

Beslenme Durumunun Değerlendirilmesinde Sıra Dışı Bir Yöntem: BIA

Mustafa ÖZÇETİN*, Fidan KHALİLOVA*, Ayşe KILIÇ*

Beslenme Durumunun Değerlendirilmesinde Sıra Dışı Bir Yöntem: BIA

Vücut kompozisyonunun doğru bir tahmini beslenme değerlendirilmesinde ve izleminde önemlidir. Çocukların normal büyüme temposunun bilinmesi, hastalıkların erken tanısında yardımcı olur ve gereksiz tetkikleri azaltır. Vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde farklı ve etkin yöntemler son yıllarda geliştirilmiştir. Vücut kompozisyonunun etkin bir şekilde ölçümü klinik bilimlerinin farklı dallarında sağlıkla ilgili önemli kararların alınmasında yaşamsal rol oynamaktadır. 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 yöntem hâline gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Beslenme durumu, bioelektriksel impedans analizi, vücut kompozisyonu

Çocuk Dergisi 2017; 17(2):61-66

An Uncommon Method of Evaluating Nutritional Status: BIA

An accurate estimate of body composition is important in the assessment and monitoring of nutrition. Knowing the normal growth rate of children helps early diagnosis of diseases and reduces unnecessary examinations. Different and effective methods for evaluating body compositions have been developed in recent years. Effective measurement of body composition is crucial in taking important health-related decisions in different branches of the clinical sciences. BIA has become a frequently used method in assessing the body composition of patients in clinics as a result of being safe, an indirect method, partly low cost, and an effective evaluation method.

Keywords: Nutritional status, bioelectric impedans analysis, body composition

J Child 2017; 17(2):61-66

GİRİŞ

Büyüme ve gelişme çocuk sağlığının en önemli göstergesidir. Çocuğun sağlık durumunun değerlendirilmesi aynı yaş grubundaki normal çocukların anatomik ve fizyolojik özelliği göz önünde tutularak yapılır. Normal büyüme denildiği zaman çocuğun ağırlık, boy ve baş çevresinin o toplumda elde edilen büyüme standartlarına uygun bir büyüme göstermesi anlaşılır. İnsan gereksinimlerinin başında gelen beslenme, büyüme, gelişme, sağlıklı ve üretken olarak uzun süre yaşamak için gerekli olan öğelerin alınması ve vücutta kullanılmasıdır ⁽¹⁾. Çocuklarda yeterli beslenme, yaşamın sürdürülmesi ve yeterli büyümenin sağlanabilmesi için gerekli olan kalori, protein,

vitamin, mineral ve eser elementlerin vücuda alınması ve kullanılması ile mümkündür ^(2,3). Bilim ve teknoloji alanındaki hızlı ilerlemeler ve ekonomik güçteki artış bir taraftan yetersiz beslenme ile ilgili sağlık sorunlarında azalmaya neden olurken, diğer taraftan aşırı beslenme ve enerji fazlalığına ilişkin sorunları arttırmaktadır ⁽⁴⁾. Çocukların normal büyüme temposunun bilinmesi, ağırlık ve boy artışının azalması ile seyreden bazı hastalıkların erken tanısında yardımcı olur ve gereksiz tetkikleri azaltır.

Organizmanın beslenme durumunun değerlendirilmesi, besinlerin alımı ve tüketimi arasındaki dengeyi gösterir. Besin ögesi alımı ile gereksinimi arasındaki dengenin sağlanması ise optimal sağlık için önem taşımaktadır. Beslenme durumunun belirlenmesi, besin öğeleri gereksiniminin ne ölçüde karşılandığının bir göstergesidir. Beslenme durumunun belirlenmesinde yıllar içinde değişen farklı yöntem ve teknolojiler geliştirilmiştir.

