



ARAŞTIRMA

F.Ü.Sağ.Bil.Tıp Derg.
2009; 23 (1): 01 - 05
http://www.fusabil.org

Vücut Bileşimlerinin Değerlendirilmesinde Vücut Kitle İndeksi ve Biyoelektrik İmpedans Analiz Metodlarının Etkinliğinin Yaş ve Cinsiyete Göre Karşılaştırılması

Hüsamettin KAYA¹
Oğuz ÖZÇELİK²

¹ Fırat Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyostatistik Anabilim Dalı,
Elazığ, TÜRKİYE

² Fırat Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı,
Elazığ, TÜRKİYE

Vücut kompozisyonlarının belirlenmesinde kullanılan boy ve vücut ağırlığına dayanan vücut kitle indeksi (VKİ) ve vücut yağ ölçümü yapan biyoelektrik impedans analiz (BIA) yöntemlerinin gençlerde farklı cinsiyetlerde etkinliklerinin ölçülerek karşılaştırılmasıdır.

Çalışmada 14-18 yaş arasında 335 kız (ortalama yaş±SH: 15.2±0.05 yıl) ve 409 erkek (ortalama±SH: 15.6±0.05 yıl) ile 19-23 yaş arasında 104 kız (ortalama±SH: 20.5±0.1 yıl) ve 409 erkek (ortalama±SH: 21.4±0.1 yıl) öğrencinin vücut kompozisyonları VKİ ve BIA yöntemleri ile ölçülerek değerlendirildi.

Erkek deneklerde 14-18 yaş arası için normal VKİ % 67.4 (n=303) ve normal yağ yüzdelere göre %20.0 (n=90) dağılım istatistik açıdan anlamlı farklılıklar gösterdi (p < 0.05). İstatistiksel farklılık 19-23 yaş erkek deneklerde de gözlemlendi: VKİ için % 83.9 (n=256) ve yağ yüzde değerleri için %25.5 (n=78) (p < 0.05). Kız deneklerde, 14-18 yaş grubu için VKİ'lerine göre %68.6 (n=230) vücut yağ yüzdelere göre ise %51.3 (p < 0.05), 19-23 yaş grubu için VKİ'lerine göre %72.8 (n=83) ve vücut yağ yüzdelere göre 45.2 (n=47, 19-23 yaş) normal grupta yer aldılar (p < 0.05).

VKI ile gençlerin vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde yetersiz kalmaktadır. BIA yönteminin vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılması ise daha güvenilir sonuçlar verdiğinden özellikle klinik ve sağlık açısından değerlendirmelerde dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler. Obezite, biyoelektrik impedans analizi, vücut kitle indeksi.

Comparison of Effectiveness of Body Mass Index and Bioelectric Impedance Analysis Methods on Body Composition in Subjects with Different Ages and Sex

To evaluate the effectiveness of body mass index (BMI) and bioelectric impedance analysis (BIA) methods in determining body compositions in young male and female.

Body compositions of 335 female (Mean±SE: 15.2±0.05 yr) and 409 male (Mean age±SE: 15.6±0.05 yr) students aged between 14-18 (mean±SD: 15.1±0.6 yr) and 104 female (Mean±SE: 20.5±0.1 yr) and 409 male (Mean±SE: 21.1±0.1 yr) students aged between 19-23 were analysed using BMI and BIA methods.

In male subjects, aged between 14 to 18, normal body composition ranges determined using BMI 67.4% (n=303) and determined using BIA 20.0% (n=90) were significantly different (p < 0.05). A statistically significant difference for normal values was also observed in the group aged between 19-23 in male subjects: BMI 83.9% (n=256), and BIA 25.5% (n=78), (p < 0.05). In female subjects, in the group aged between 14-18, normal values for BMI 68.6% (n=230) and for BIA 51.3% (n=172), (p < 0.05).

In young subjects, BMI may result an invalid body composition analysis. BIA analysis may result more reliable body composition analysis, and it should be considered in clinical studies and public health.

Key Words: Obesity, bioelectric impedance analysis, body mass index.

