

**HASTALIK RİSKİ, BESLENME VE HİDRASYON DURUMUNUN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GÜNCEL YAKLAŞIM:  
BİOELEKTRİK İMPEDANS VEKTÖR ANALİZİ  
CURRENT APPROACH IN THE EVALUATION OF NUTRITION, HYDRATION STATUS AND DISEASE RISK:  
BIOELECTRICAL IMPEDANCE VECTOR ANALYSIS**

Feride AYYILDIZ<sup>1</sup>, Eda KÖKSAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara

**ÖZ**

Vücut bileşiminin analizi, sağlık ve vücut fonksiyonlarının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Biyoelektrik impedans analizi vücut bileşiminin değerlendirilmesinde en sık kullanılan yöntemdir. Son yıllarda vücut bileşimindeki değişiklikler beslenmeyle ilişkili hastalık riskinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bu değerlendirme yöntemlerinden olan biyoelektrik impedans vektör analizi (BİVA) vücut bileşimi, hidrasyon durumu ve hastalık riskiyle ilişkili bilgi vermektedir. BİVA yönteminde vektörün uzunluğu ve yönüne göre değerlendirme yapılmaktadır. Vektördeki değişimlere göre vücut bileşimi, hastalık riski ve hidrasyon durumu değerlendirilir. Aynı şekilde faz açısındaki artış ve azalışlara göre de vücut bileşimi, hidrasyon durumu ve hastalık riski değerlendirilir. Bu derlemede güncel bir yaklaşım olan BİVA yöntemi anlatılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Beslenme; hidrasyon durumu; hastalık riski; biyoelektrik impedans vektör analizi

**GİRİŞ**

İlerleyen yaş; protein enerji malnütrisyonu, sarkopeni, obezite, metabolik ve kardiyovasküler hastalıklar, Alzheimer hastalığı gibi geriatrik sendromların patogenezinde rol oynamaktadır (1). Özellikle bu hastalıklar için koruyucu stratejilerin belirlenmesi, beslenme durumuyla ilişkili hastalıkların tedavisinde vücut bileşimindeki değişikliklerin değerlendirilmesi önemlidir. Vücut bileşiminin değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Kullanılan bu yöntemlerin sınırlı, olumlu ve olumsuz yönleri bulunmaktadır. Tomografi yöntemiyle hesaplanan dansitometre, magnetik rezonans görüntüleme teknikleri ve DEXA (Dual Enerji X-Işını Absorbsiyometri) kompleks, pahalı ve pratikte kullanımı zor olan yöntemler olmasından kaynaklı olarak kullanımı sınırlıyken (2), biyoelektrik impedans analiz (BİA) yöntemi hızlı, pratik, ucuz ve rutin kullanıma uygun bir yöntemdir (3, 4). Sıvı dengesizliği ve/veya vücut şeklinde herhangi bir anormalliği olmayan beden kütle indeksi (BKİ) değeri 16-34 kg/m<sup>2</sup> arasında değişen sağlıklı bireylerde BİA ölçümü güvenilirdir. BİA

**ABSTRACT**

The analysis of body composition is used to evaluation of health and body function. Bioelectrical impedance analysis is the most commonly used method for assessing body composition. In recent years changes in body composition is used to assess the risk of nutrition-related diseases. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA), which is the one of these method provides information about body composition, hydration status and disease risk. In this method, the evaluation is performed according to the length and direction of the vector. Body composition, hydration status and disease risk are assessed according to changes in vector. In addition, body composition, hydration status and the risk of nutrition related diseases is determined with respect to the increase/decrease in phase angle, also. In this review BIVA method, which is a current approach, has been explained.

**Keywords:** Nutrition; hydration status; disease risk; bioelectrical impedance vector analysis

yöntemi güvenilir olmasına rağmen bu yöntemde farklı cihazların kullanımı ve bu cihazların üretiminde uluslararası standartların olmayışı bu yöntemin sınırlılıkları arasında yer almaktadır (4).

Vücut bileşiminin analizinde en sık kullanılan yöntemlerden olan BİA'nın değerlendirilmesinde farklı kavramlar karşımıza çıkmaktadır. Bu kavramlar vücut bileşimi değerlendirilmesinde önemlidir. BİA vücuttan geçen elektrik akımıyla elektrik impedansının (Z) değerlendirilmesidir. İmpedans ise rezistans (R) ve reaktans (Xc) değerlerinin vektörel toplamıdır. Rezistans toplam vücut suyunun ölçümü iken reaktans vücut hücre membranlarının oluşturduğu dirençtir (5). Rezistans dokunun su ve elektrolit içeriğiyle ters ilişkilidir. Reaktans ise hücre fonksiyonu, bileşimi ve bütünlüğüne göre değişir (6).