Beslenme durumunun saptanmasında birçok yöntem

Alındığı tarih: 15.05.2017

Kabul tarihi: 25.05.2017

*İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı

Yazışma adresi: Doç. Dr. Mustafa Özçetin, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Çapa / İstanbul

e-posta: mozcetin@gmail.com

kullanılabilir. En sık kullanılan beslenme değerlendirme yöntemleri 24 saatlik besin tüketimi anımsama yöntemi veya besin tüketim kaydı yöntemidir. Büyük bir popülasyonun beslenme alışkanlıklarının belirlenmesinde avantajlı olan bu yöntemde 24 saatlik besin tüketimi telefonla veya yüz yüze görüşme ile saptanır. Her besinin sağladığı enerji ve besin öğeleri miktarları besin bileşim cetvelleri kullanılarak hesaplanır. Bu cetvelleri içeren programlar ile besin tüketim kayıtları hesaplanabilir. Ortalama bir günlük besin türlerinin ve besin öğelerinin miktarı bulunur. Bulunan değerler yaş, cinsiyet, fizyolojik duruma göre günlük tüketilmesi önerilen alım miktarları (RDA) ile kıyaslanır. Gereksinmenin ne kadarının karşılandığı bulunur ⁽⁵⁾.

Beslenme durumunun değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yöntem de antropometrik ölçümlerdir. Başlıca kullanılan antropometrik ölçütler; yaşa ve boya göre vücut ağırlığı, boy uzunluğu, baş çevresi, vücut kitle indeksi, orta kol çevresi ve deri kıvrım kalınlığı ölçülmesidir ⁽⁶⁾. Bir çocuğun büyümesinin değerlendirilmesi aynı yaşta sağlıklı çocukların ölçümlerinden elde edilmiş standart tablo ya da eğriler ile karşılaştırılarak yapılır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), uluslararası bir standardın tüm ülkelerde kullanılmasını önermektedir. Ancak her yaşta ve özellikle 2 yaşından büyük sağlıklı çocuklarda toplumun genetik özelliklerine bağlı farklılıklar vardır. Her toplumun, kendi sağlıklı ve iyi ortamda yetişmiş çocuklarının ölçümlerinden, uygun istatistiksel yöntemlerle elde edilmiş değerlerin kullanılması en uygun yoldur. Altı-18 yaş yaş arasındaki Türk çocuklarının vücut ağırlığı ve boy uzunluğu değerlerinin referans verileri 2006 yılında yayınlanmıştır ⁽⁷⁾. Elde edilen ve standart referans değerlerini oluşturacak tüm ölçümler normal dağılımı gösterecek biçimde persantil eğrileri ya da z-skoru puanlama tablolarında yorumlanır ⁽⁸⁾.

Fiziksel olarak nütrisyonel antropometrik değerlendirme ile beslenme durumunu belirlemede son yıllarda uygulama kolaylığı, girişimsel olmayışı, yinelenilebilir edilebilir olması ve hızlı sonuç elde edilmesi, cihazın taşınabilir olması nedeni ile Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) artan sıklıkta kullanılmaya başlanmıştır ⁽⁹⁾. Son çalışmalar göstermiştir ki, BİA türetilmiş vücut kompozisyonu ölçümleri çocuklarda beslenme durumunu ve büyümeyi değerlendirmek

için temel ölçülerini belirlemek, beslenme durumu değişimi ilerlemesini izlemek için yararlıdır. Yağsız doku kitlesi ile yağın elektriksel geçirgenlik farkına dayanarak yapılan bu değerlendirme ile vücut yağ kitlesi, vücut kas kitlesi, yağsız vücut kitlesi, vücut su miktarı gibi çeşitli vücut doku bileşimleri incelenebileceği gibi, bazal metabolik hız, hedef kas ve yağ ağırlık değişim önerileri, alınması önerilen kalori miktarı ile birlikte egzersiz planı gibi çeşitli veriler cihaz tarafından verilebilmektedir.