Geliş Tarihi : 04.12.2008
Kabul Tarihi : 23.12.2008

Yazışma Adresi Correspondence

Oğuz ÖZÇELİK
Fırat Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Fizyoloji Anabilim Dalı,
Elazığ-TÜRKİYE

oozcelik@firat.edu.tr

Giriş

Vücut yağ oranındaki aşırı artma ile karakterize olan obezite, yaşam kalitesini ve süresini azaltan, organ ve sistemlerde çeşitli bozukluklara yol açan ve mutlak tedavi edilmesi gereken kronik ilerleyici bir hastalıktır. Obez hastalarda diyabet, hipertansiyon, koroner kalp hastalıkları ve kanser görülme oranları önemli oranlarda arttığı bildirilmiştir (1). Obezite etiyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte genetik çevresel sosyal psikolojik metabolik ve hormonal gibi birçok faktörler tarafından meydana geldiği ileri sürülen multifaktöriyel bir hastalık olarak düşünülmektedir (2). Obezite hastalığında temel problem vücuda alınan ve tüketilen enerji dengesinin alım lehine bozulması sonucunda enerji fazlasının yağ dokusunda depolanmasına dayanmaktadır (3).

Obezite görülme sıklığı başta gelişmiş batı ülkeleri ve gelişmekte olan ülkeler olmak üzere tüm dünyada ilerleyici bir şekilde artışlar göstermektedir. Diğer bir önemli nokta ise ileri yaşlarda ortaya çıkan bir hastalık olduğu düşünülen obezitenin görülme sıklığı

çocuk ve adolesan dönemlerinde de artış göstermektedir (4). Çocukluk çağlarında görülen obezite toplum sağlığı açısından ve klinik olarak büyük bir problem oluşturmakta ve çocuklardaki artan morbidite oranı, erişkinlerde görülen obeziteye bağlı mortalite riskinin daha fazla artmasına neden olmaktadır (5).

Obezite tedavisinin ilk önemli basamağı bireylerin vücut kompozisyonlarının değerlendirilerek obez duruma gelmeden önce önlenmesine dayanmaktadır. Obezite tanısının koyulabilmesi veya sağlıklı bireylerin belirlenerek vücut yapılarına göre sınıflandırılmasında, metrekare cinsinden boyun karesinin kilogram cinsinden vücut ağırlığına bölünmesi ile elde edilen vücut kitle indeksi (VKİ, kg/m^2) sık olarak kullanılan bir yöntemdir. VKİ'nin adolesan döneminde obezitenin klinik olarak değerlendirilmesinde etkin olabileceği ileri sürülmüştür (6). Bununla birlikte VKİ klinik açıdan her zaman tek başına etkili bir gösterge olmadığından vücut kompozisyonlarının belirlenmesi daha büyük önem taşımaktadır (7). VKİ yaş ve cinsiyet nedenlerinden etkilendiği için erişkinlerde vücut yağının değerlendirilmesinde her zaman etkin olamamaktadır (8).

Obezite değerlendirilmesinde vücut yağ yüzdesi ve miktarı ve bunların dağılımı tek başına toplam vücut ağırlığından çok daha önemlidir. Vücut yağ oranının değerlendirilmesinde en etkin yöntemlerden bir tanesi de biyoelektrik impedans analizi (BIA) yöntemidir (9). Bu yöntem yağın uygulanan elektrik akımına karşı zayıf geçirgen olması esasına dayanmaktadır (10).

Ülkemizde obezite ile ilgili normların oluşturulması konusunda büyük eksiklik vardır. Obezite ve zayıflık prevalansı konusunda özellikle gençlerde yapılmış çalışmalar sınırlı sayıdadır. Obezitenin erken yaşlarda belirlenerek önlem alınması maddi ve fiziki açıdan önem taşımaktadır. Bu konuya katkıda bulunmak amacıyla adolesan dönemindeki ve genç erişkinlerin vücut kompozisyonlarının farklı cinsiyet gruplarında VKİ ile BIA yöntemleriyle taranarak aralarında anlamlı ilişki olup olmadığını karşılaştırmaktır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma etik kurul onayı alındıktan sonra 14-23 yaş arasındaki sağlıklı erkek ve kız deneklerin katılmasıyla yapılmıştır. Çalışmaya 714 erkek ve 439 kız olmak üzere toplam 1153 denek katılmıştır. Deneklerin fiziksel karakteristik özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Bu çalışma öncesi deneklerden fiziksel problemi olanlar, diyabet hastalığı, ağır karaciğer, böbrek ve kalp rahatsızlıkları olanlar, diüretik tedavisi görenler çalışma dışı bırakıldı. Deneklerin ölçümleri sabah aç karnına ve her türlü sıvı yüklemesi olmadan (sabah saat 08-10 arasında) ve boy ölçümü çıplak ayak ile yapılmıştır. Bunu takiben vücut ağırlığı ve kompozisyonunun ölçümü hafif elbiseler giyilerek çıplak ayak ile ayaktan ayağa biyoelektrik impedans analizi kullanılarak yapılmıştır (Tanita Body Fat Analyser, model TBF 300). Çalışmada kullanılan tartı 0.1kg hassasiyet ile ölçüm yapmaktadır.