Vücut bileşiminin saptanmasında indirek bir ölçüm olan BİA'da vücut bileşimi; rezistans, reaktans, yaş, cinsiyet

**Corresponding Author:** Arş. Gör. Feride AYYILDIZ  
Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Emniyet Mah. Muammer Yaşar Bostancı Cad. No:16 Beşevler /ANKARA  
Tel: 0 312 216 50 17  
e-posta: feridecelebi\_dyt@hotmail.com

Makale Geliş Tarihi : 23.05.2016  
Makale Kabul Tarihi: 20.10.2016

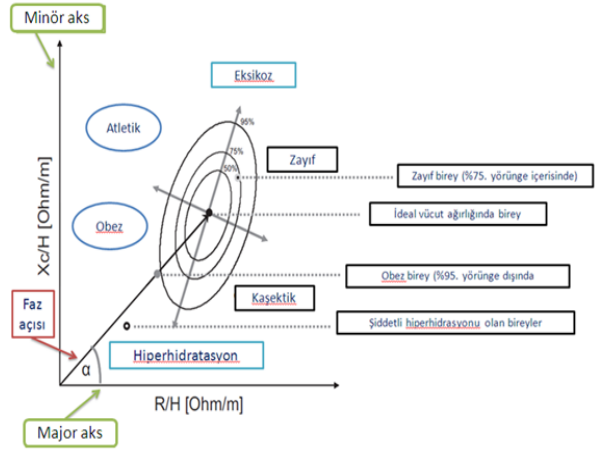
ve değişik antropometrik parametreler kullanılarak farklı denklemlerle belirlenir. Doku impedans ve reaktansın değerlendirilmesiyle elde edilen değerler çeşitli denklemlerle hesaplanarak vücut bileşimi için tahmini değerler verir. Ancak bu eşitlikler bireylerin patolojik ve hidrasyon durumuna göre hatalara neden olabilir (7). Bu hatalara rağmen BİA ölçümünün DEXA yöntemiyle yüksek korelasyon gösterdiği ve vücut bileşimi değerlendirilmesinde güvenilir olduğu gösterilmiştir (8).

Ancak BİA yönteminin; hidrasyon durumu, ekstra ve intra sellüler sıvı dağılımı bozulan, karaciğer sirozu, böbrek yetmezliği, kardiyak yetmezlik ve morbid obez hastalarda kullanımı güvenilir olmayabilir (9,10). Bu gibi durumlarda BİA yerine biyoelektrik impedans vektör analizi (BİVA) yöntemi alternatif olarak kullanılabilir bir yöntemdir.

### BİVA yöntemi

BİVA ilk olarak Piccoli ve ark. (11) tarafından bulunmuştur. BİVA impedans ölçümlerinin (rezistans ve reaktans) analizi sonucu koordinat sistemde vektör olarak çizilmesiyle gösterilen bir modeldir (12). BİVA biyoelektrik değerlerin analizini (resistans (R) ve reaktans (Xc)) temel alan R/boy uzunluğu ve Xc/boy uzunluğu oranlarıyla değerlendirilen bir yöntem olup vektörlerin yeri, yönü ve uzunluğuna göre analiz edilmektedir (11). Yaş, BKİ ve cinsiyete göre düzenlenerek koordinat sistemde çizilen vektörler referans değerlere veya popülasyonların gruplara ayrılmasıyla bireyin vücut hücre dokusu (beslenme durumu) ve hidrasyon durumu (normal- hipot- hiper-) hakkında bilgi vermektedir (13). Bu yöntemde bireyler direnç-reaktans (RXc) grafiğinde elips şekli üzerinde analiz edilmektedir. BİVA vektörü %50, %75 ve %95. yörünge ve vektörün pozisyonuna göre değerlendirilmektedir. Sağlıklı bireyler genel olarak %75. yörünge içinde yer almaktadır. Doksan beşinci yörünge dışında olanlar anormal durumu tanımlamaktadır. Bu yöntemle vektörün yer aldığı eliptik bölgeye, yönüne, uzunluğuna ve faz açısına bağlı olarak vücut bileşiminin, beslenme durumunun ve hidrasyon durumunun değerlendirilmesi yapılmaktadır (12, 14). Ayrıca bioelektrik impedans vektörleri ile hastalığa özgü referans değerler analiz edilerek sağlık durumuyla ilişkili değerlendirmeler yapılabilmektedir (14).