Vücut Kompozisyonu: Besin öğeleri proteinler, aminoasitler, yağ asitleri ve yağlar, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve su olmak üzere altı önemli öğeden oluşur ⁽¹⁰⁾. Vücut kompozisyonu nütrisyonel açıdan başlıca üç kompartmandan oluşur. Bunlar yağ dokusu, adale dokusu ve visseral protein kompartmanıdır ⁽¹¹⁾. Yağ dokusu, organizmanın enerji deposu iken, adale dokusu protein deposudur ⁽¹²⁾. Vücut kompozisyonunun etkin bir şekilde ölçümü klinik bilimlerin farklı dallarında sağlıklı ilgili önemli kararların alınmasında yaşamsal rol oynamaktadır ⁽¹³⁾.

Vücut kompozisyonlarının değerlendirmesinde farklı ve etkin yöntemler son yıllarda geliştirilmiştir. Vücut kompozisyonunu ölçmeye yarayan yöntemlerden bazıları hidrostatik dansitometri, skinfold testleri (deri kıvrım kalınlığı ölçümü), antropometrik ölçümler, çift-enerjili x-ışığı absorpsiyometri (DEXA), magnetik rezonans görüntüleme ve biyoelektrik impedans analizi (BİA)'dir.

Obezite değerlendirilmesinde vücut yağ yüzdesi ve miktarı ve bunların dağılımı tek başına toplam vücut ağırlığından çok daha önemlidir ⁽¹⁴⁾. Adipozitenin en sık kullanılan ölçütü vücut kitle indeksidir (VKİ), ancak VKİ yağ kitlesi (FM) ve yağsız vücut kütlesi (FFM) arasında ayırım yapmadığı için vücut yağ kitlesinin kötü bir belirleyicisidir.

Çift Enerjili x Işığlı Absorpsiyometri (DEXA): Çift enerjili x ışığı absorpsiyometri, kemik mineral kütlesini ölçmek için geliştirilmiştir, bu ölçüm iki farklı enerjili x-ışığının absorpsiyonu arasındaki fark hesaplanarak belirlenmektedir. Tüm vücut taramalarında yağ dokusu ve FFM değerleri de cihaza özgün algoritmalar kullanılarak hesaplanmaktadır ⁽¹⁵⁾.

Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA): Çift-enerjili

x- ışığı absorpsiyometri de dahil olmak üzere vücut kompozisyonu belirlemek için referans metotlar, zaman alıcı ve zor maliyetlidir. Ek olarak, önemli sayıda obez bireylerde kilo sınırlamaları geçtiği ya da vücut büyüklüğü tarama alanını aşması nedeniyle DEXA ile tarama yapılamaz⁽¹⁶⁾. Alternatif bir yöntem BIA'dır. Vücut yağ oranının değerlendirilmesinde en etkin yöntemlerden biri biyoelektrik impedans analizi yöntemi yağın uygulanan elektrik akımına karşı zayıf geçirgen olması esasına dayanmaktadır⁽¹⁷⁾. Elektrik akımları suyun çok olduğu vücut dokularından (kan, idrar ve kaslar) diğer dokulardan (kemik, yağ veya hava gibi) daha kolay geçer. Bu yöntemle vücuttan geçen elektrik akımlarının hızı ve gücü ölçülür ve bu sonuçlar boy, kilo, cinsiyet gibi bilgiler ile kişinin vücut yağ oranının belirlenmesinde kullanılır. Ödemli hastalarda artan vücut suyu, yağsız doku kitlesinin genişlediği şeklinde yorumlanmasına ve dolayısıyla vücut yağının olduğundan düşük tahminine yol açar⁽¹⁸⁾. Tek frekans BİA (single frequency BIA, SF-BİA), total vücut suyu (TBW) ve FFM analizinde en sık kullanılan yöntem olmakla beraber, TBW'nin hücre içi ve dışını kısımlarını ayırt etmede yetersizdir⁽¹⁹⁾. Biyoimpedans spektroskopisi (BIS) veya multifrekans BİA, TBW'nin hücre içi ve dışı ayırımına olanak sağlar, bu sıvı değişimlerini ve sıvı dengesini açıklamada ve hidrasyon seviyesindeki değişimleri incelemeye kullanışlıdır⁽²⁰⁾. Yağ kitlesi hakkında bilgi sağlamanın yanında multifrekans BİA'nın (300 kHz'e kadar) SF-BİA'ya (50 kHz) üstünlüğü, ekstremitelere iskelet kaslarını değerlendirme avantajı vardır⁽²¹⁾. Ayaktan ayağa BİA yönteminin çocukların vücut kompozisyonlarını değerlendirmedeki etkinliği gösterilmiştir⁽²²⁾. Ayaktan ayağa BİA ölçümleri elektrotlar ile ekstremitelere ayırımı ölçümü yapılan BİA yöntemlerine göre istatistiksel olarak aynı sonuçları daha hızlı ve daha kolay şekilde vermektedir⁽²²⁾.