Deneklerin VKİ değerleri boyun karesinin vücut ağırlığına oranı (kg/m^2) formülünden hesaplanmıştır. VKİ kullanılarak deneklerin sınıflandırılmasında Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılmış olan sınıflandırılma kullanıldı: 18.5 kg/m^2 altında ise zayıf, 18.5-24.9 kg/m^2 arası normal, 25-29.9 kg/m^2 arası fazla kilolu, 30 kg/m^2 üzeri obez ve 40 kg/m^2 üzerinde ise morbid obez (11) olarak değerlendirildi. Ölçüm yapılacak vücut kompozisyonlarında oluşabilecek hatadan sakınmak için deneklerden ölçüme başlamadan önce yarım saat istirahat etmeleri ve egzersizden uzak durmaları istendi. Deneklerin yüzde oran olarak vücut yağı (%FM), yağ dokusu (FM), yağdan arındırılmış doku (FFM), total vücut suyu (TBW) vücut yağ ölçüm analizörü ile hesaplandı (12).

İstatistiksel analiz SPSS istatistik paketi kullanılarak yapıldı (SPSS/PC software package for MS Windows, release 8.0, SPSS, Inc., Chicago, IL). Denekler bayan ve erkek olmak üzere 2 gruba ve her grupta 14-18 yaş ve 19-23 yaş aralarında olmak üzere 2 farklı alt gruba ayrıldılar. Benzer ve farklı yaş gruplarındaki kız ve erkek deneklerin istatistiksel analizlerinde, *unpaired t-testi* kullanıldı. $P < 0.05$ değeri değerlendirilmede anlamlı olarak kabul edildi. Aynı grup içinde değerlerin karşılaştırılmasında *Pearson's correlation coefficient* analizi kullanıldı.

Bulgular

Çalışmaya katılan 14-18 ve 19-23 yaş gruplarındaki deneklerin VKİ ve yağ oranlarına göre değerlendirilmesi Tablo 1'de gösterilmektedir. Erkek deneklerin VKİ'lerine göre normal sınırlar kabul edilen 18.5-24.9 kg/m^2 arası dağılımları 303 (% 67.4, 14-18 yaş) ve 256 (% 83.9, 19-23 yaş) olarak bulundu. Bununla birlikte BIA ile ölçülen vücut yağ yüzdelere göre değerlendirilmesinde ise erkek deneklerin 90 (%20.0, 14-18 yaş) ve 78 (% 25.5, 19-23 yaş) normal yağ yüzdesine sahip grupta yer aldılar (Şekil 1). Her iki yaş grubu için elde edilen normal değerler VKİ ve BIA arasında anlamlı farklılıklar göstermektedir ($p < 0.05$).

Kız öğrencilerin VKİ'lerine göre normal sınırlar kabul edilen 18.5-24.9 kg/m^2 arası dağılımları 230 (% 68.6, 14-18 yaş) ve 83 (% 72.8, 19-23 yaş) olarak bulundu. Vücut yağ yüzdelere göre değerlendirilmesinde ise 172 (%51.3, 14-18 yaş) ve 47 (% 45.2, 19-23 yaş) normal yağ yüzdesine sahip grupta yer aldılar (Şekil 2). Her iki yaş grubu için elde edilen normal değerler VKİ ve BIA arasında anlamlı farklılıklar göstermektedir ($p < 0.05$).