Beslenme ve hidrasyon durumu RXc grafiğiyle yorumlanabilmektedir. Elipsin major aks boyunca bioelektrik vektördeki değişiklikleri dokudaki hidrasyon durumunu göstermektedir. Major aks boyunca vektörün uç noktalara doğru gitmesi dehidrasyon olarak tanımlanırken, uç noktalardan uzaklaşması sıvı artışı (overhidrasyon) olarak tanımlanmaktadır. Minör aks boyunca oluşan değişiklikler ise yumuşak dokulardaki hücre dokusu (beslenme durumu) içeriğindeki farklılıkları göstermektedir. Elipslerin sol tarafı üzerinde atletik ve obez bireyler benzer fazlarla karakterizedir (1). Ancak atletik bireylerin vektör uzunlukları obez olan bireylere göre daha uzundur. Sağ tarafta gösterilen kaşektik ve zayıf bireyler ise yine benzer fazla gösterilmekle beraber, vektör uzunlukları kaşektik olanlarda zayıf olanlara göre daha kısadır (Şekil I) (4).



Şekil 1. Vektörel impedansın değerlendirilmesi (4)

BİVA değerlendirilmesinde yumuşak dokudaki hücre miktarının değerlendirilmesinde faz açısı kullanılmaktadır. Malnütrisyon, kaşektik ve anorektik bireylerde daha dar faz açısı görülürken, hem obez hem de atletik bireylerde daha geniş faz açısı olduğu görülmektedir (15). Özetle hidrasyon durumundaki değişiklikler major aks boyunca vektör uzunluğundaki değişikliklere göre değerlendirilirken, beslenme durumu minör aks boyunca fazdaki değişimlere göre değerlendirilmektedir.

Günümüzde hidrasyon durumunun değerlendirilmesinde kullanılacak yöntem sayısı sınırlıdır. BİVA değerlendirmesi hidrasyon durumunda kullanılacak etkili bir metottur. Hastalarda aşırı sıvı yüklemesinin mortaliteyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (16). Özellikle hemodiyaliz ve periton diyalizi hastalarında artan aşırı sıvı birikimi kalp hastalıkları riskindeki ve mortalitedeki artışla ilişkilendirilmektedir (17). Pillon ve ark. (18), yetersiz ultrafiltrasyon ölçümünün daha kısa vektör uzunluğuyla gösterildiğini saptamış ve artan mortalite ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ancak rölatif riskteki bu artış yaş, cinsiyet, ırk, diyabet, hemodiyaliz süresi, albumin, kreatinin, hemoglobin, ferritin ve faz açısından bağımsızdır (18).

Hidrasyon durumunun önemli olduğu böbrek hastalarında bunun belirlenmesi için kullanılan BİVA etkili bir yöntemdir (19). Hemodiyaliz hastalarında da sıvı dengesinin RXc grafiğinden izlenebildiği gösterilmiştir (10). Aynı zamanda aşırı sıvı birikimi kalp yetmezliği olan hastalarda mortalite nedeni arasında gösterilmektedir. Bununla beraber BİVA'dan elde edilen toplam vücut suyu verisi yoğun bakım hastalarında santral venöz basıncıyla ilişkili bulunmuştur (20). Amerikan Kalp Derneği rehberinde, akut kalp yetmezliği olan bireylerde taburcu olmadan normal hidrasyonun sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır (22).

BİVA yöntemi hidrasyon durumunun değerlendirilmesinin yanı sıra hastalık durumu ve şiddetinin değerlendirilmesinde kullanılan bir metottur. Vektörün pozisyonu, yönü ve uzunluğuna bağlı hastalıklara ilişkin değerlendirme yapılmaktadır. Sağlıklı yetişkinlerde ilerleyen yaş (özellikle 80 yaş sonrası) ile ilişkili yumuşak dokudaki azalma impedans vektörleriyle gösterilmektedir. Her iki cinsiyette de Xc/boy uzunluğu ve faz açısında azalma görülmektedir (22). Alzheimer hastalarındaki ortalama vektörün pozisyonu daha düşük, yumuşak doku varlığı-