BİA, güvenli, hızlı, non-invaziv ve kısmen düşük maliyeti içermesi, etkili bir değerlendirme yöntemi olması nedeniyle kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir⁽²³⁾. BİA yönteminin çocuklarda, gençlerde yetişkinlerde ve yaşlılarda etkili bir yöntem olarak vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir⁽²¹⁻²³⁾.

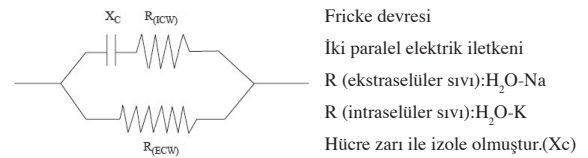
Dokuların elektrik geçirgenliği 1871'den itibaren

araştırılmaya başlamıştır. Bu çalışmalarda hasar görmüş dokularda veya kadavrada farklı frekanslarda akımlar kullanılarak denemeler yapılmıştır. Thomasset ilk olarak cilt altına 2 adet iğne yerleştirerek total vücut suyunu ölçmüştür. Daha sonra ilk kez Hoffer ve ark.⁽²⁴⁾ ve Nyboer⁽²⁶⁾ cilt yüzeyine 4 elektrot yerleştirerek biyoelektrik empedans ölçüm tekniğini geliştirmişlerdir. Sonraki yıllarda, Hoffer ve ark.⁽²⁴⁾ ve Nyboer⁽²⁶⁾ çalışmalarında, yağsız vücut kitlesi ve vücuttaki yağ yüzdesinin de saptanabileceğini göstermişlerdir.

İlk kez tek frekanslı BİA cihazları piyasaya sürülmüş ve kullanılmaya başlanmıştır. 1990 yılından itibaren ise multifrekans cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Cihaz taşınabilir ve güvenli, işlemin son derece basit ve non-invaziv olması ve sonuçların yinelenebilir ve hızlı bir şekilde elde edilebilir olduğu için son zamanlar başucu yöntemi olarak BİA kullanımı artmıştır.

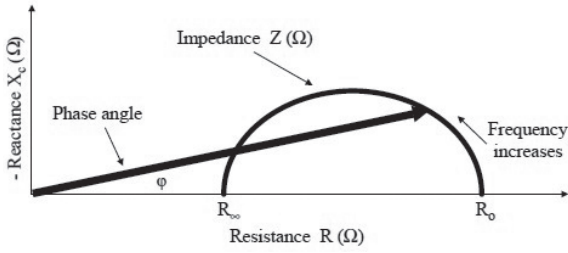
Biyoelektrik İmpedans Analizinin (BİA) Prensipleri

İletkenlik bir iletkenin yapısındaki iyon konsantrasyonu ile ilgilidir. Elektrik geçirilen materyalin iyon konsantrasyonu azaldıkça direnç artar. Bunun dışında elektrik akımı geçirilen materyalin viskozitesinin artması, yapısında iletken olmayan bir maddenin konsantrasyonunun artması, elektrik akımının iletilmediği ve tutulduğu elektrotlar arasındaki mesafenin artması, kesit alanının genişlemesi direnci artırır.