Çalışmadaki erkek deneklerden VKİ normalin altında olanların oranı % 23.6, ($n=106$, 14-18 yaş) ve % 3.9 ($n=12$, 19-23 yaş) bulundular. Yağ yüzdelere göre ise düşük yağ oranı % 75.2 ($n=338$, 14-18 yaş) ve % 72.1 ($n=220$, 19-23 yaş) bulundular (Şekil 1). Her iki yöntem ile tespit edilen normalin altı değerleri 14-18 yaş ($p < 0.05$) ve 19-23 yaş için ($p < 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdi.

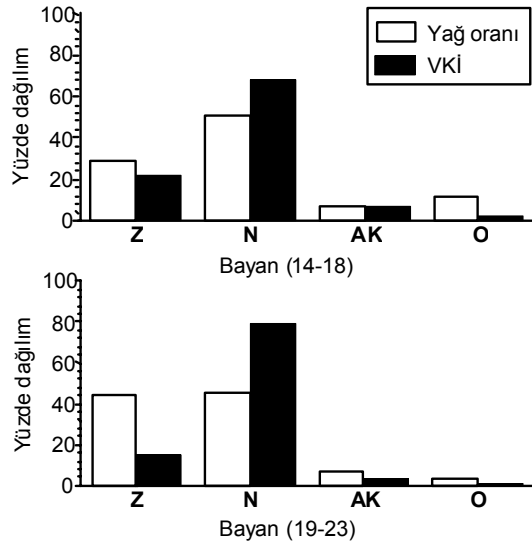
Tablo 1. Deneklerin cinsiyetlerine göre yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ) ve biyoelektrik impedans analizinden elde edilen vücut yağ yüzdesi, yağ dokusu miktarı, yağdan bağımsız doku miktarı ve total vücut su miktarı ortalama (\pm SS) değerleri.

	Kız (n=439)		Erkek (n=714)	
	14-18 Yaş (n=335)	19-23 Yaş (n=104)	14-18 Yaş (n=409)	19-23 Yaş (n=305)
Yaş	15.2 \pm 0.05	20.5 \pm 0.1* Ψ	15.6 \pm 0.05*	21.4 \pm 0.1* Ψ
Boy (cm)	158.4 \pm 0.3*	163.4 \pm 0.5* Ψ	167.6 \pm 0.3*	175.9 \pm 0.3* Ψ
Kilo (kg)	52.49 \pm 0.4*	56.10 \pm 0.8* Ψ	59.12 \pm 1.1*	68.42 \pm 0.5* Ψ
VKI (kg/m ²)	20.9 \pm 0.1	21.0 \pm 0.2	20.5 \pm 0.1	22.1 \pm 0.1 Ψ
Yağ yüzdesi	23.57 \pm 0.3*	20.73 \pm 0.6* Ψ	10.97 \pm 0.2*	12.14 \pm 0.2* Ψ
Yağ dokusu (kg)	12.88 \pm 0.3*	12.04 \pm 0.5*	6.85 \pm 0.2*	8.63 \pm 0.2* Ψ
Yağdan Bağımsız Doku	39.61 \pm 0.2*	44.06 \pm 0.4* Ψ	51.23 \pm 0.3*	59.69 \pm 0.3* Ψ
Total Vücut Su miktarı	28.99 \pm 0.1*	32.26 \pm 0.3* Ψ	37.50 \pm 0.2*	43.77 \pm 0.2* Ψ

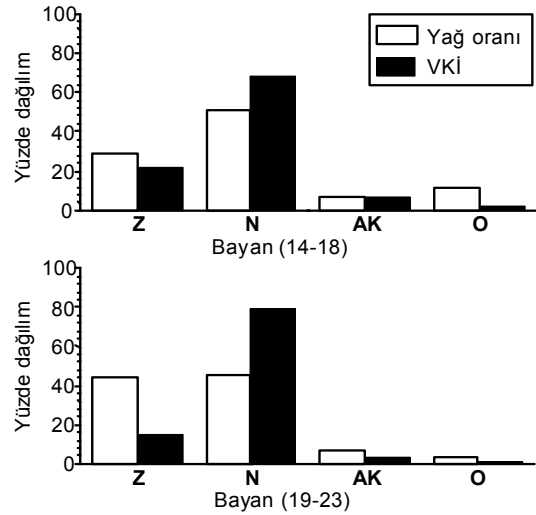
* aynı yaş farklı cinsiyet grupları arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık var (P < 0.05)

