, Zurakowski A. Serum concentrations of nitric oxide, tumor necrosis factor (TNF)-alpha and TNF soluble receptors in women with overweight and obesity. *Metabolism*, 2004; 53: 1268-1273.
2. Daniska J, Sramkova K, Kopceková J. Prevalence of the overweight and obesity in the random selected group of young females and their clinical-somatic parameters. *Cas Lek Cesk*, 2005; 144: 399-404.
3. Jurimae T, Sudi K, Jurimae J, Payerl D, Ruutel K. Relationships between plasma leptin levels and body composition parameters measured by different methods in postmenopausal women. *Am J Hum Biol*, 2003; 15: 628-636.
4. Murray RD, Adams JE, Shalet SM. Adults with partial growth hormone deficiency have an adverse body composition. *J Clin Endocrinol Metab*, 2004; 89: 1586-1591.
5. Armanini D, De Palo CB, Mattarello MJ, et al. Effect of licorice on the reduction of body fat mass in healthy subjects. *J Endocrinol Invest*, 2003; 26: 646-650.
6. Wu TJ, Huang SM, Taylor RL, Kao PC. Thyroxine effects on serum insulin-like growth factor I levels, anthropometric measures, and body composition in patients after thyroidectomy. *Ann Clin Lab Sci*, 2003; 33: 423-428.
7. Faisy C, Rabbat A, Kouchakji B, Laaban JP. Bioelectrical impedance analysis in estimating nutritional status and outcome of patients with chronic obstructive pulmonary disease and acute respiratory failure. *Intensive Care Med*, 2000; 26: 518-525.
8. Larciprete G, Valensise H, Vasapollo B, et al. Body composition during normal pregnancy: reference ranges. *Acta Diabetol*, 2003; 40: 225-232.
9. McCarthy EA, Strauss BJ, Walker SP, Permezel M. Determination of maternal body composition in pregnancy and its relevance to perinatal outcomes. *Obstet Gynecol Surv*, 2004; 59: 731-742.
10. Holecki M, Zahorska-Markiewicz B, Nieszporek T, et al. The influence of a 3-month weight reduction therapy with Orlistat on serum vitamin B12 and folic acid concentration in obese women. *Int J Obes (Lond)*, 2006; 30: 1017-1018.
11. Ozcarar L, Cetin A, Kunduracıoğlu B, Ulkar B. Comparative body fat assessment in elite footballers. *Br J Sports Med*, 2003; 37: 278-279.
12. Huygens W, Claessens AL, Thomis M, et al. Body composition estimations by BIA versus anthropometric equations in body builders and other power athletes. *J Sports Med Phys Fitness*, 2002; 42: 45-55.
13. Haapala I, Hirvonen A, Niskanen L, et al. Anthropometry, bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in the assessment of body composition in elderly Finnish women. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2002; 22: 383-391.
14. Yaman H (Editör). Cerit M (Çeviri). Fox, Bowers, Foss. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Ankara: Kırallı Matbaası, Bağırhan Yayımevi, 1999: 430-440.
15. Tamer K. *Sporla Fiziksel Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi*. Ankara: Türkerler Kitabevi, 1995: 150-163.
16. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr*, 1988; 47: 7-14.
17. Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Itallie TB. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study. *J Appl Physiol*, 1985; 58: 1565-1571.

18. Ross R, Leger L, Martin P, Roy R. Sensitivity of bioelectrical impedance to detect changes in human body composition. *J Appl Physiol*, 1989; 67: 1643–1648.
19. Fukagawa NK, Bandini LG, Young JB. Effect of age on body composition and resting metabolic rate. *Am J Physiol*, 1990; 259: 233–238.
20. Mok E, Beghin L, Gachon P, et al. Estimating body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: comparison of bioelectrical impedance analysis and skinfold-thickness measurement. *Am J Clin Nutr*, 2006; 83: 65–69.
21. Elberg J, McDuffie JR, Sebring NG, et al. Comparison of methods to assess change in children's body composition. *Am J Clin Nutr*, 2004; 80: 64–69.
22. Ferrante E, Pitzalis G, Vania A, et al. Nutritional status, obesity, and metabolic balance in pediatric patients with type I diabetes mellitus. *Minerva Endocrinol*, 1999; 24: 69–76.
23. Demura S, Yamaji S, Goshi F, et al. The validity and reliability of relative body fat estimates and the construction of new prediction equations for young Japanese adult males. *J Sports Sci*, 2002; 20: 153–164.
24. Deurenberg P, Deurenberg-Yap M. Validity of body composition methods across ethnic population groups. *Forum Nutr*, 2003; 56: 299–301.
25. Wattanapenpaiboon N, Lukito W, Strauss BJ, et al. Agreement of skinfold measurement and bioelectrical impedance analysis (BIA) methods with dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) in estimating total body fat in Anglo-Celtic Australians. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1998; 22: 854–860.
26. Bhat DS, Yajnik CS, Sayyad MG, et al. Body fat measurement in Indian men: comparison of three methods based on a two-compartment model. *Int J Obes (Lond)*, 2005; 29: 842–848.
27. Stolarczyk LM, Heyward VH, Hicks VL, Baumgartner RN. Predictive accuracy of bioelectrical impedance in estimating body composition of Native American women. *Am J Clin Nutr*, 1994; 59: 964–970.
28. Eckerson JM, Stout JR, Housh TJ, Johnson GO. Validity of bioelectrical impedance equations for estimating percent fat in males. *Med Sci Sports Exerc*, 1996; 28: 523–530.
29. Pecoraro P, Guida B, Caroli M, et al. Body mass index and skinfold thickness versus bioimpedance analysis: fat mass prediction in children. *Acta Diabetol*, 2003; 40: 278–281.
30. Han TS, Carter R, Currall JE, Lean ME. The influence of fat free mass on prediction of densitometric body composition by bioelectrical impedance analysis and by anthropometry. *Eur J Clin Nutr*, 1996; 50: 542–548.
31. Goran MI, Khaled MA. Cross-validation of fat-free mass estimated from body density against bioelectrical resistance: effects of obesity and gender. *Obes Res*, 1995; 3: 531–539.
32. Daniel JA, Sizer PS Jr, Latman NS. Evaluation of body composition methods for accuracy. *Biomed Instrum Technol*, 2005; 39: 397–405.
33. Leppik A, Jurimae T, Jurimae J. Influence of anthropometric parameters on the body composition measured by bioelectrical impedance analysis or DXA in children. *Acta Paediatr*, 2004; 93: 1036–1041.
34. Üçok K, Gökbel H, Okudan N. The load of the Wingate test: According to the body weight or lean body mass. *European Journal of General Medicine*, 2005; 2: 10–13.
35. Segal KR. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports. *Am J Clin Nutr*, 1996; 64: 469–471.
36. Jurimae T, Jurimae J. Anthropometric and health-related fitness characteristics in middle-aged obese women. *Coll Antropol*, 1998; 22: 97–106.
37. Di Pietro M, Campanaro P, D'Angelo G, et al. Role of camping in the treatment of childhood obesity. *Acta Biomed Ateneo Parmense*, 2004; 75: 118–121.
38. Das SK, Roberts SB, Kehayias JJ, et al. Body composition assessment in extreme obesity and after massive weight loss induced by gastric bypass surgery. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2003; 284: 1080–1088.
39. Kamimura MA, Avesani CM, Cendoroglo M, et al. Comparison of skinfold thicknesses and bioelectrical impedance analysis with dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat in patients on long-term haemodialysis therapy. *Nephrol Dial Transplant*, 2003; 18: 101–105.