Şekil 1. İnsan vücudu, paralel ya da seri bağlı rezistans (R) ve reaktans (Xc) oluşmaktadır⁽²⁷⁾.

İmpedans, bir iletkenin belirli bir frekansta uygulanan alternatif elektrik akımına gösterdiği dirençtir. Biyolojik sistemlerde empedansın rezistans ve reaktans olmak üzere iki bileşeni vardır. Yani vücut elektrik akımına iki tür direnç gösterir. Birimi OHM'dir (Ω). Rezistan (R) hücre içi ve hücre dışı sıvıların oluşturduğu dirençtir. Reaktans (Xc) ise hücre membranlarının oluşturduğu dirençtir.



Şekil 2. Faz açısının grafiksel şeması; rezistans (r), reaktans (Xc), empedansı (Z) ve uygulanan akımın frekansı (27).

Reaktans ve rezistans arasındaki ilişki hastalık, beslenme ve hidrasyon durumuna göre etkilenen, dokuların farklı elektriksel özelliklerini yansıttığı için ilginçtir. Bu ilişkinin bir ölçütü olan faz açısı ve R_0 / R_∞ dâhil olmak üzere diğer ilişkili indeksler, klinik sonuçları tahmin etmek için kullanılmıştır. Faz açısı insan vücudun sıvı (rezistans) ve hücre zarının (reaktans) göreceli katkılarına yansır ve vücut hücre kütlesi ve beslenme durumunun bir göstergesi olduğu düşünülmür (28).

BİA ile ölçülen elektriksel ve biyolojik parametreler kişiden kişiye değişiklik gösterir. BİA cihazının elektrik akımı 50 kHz frekansa sahip 800 mA'lık bir akımdır. Kaynak ve detektör olarak isimlendirilen iki elektrodu vardır. Cihaz vücutta farklı noktalar arasında gerilim oluşturur.

Farklı dokular farklı iletkenliğe sahiptir. BİA vücutta uygulanan akımdaki voltaj düşmelerini kaydederek vücut komponentinin rezistansını ve reaktansını ölçer. Bu ölçüm sırasındaki faz kaymaları reaktansın rezistansa oranının açılal transformasyonu gibi geometrik olarak veya faz açısı olarak niceliklendirilir (29). Faz açısının vücut hücre kütlesi ve beslenme durumunun göstergesi olduğu düşünülmür ve vücutun sıvı (rezistans) ve hücre membranlarının (reaktans) göreceli katkılarına yansır (28). Elektrik akımı vücuttaki iletken materyaller aracılığı ile iki elektrot arasında akar. Akımı fiziksel olarak taşıyan vücut bileşenlerinde bulunan sodyum, potasyum gibi iyonlardır. Elektrik akımı esas olarak taşıyıcılığı yüksek olan materyaller içinden geçer. Akımın geçtiği yol vücut cüssesi, elektrolitler ve sıvı dağılımındaki farklılıklar nedeniyle kişiler arasında değişiklik gösterir.

Faz açısı HIV enfeksiyonu, karaciğer sirozu, kronik obstrüktif akciğer hastalıkları, hemodiyaliz, sepsis,

akciğer kanseri, kolorektal kanser ve pankreas kanseri gibi bazı klinik durumlarda prognostik bir göstergedir (30).

Sonuç olarak BİA cihazı ile:

- 1) Vücut yağ yüzdesi ve ağırlığı
- 2) Yağsız doku oranı ve ağırlığı
- 3) Toplam vücut ağırlığının yüzde olarak seviyesi
- 4) Toplam vücut su miktarı
- 5) Bazal metabolik oran (tahmini)
- 6) Ortalama enerji gereksinimi (tahmini)
- 7) Beden kitle indeksi
- 8) Akımın geçişine karşı vücut direnci (impedans) saptanır.