Ψ aynı cinsiyette farklı yaş grupları arası istatistiksel olarak anlamlı farklılık var (P < 0.05)

Çalışmadaki bayan deneklerin normalin altında VKİ'ne sahip olanlarının oranı % 22.1 (n=74, 14-18 yaş) ve %15.4 (n=16, 19-23 yaş) bulundular. Yağ yüzdelere göre ise düşük yağ oranının % 29.5 (n=99, 14-18 yaş) ve % 44.2 (n=46, 19-23 yaş) bulundular. Düşük vücut yağ oranı ve VKİ erkeklerde her iki yaş grubu için anlamlı olarak farklılıklar gösterdi (p < 0.05) (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışmaya katılan 14-18 yaşındaki ve 19-23 yaşındaki erkek deneklerin vücut kompozisyonlarının bioelektrik impedans analiz (beyaz kolon) ve vücut kitle indeksi (VKİ, siyah kolon) ile değerlendirilip sınıflamasının (Zayıf: <18.49 kg/m², Normal: 18.5-24.99 kg/m², Aşırı Kilolu: 25-29.99 kg/m², Obez: >30 kg/m²) yüzde dağılım oranları.



Şekil 2. Çalışmaya katılan 14-18 yaşındaki ve 19-23 yaşındaki bayan deneklerin vücut kompozisyonlarının bioelektrik impedans analiz (beyaz kolon) ve vücut kitle indeksi (VKİ, siyah kolon) ile değerlendirilip sınıflamasının (Zayıf: <18.49 kg/m², Normal: 18.5-24.99 kg/m², Aşırı Kilolu: 25-29.99 kg/m², Obez: >30 kg/m²) yüzde dağılım oranları.

Diğer bir önemli bulgu ise artan VKİ ile yağ dokusu arasında her iki yaş grubunda da anlamlı ilişkinin olması idi. VKİ ile yağ dokusu arasındaki ilişkinin korelasyon analizi 14-18 ve 19-23 yaş grupları için erkeklerde $r=0.910$ (P<0.0001) ve $r=0.952$ (P<0.0001) ve bayanlarda $r=0.905$ (P<0.0001) ve $r=0.859$ (P<0.0001) bulundular.

Tartışma

Bu çalışmanın ana bulgusu, BIA yöntemi ile vücut kompozisyon değerlendirmesi sonucunda vücut yağ miktarına göre normal ve zayıf grubuna giren deneklerin, VKİ ile yapılan sınıflamada elde edilen normal (18.5-24.99 kg/m²) ve zayıf (< 18.49 kg/m²) gruplarına karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmesidir. Her iki yaş grubundaki erkek ve kız deneklerin BIA yöntemi ile ölçülen vücut yağ oranları ile elde edilen normal ve zayıf değerleri VKİ ile elde edilen değerlerle karşılaştırıldığında anlamlı derecede azalma göstermektedirler.

Vücut kompozisyonlarının değerlendirmesinde farklı ve etkin yöntemler son yıllarda geliştirilmiştir. Vücut kompozisyonunun etkin bir şekilde ölçümü klinik bilimlerinin farklı dallarında sağlıkla ilgili önemli kararların alınmasında hayati rol oynamaktadır (12,13). BIA güvenli olması, indirekt bir yöntem olması, kısmen düşük maliyeti içermesi, etkili bir değerlendirme yöntemi olması gibi nedenler sonucunda kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir (12-14). BIA yönteminin çocuklarda, gençlerde yetişkinlerde ve yaşlılarda etkili bir yöntem olarak vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir (15, 16). Ayaktan ayağa BIA yönteminin çocukların vücut kompozisyonlarını değerlendirmedeki etkinliği gösterilmiştir (17). Ayaktan ayağa BIA ölçümleri elektrotlar ile ekstremiteler ayırımı ölçümü yapılan BIA yöntemlerine göre istatistiksel olarak aynı sonuçları daha hızlı ve daha kolay şekilde vermektedir (17).