na bağlı olarak, kontrol grubuna göre farklılık göstermektedir. İleri düzeyde Alzheimerlı kadın hastalarda hafif ve orta düzeydeki hastalara göre doku kütlesi ve dehidrasyonun az olduğu görülmektedir (23). İleri düzeyde kalp yetmezliği olan bireylerde hafif düzeyde olanlara göre vektörün boyu anlamlı olarak daha kısadır. Yumuşak doku hidrasyonundaki artış artan hastalık şiddetiyle de ilişkilidir (24). Benign gastrointestinal sistem kanseri olan hastalarda ortalama vektörün yer değişimi; hem iyi beslenmiş, hem de orta düzey malnütrisyonlu olanlara göre daha anlamlıdır (25). Yüksek BKİ'den (<30 kg/m<sup>2</sup>) düşük BKİ'ye (<18.5 kg/m<sup>2</sup>) gittikçe vektör zıt tarafa geçmektedir (4). Anlamlı vektörün yer değiştirmesi artan hastalık şiddetiyle ilişkilendirilmektedir (24). Özellikle bu hastalıklar obezite (26), hastalıklarla ilişkili malnütrisyon, diyalize bağlı böbrek hastaları (10, 16), karaciğer sirozu ve yoğun bakım hastalarıdır (20). Referans değerlerinin BİVA da değerlendirilmesi daha olasıdır. Bireysel vektörler referans değerini %50, %75, %95 güven aralığı ve vektörün yeri göz önüne alınarak yorumlanabilir (27). BİVA analizinin vücut bileşimi değerlendirilmesinde daha iyi olduğu gösterilmektedir (4). Baş boyun kanserli hastalarda ameliyat öncesi vektörün referans vektöre göre yer değişiminin izlenmesinin, operasyon sonrasında malnütrisyon nedeniyle çıkabilecek komplikasyonların azaltılmasında faydalı olacağı bildirilmiştir (28). BİVA değerlendirmesi içinde yer alan vektör değerlendirmesinin yanı sıra faz açısı da değerlendirilerek, vücut bileşimi ve hastalık durumuyla ilişkilendirilmektedir. Genel olarak yapılan çalışmalarda BKİ faz açısıyla pozitif ilişkili, vektör uzunluğuyla ise negatif ilişkili bulunmuştur. BİVA değerlendirmesine göre BKİ değerine göre obez sınıflamasında yer alan bireylerin elips şeklinin sol kadranı (çeyrek çember) daha basıktır, vektör uzunluğu daha kısadır ve faz açısı daha büyüktür (11). Bu durum obez ve tip 2 diyabetli bireylerde de benzerdir (29).

### Faz açısının değerlendirilmesi

Son dönemde popüler olan ve bozulan klinik durum ve çeşitli hastalıkların mortalitesinin yüksek oranda tahminini sağlayan impedans parametresi faz açısıdır. Rezistansın reaktansa bölümünün arktanjanı ( $\arctan(R/Xc) * 180/n$ ) ile faz açısı (FA) denilen BİA indeksi elde edilir (30, 32). Faz açısının değerlendirilmesinde yaş, cinsiyet ve BKİ'nin önemli rol oynadığı bildirilmiştir (32-34). Faz açısı hücre sel sağlık durumunu göstermektedir. Düşük faz açısı patolojik membran durumu ve fonksiyonunu göstermektedir (35). Genel olarak sağlıklı bireylerde faz açısının 5-7° arasında olduğu gösterilmiştir (32). Ancak bu değer atletlerde 9.5°'ye ulaşabilmektedir (36). Faz açısı direkt olarak reaktansı etkileyen hücre membranıyla (miktar ve fonksiyon) ilişkilidir. Daha yüksek BKİ'ye sahip olanlarda daha fazla hücre dokusu (yağ ve kas) olacağı için BKİ değeri yüksek olan bireylerde faz açısı değerinin de yüksek olması şaşırtıcı değildir (34). Artan yaş ve kas kaybıyla ilişkili olarak reaktanstaki azalma, artan yağ dokusu ve vücut suyunda azalma ile sonuçlanmakta ve faz açısı azalmaktadır. Yüksek faz açısı değerleri daha yüksek hücre sel membran bütünlüğü ve daha iyi hücre fonksiyonunun bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Erkeklerin faz açısı, daha fazla kas dokusuna sahip oldukları için daha

yüksektir. Vücutta artan kas ve yağ hücre sayısı, yani artan BKİ değeriyle faz açısı da artmaktadır. Ancak bu ilişki BKİ değeri <30 kg/m<sup>2</sup> olan bireylerde gözlemlenirken, BKİ >40 kg/m<sup>2</sup> olan obez bireylerde ise ters ilişki gözlemlenmektedir (32). Aynı zamanda faz açısı değerinde ekstrasellüler/intrasellüler vücut suyu oranı ile fiziksel aktivite durumu da rol oynamaktadır. Özetle kas oranı arttıkça, faz açısı da artmaktadır.