Fiziksel olarak nütrisyonel antropometrik değerlendirme ile beslenme durumunu belirlemede son yıllarda uygulama kolaylığı, girişimsel olmayışı, yinelenilebilir olması ve hızlı sonuç elde edilmesi, cihazın taşınabilir olması nedeni ile Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) artan sıklıkta kullanılmaya başlanmıştır (9). Yağsız doku kitlesi ile yağın elektriksel geçirgenlik farkına dayanarak yapılan bu değerlendirme ile vücut yağ kitlesi, vücut kas kitlesi, yağsız vücut kitlesi, vücut su miktarı gibi çeşitli vücut doku bileşimleri incelenebileceği gibi, bazal metabolik hız, hedef kas ve yağ ağırlık değişim önerileri, alınması önerilen kalori miktarı ile birlikte egzersiz planı gibi çeşitli veriler cihaz tarafından verilebilmektedir.

Vücut kompozisyonu yetişkinlerde geniş olarak inceleme de, vücut kompozisyon analizi hastaların klinik sonuçlarını ve beslenme durumu hakkında bilgi sahibi olunması amacıyla yararlı olabilen ve özellikle çocuklarda hâlâ gelişmekte olan bir öneme sahiptir (31).

Çocuklarda vücut kompozisyonu konusundaki anlayışımız, çocuklar ve yetişkinler arasındaki temel farklılarla sınırlıdır. Bu farklılıklar, çocukların vücut bölmelerinin belirlenmesinde ek zorluklar ortaya koymaktadır. Büyüme sırasında yağsız vücut ağırlığının su ve kemik mineral içeriğinin oranının değiştiği gösterilmiştir (31). Dahası, ırk ve etnik farklılıklar da çocuklarda vücut kompozisyonu sonuçlarını etkileyebilir (32,33). Bir çalışmada Çinli erkek ve kızların (5-18 yaş) benzer yaşta Japon kız ve erkeklere kıyasla ağırlık ve yağ kitlesinin daha fazla olduğu bulunmuştur (33). Başka bir çalışmada, genç afro-amerikan kız-

lar (9-19 yaş), aynı yaş veya büyüklükle eşleşen beyaz veya hispanik kadınlara kıyasla daha yüksek FFM'ye (yağsız ağırlık miktarı) sahip olduğu gösterilmiştir⁽³⁴⁾. Genetik faktörler, yaşam şekli, beslenme alışkanlıkları, aile yapısı gibi etkenler başta olmak üzere vücut bileşimini etkileyen bir çok faktör bulunmaktadır. Erkek ve kız çocuklarında vücut yağ kütlelerinin artışının belirgin olarak gözlemlendiği periyotlar, vücut bölgeleri farklılıklar ve hormonal değişikliklerin, vücut bileşimini etkilediği belirtilmiştir. Bu nedenle yaşla birlikte vücut bileşimi ve segmental olarak yağ ve kas kütlelerinin dağılımı cinsiyete göre farklılık göstermektedir^(15,16).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, vücut kompozisyonunu değerlendirmede antropometrik ölçümlerin tek başına yeterli olmadığı gösterilmiştir. Örneğin, Wedin ve ark.⁽³⁵⁾ yaptığı bir çalışmada, obez ve obez olmayan adolesanlarda insülin direncini tahmin etmede bel çevresi ya da VKİ'nin yetersiz kaldığı, bunların vücut yağ yüzdesi ile birlikte değerlendirildiğinde daha anlamlı sonuçlara ulaşıldığı bulunmuştur. Bununla birlikte, okul çağı çocuklarında vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi için yapılan bir başka çalışmada ise, BİA ile yağsız vücut kitlesi kesin ve doğru değerlerde ölçülebilirken, yağ kitlesi ve vücut yağ oranının tahmininde kısmen düşük saptadığı bildirilmiştir. Bu nedenle BİA ile elde edilen vücut kompozisyonu sonuçları dikkatli bir şekilde yorumlanmalı ve saha araştırmalarından önce çocukların belirli alt grupları için yüksek kaliteli doğrulama çalışmaları yapılması önerilmiştir⁽³⁶⁾. Bildiğimiz üzere malnutrsiyonlu çocukların hastaneye yatışı daha sıktır ve kronik böbrek hastalığı olan çocuklarda mortaliteyi artırır⁽³⁷⁾. Yetişkinlerde, düşük yağsız vücut kitlesi önemli ölçüde hastanede kalış süresini uzatır. Yağsız kitlenin azalması ve yağ kitlesinin artması önemli derecede hastanede yatış süresinin negatif etkiler⁽³⁸⁾. Yağsız vücut ağırlığı ve yağ kitlesi belirlenmesi de dâhil olmak üzere vücut kompozisyonunun ölçülmesi, hasta değerlendirmesi için de değerli bilgiler sağlayabilir.