Boy ölçümünü metre cinsinden karesinin vücut ağırlığına bölümünden elde edilen (kg/m²) VKİ'yi farklı yaş gruplarında obezite değerlendirmesinde kullanılan etkin bir yöntem olarak bilinmektedir (18). VKİ fazla kilo derecesinin indeksi olarak geniş kullanım alanı bulmuş olup obezite sınıflandırması içinde yararlı bir işlemdir. Bununla birlikte, bu çalışmada özellikle erkek deneklerin her iki yaş grubunda elde edilen VKİ normal değerleri BIA ile elde edilen normal değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı oranda (P<0.05) farklılıklar göstermektedir (Şekil 1). Bunun açıklaması ise, VKİ ölçümü kas ve kemik yapısından etkilenebileceği için özellikle büyüme döneminde vücut yağ değişimi hakkında etkin bilgi vermemektedir (19). Erkek denekler için elde edilen benzer bulgular daha düşük oranlarda

olmakla birlikte bayan denekler içinde gözlenmiştir. İndirekt olarak VKİ kullanılarak yapılan vücut kompozisyon analizinin grup olarak faydalı olduğu fakat birey olarak incelendiğinde etkin olmadığı gösterilmiştir (20).

Bu çalışmada elde edilen en önemli sonuç, vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde etkin olduğu ileri sürülen VKİ (21) yöntemi gençlerin vücut kompozisyonlarını değerlendirme açısından öneminin sorgulanması gerektiğidir. BIA yöntemi ise her iki grupta olmak üzere özellikle erkek deneklerde vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde VKİ'ne göre anlamlı oranlarda değişik sonuçlar vermiştir. Obez ve normal çocuk ve genç erişkinlerde BIA yönteminin vücut kompozisyonlarını belirlemedeki etkinliği gösterilmiştir (22-25). Vücut kompozisyonlarının etkin olarak tespit edilmesi çocuk ve genç erişkinlerde uygulanacak olan kilo kaybettirici tedavinin başarısında ve obezite ile ilgili olan problemlerin değerlendirilmesinde önem taşımaktadır (26).

BIA, yağın uygulanan akıma karşı kötü bir iletken, buna karşılık yağdan bağımsız kitlenin su ve elektrolit içeriğine bağlı olarak iyi bir iletken olması prensibine dayandığından deneklerin hidrasyonu normal olmalıdır (27). Ödemli hastalarda artan vücut suyu, yağsız doku kitlesinin genişlediği şekilde yorumlanmasına ve dolayısıyla vücut yağının olduğundan düşük tahminine yol açar (28). BIA metodu grubunun içindeki deneklerin yaş, cinsiyet ve vücut kitesinden de etkilenebileceği de gösterilmiştir (29).

Bu çalışma gruplarında, VKİ ölçümleri ile obezite sınıflama oranları bioelektrik impedans analiz yöntemi ile hesaplanandan farklılıklar göstermektedir. BIA ile yağ ölçümü daha hassas olmakla birlikte uygulanan yağ oran formülleri ise bizim toplumumuzun standartlarına göre yapılmadığından iki teknik arasındaki farkın fazla olmasında rol oynayabilen bir faktör olabilir. Çalışmada elde edilen bulgulardan gençlerde tek başına VKİ'nin kullanılması kişilerin yağ durumunu değerlendirmede gerçek değerleri yansıtmakta yetersiz kalabileceğini göstermektedir. Bu nedenle uygun şartlarda vücut kompozisyonunun belirlenmesinde basit, emniyetli ve güvenilir bir yöntem olan BIA gibi yöntemlerle de değerlendirmenin yapılması gereklidir.

Kaynaklar

1. Pi-Sunyer FX. Medical hazards of obesity. Ann Intern Med 1993; 119: 655-660.
2. Carmichael AR. Treatment for morbid obesity. Postgrad Med J 1999; 75: 7-12.
3. Doucet E, Tremblay A. Food intake, energy balance and body weight control. Eur J Clin Nutr 1997; 51: 846-855.
4. Hughes JM, Li L, Chinn S, Rona RJ. Trends in growth in England and Scotland. 1972 to 1994. Arch Dis Child 1997; 76: 182-189.
5. Pinhas- Hamiel, Dolan LM, Daniels SR, Standiford D, Khoury PR, Zeitler P. Increased incidence of non-insulin dependent diabetes mellitus among children and adolescents. J Pediatr 1996; 128: 608-615.
6. Himes JH, Dietz WH. Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. Am J Clin Nutr 1994; 59: 307-316.
7. Bray GA. Health hazards of obesity. Endocrinol Metab Clin North Am, Obesity 1996; 25: 907-919.