Sonuç olarak, son çalışmalar BİA vücut kompozisyonunu çocuklarda beslenme durumunu ve büyümeyi değerlendirmek için ve hastane yatış sırasında temel ölçülerini belirlemek ve beslenme tedavisini izlemek veya hastaneye yatış sırasında beslenme durumu değişimi ilerlemesini izlemek için yararlıdır. Düşük

yağsız vücut kitlesi önemli ölçüde hastanede kalış süresini uzatır. Yağsız kitlenin azalması ve yağ kitlesinin artması önemli derecede hastanede yatış süresinin negatif etkiler⁽³¹⁾. Yeterli ve dengeli beslenme yalnızca bireylerin yaşamsal faaliyetleri için değil tüm toplumun gelişmesi için temel koşuldur.

KAYNAKLAR

1. **Green CK, Teague EE.** Pediatric nutrition assessment. *Nutr Clin Pract* 2017;32:40-51. <https://doi.org/10.1177/0884533616679639>
2. **Thomas B.** Manuel of dietetic practice London, *British Dietetic Association* 1988;275-282.
3. **Heird WC.** Parenteral alimentation of the neonate. *Semin Perinatol* 1991;15:493-502.
4. **Gifford KD.** Dietary fats, eating guides, and public policy: History, critique, and recommendations. *American Journal of Medicine* 2002;113:89-106. [https://doi.org/10.1016/S0002-9343\(01\)00996-2](https://doi.org/10.1016/S0002-9343(01)00996-2)
5. **Burke LE, Conroy MB, Sereika SM, Elci OU, Styn MA, Acharya SD, et al.** The effect of electronic self-monitoring on weight loss and dietary intake: a randomized behavioral weight loss trial. *Obesity* 2011;19:338-44. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.208>
6. **Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S.** Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among us children and adolescents. *Pediatrics* 2006;118:e1390-8. <https://doi.org/10.1542/peds.2006-1062>
7. **Neyzi O, Furman A, Bundak R, Gunoz H, Darendeliler F and Bas F.** Growth references for Turkish children aged 6 to 18 years. *Acta Paediatr* 2006;95:1635-41. <https://doi.org/10.1080/08035250600652013>
8. **Gunoz H, Bundak R, Furman A, Darendeliler F, Saka N, Bas F, et al.** Z-score reference values for height in Turkish children aged 6 to 18 years. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2014;6:28-33. <https://doi.org/10.4274/Jcrpe.1260>
9. **Lee SY, Gallagher D.** Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:566-72. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>
10. **Ramstack M, Listerick R.** Safety and efficacy of a new pediatric enteral product in the young child. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1991;15:89-92. <https://doi.org/10.1177/014860719101500189>
11. **Cheek DB.** Human growth: body composition, cell growth, energy and intelligence Philadelphia, Lea and Febiger 1968;21-38.
12. **Lukaski HC.** Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987;46:537-56.
13. **Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, et al.** Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1453-8. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801401>