8. Gallagher D, Visser M, Sepulveda D, Pierson RN, Harris T and Heymsfield SB. How useful is body mass index for comparison of body fatness across age, sex and ethnic groups. *Am J Epidemiol* 1996; 143: 228-239.
9. Xie X, Kolthoff N, Barenholt O, Nielsen SP. Validation of a leg-to-leg bioimpedance analysis system in assessing body composition in postmenopausal women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1999; 23: 1079-1084.
10. Webber J, Donaldson M, Allison S, MacDonald I. A comparison of skinfold thickness, body mass index, bioelectrical impedance analysis and dual energy X-ray absorptiometry in assessing body composition in obese subjects before and after weight loss. *Clin Nutr* 1994; 38: 299-306.
11. WHO Expert Committee. Physical Status: the use and Interpretation of Epidemiology 1995; 18: S46-S55.
12. Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 603-607.
13. Guida B, Trio R, Nastasi A, et al. Body composition and cardiovascular risk factors in pretransplant hemodialysis patients. *Clin Nutr* 2004; 23: 363-372.
14. Özçelik O, Çolak R, Yaşar A, Keleştimur H. Obez hastalarda şiddeti düzenli olarak artan yüke karşı yapılan egzersizin serum leptin düzeyi üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2001; 15: 431-435.
15. Bandini LG, Vu DM, Must A, Dietz WH. Body fatness and bioelectrical impedance in non-obese pre-menarcheal girls: comparison to anthropometry and evaluation of predictive equations. *Eur J Clin Nutr* 1997; 51: 673-677.
16. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 436-448.
17. Tyrrell VJ, Richards G, Hofman P, et al. Foot-to-foot bioelectrical impedance analysis: a valuable tool for the measurement of body composition in children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001; 25: 273-278.
18. Eto C, Komiya S, Nakao T, Kikkawa K. Validity of the body mass index and fat mass index as an indicator of obesity in children aged 3-5 year. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2004; 23: 25-30.
19. Martin AD, Ward R. Body composition. In: *Measurement in Pediatric Exercise Science.* Human Kinetics: Vancouver, 1996.
20. Piers LS, Soares MJ, Frandsen SL, O'Dea K. Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000; 24: 1145-1152.
21. Dietz WH, Bellizzi MC. Assessment of childhood and adolescent obesity. Result from an international obesity task force. *Am J Clin Nutr* 1999; 70: 123-125.
22. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Hall MC. Validity of bioelectric impedance for body composition assessment in children. *J Appl Physiol* 1989; 66: 814-821.
23. Cordain L, Whicker RE, Johnson JE. Body composition determination in children using bioelectric impedance. *Growth Devl Aging* 1988; 52: 37-40.
24. Wu-Y-T, Neilsen DK, Cassady SL, et al. Cross-validation of bioelectric impedance analysis of body composition in children and adolescent. *Phys Ther* 1993; 73: 320-328.
25. Kaya H, Özçelik O. Tıp öğrencilerinde bir yılda vücut kompozisyonlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi. *Fırat Tıp Dergisi* 2005; 10: 164-168.
26. Wile H, McIntyre L. Weight control counselling in children: is it effective? *J Can Diet Assoc* 1992; 53: 168-171.
27. Özçelik O, Doğukan A, Kaya H. Hemodiyaliz hastalarında biyoelektrik impedans analiz yönteminin vücut kompozisyonunun belirlenmesindeki etkinliği. *Fırat Tıp Dergisi* 2005; 10: 50-53.
28. Cornish B, Ward L, Thomas B, Jebb SA, Elia M. Evaluation of multiple frequency impedance and Cole-Cole analysis for the assessment of body water volumes in healthy humans. *Eur J Clin Nutr* 1995; 50: 159-164.
29. Dittmar M. Reliability and variability of bioimpedance measures in normal adults: effects of age, gender, and body mass. *Am J Phys Anthropol* 2003; 122: 361-370.