14. **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;23:1079-84. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801034>
15. **Taylor RW, Jones IE, Williams SM, Goulding A.** Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and the conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X-ray absorptiometry, in children aged 3-19 y. *Am J Clin Nutr* 2000;72:490-5.
16. **Wells JC, Williams JE, Chomtho S, Darch T, Grijalva-Eternod C, Kennedy K, et al.** Body-composition reference data for simple and reference techniques and a 4-component model: a new UK reference child. *Am J Clin Nutr* 2012;96:1316-26. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.036970>
17. **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.
18. **Holick MF.** The D-lemma: To screen or not to screen for 25-hydroxyvitamin D concentrations. *Clinical Chemistry* 2010;56:729-31. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2009.139253>
19. **Lee SY, Gallager D.** Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:566. <https://doi.org/10.1097/MCO.0b013e32830b5f23>
20. **Heymsfield SB, Wang Z, Visser M, Gallagher D.** Techniques used in the measurement of body composition: An overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1996;64:478-84.
21. **Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB.** New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr* 2004;58:1479-84. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1601993>
22. **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;25:273-8. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801531>
23. **Guida B, Trio R, Nastasi A, et al.** Body composition and cardiovascular risk factors in pretransplant hemodialysis patients. *Clin Nutr* 2004;23:363-72. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2003.08.007>
24. **Thomasset A.** Bio-electrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med* 1962;207:107-18.
25. **Hoffer EC, Clifton KM, Simpson DC.** Correlation of wholebody impedance with total body volume. *J Appl Physiol* 1969;27:531-4.
26. **Nyboer J.** Electrical impedance plethysmograph, 2nd ed. Springfield, IL: CC Thomas; 1970.
27. **Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al.** Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004;23:1226-43. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.06.004>
28. **Barbosa-Silva MC, Barros AJ, Post CL, Waitzberg DL, Heymsfield SB.** Can bioelectrical impedance analysis identify malnutrition in preoperative nutrition assessment? *Nutrition* 2003;19:422-6. [https://doi.org/10.1016/S0899-9007\(02\)00932-2](https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00932-2)
29. **Schwenk A, Beisenherz A, Romer K, Kremer G, Salzberger B, Elia M.** Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000;72:496-501.
30. **Digant G, Christopher GL, Sadie LD, et al.** The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutr J* 2008;7:19. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-19>
31. **Kyle UG, Earthman CP, C Pichard, Coss-Bu JA.** Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr* 2015;69:1298-1305. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.86>
32. **Xiong KY, He H, Zhang YM, Ni GX.** Analyses of body composition charts among younger and older Chinese children and adolescents aged 5 to 18 years. *BMC Public Health* 2012;12:835. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-835>
33. **Liu A, Byrne NM, Ma G, Nasreddine L, Trinidad TP, Kijboonchoo K, et al.** Validation of bioelectrical impedance analysis for total body water assessment against the deuterium dilution technique in Asian children. *Eur J Clin Nutr* 2011;65:1321-7. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2011.122>
34. **Ellis KJ, Abrams SA, Wong WW.** Body composition reference data for a young multiethnic female population. *Appl Radiat Isot* 1998;49:587-8. [https://doi.org/10.1016/S0969-8043\(97\)00077-8](https://doi.org/10.1016/S0969-8043(97)00077-8)
35. **Wedin WK, Diaz-Gimenez L, Convit AJ.** Prediction of insulin resistance with anthropometric measures: lessons from a large adolescent population. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2012;5:219-25.
36. **Lee L-W, Liao Y-S, Lu H-K, Hsiao P-L, Chen Y-Y, Chi C-C, et al.** Validation of two portable bioelectrical impedance analyses for the assessment of body composition in school age children. *PLoS ONE* 2017;12:e0171568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171568>
37. **Zhu F, Schneditz D, Levin NW.** Sum of segmental bioimpedance analysis during ultrafiltration and hemodialysis reduces sensitivity to changes in body position. *Kidney Int* 1999;56:692-9. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.1999.00588.x>
38. **Pirlich M, Schutz T, Spachos T, et al.** Bioelectrical impedance analysis is a useful bedside technique to assess malnutrition in cirrhotic patients with and without ascites. *Hepatology* 2000;32:1208-15. <https://doi.org/10.1053/jhep.2000.20524>