Demans tanısı alan bireylerin faz açısının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca rezistans ve rezistans/boy oranının demans tanısı alanlarda kontrol grubuna göre sırasıyla %21.2 ve %20.4 daha düşük olduğu görülmüştür (15). Alzheimer hastalarında ise; bireyler daha düşük faz, yüksek impedans ve zayıf bireylerde olduğu gibi RXc grafiğinin üst sağ kadranında yer almaktadırlar. Bu bireyler yaşla eşleştirilmiş kontrol gruplarıyla karşılaştırıldığında; BKİ değerleri benzer olmasına rağmen, grafikteki yerlerinin zayıf bireylerin olduğu bölümde olduğu görülmüştür. Bu durumun yağ dokusu miktarındaki farklılıktan kaynaklanabileceği öngörülmektedir (37).

Faz açısı, sağlıklı bireylere göre enfeksiyon, inflamasyon ve bir çok hastalıkta normalden daha düşüktür. Kalp hastalıkları, böbrek yetmezliği, tüberküloz, HIV, malnütrisyon, kanser gibi hastalıklar bu duruma örnek verilebilir (4). Çalışmalara göre değerler farklılık gösterse de, Norman ve ark. (4) tarafından belirlenen genel olarak bazı hastalıklara ait faz açısı kesişim değerleri Tablo I'de verilmiştir. Bu kesişim değerlerinin altındaki değerler hastalık riskini artırmaktadır. Tabloda I'de görülebileceği gibi bu hastalıklar genel olarak malnütrisyon durumuyla ilişkili hastalıklardır. Buna bağlı olarak malnütrisyonun değerlendirilmesinde kullanılan tarama testleri (Mini Nutrisyonel Değerlendirme -MNA, Subjektif Global Değerlendirme -SGD) ve biyokimyasal parametreler (albümin, total serum proteini, kreatinin, kan üre azotu ( BUN)) ile faz açısının ilişkili olduğunu gösteren çalışmalar da literatürde mevcuttur (4,25,41,42).

**Tablo I.** Bazı hastalıklara ait faz açısı kesişim değerleri

Hastalık	Kesişim değeri
HIV	5.3°-5.6°
Akciğer kanseri	4.5°
Kolorektal kanser	5.57°
Pankreas kanseri	5.08°
Meme kanseri	5.6°
Hemodiyaliz	3.0°-6.0°
Periton diyalizi	6.0
Karaciğer sirozu	5.4
Amyotrophic lateral skleroz	2.5
Geriatrik hastalar	3.5
Sistemik skleroz	3.9

### Faz Açısı ve Beslenme Durumunun Saptanması

Faz açısı beslenme durumunun değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Hidrasyon durumu gibi yumuşak dokunun miktar ve kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılabilen bir göstergedir. Faz açısıyla değerlendirilen intrasellüler/ekstrasellüler sıvı oranı ve artan ekstrasellüler sıvı/hücre dokusu oranı malnütrisyona ilişkili hastalıklarda gösterge olarak kullanılmaktadır (38). Aslında malnütrisyona ilişkili hastalıklarda doku özelliklerinin değişmesine bağlı olarak, BİA ölçümüyle elektrik akımının değişmesi sürpriz değildir (25). Norman ve ark. (39) kanserli hastalarda (n:399) faz açısının referans değerinin ( $<3.5^\circ$ ) altında olmasının beslenme ve fonksiyonel durumda bozulmayla, yaşam kalitesinde azalma ve mortalitede artışla ilişkilendirmiştir.

Faz açısıyla beslenme durumunun ilişkisi birçok çalışma da gösterilmiştir. Yapılan çalışmalarda faz açısıyla malnütrisyon tarama testlerinden olan SGA (25, 34, 40) ve MNA (41) arasında negatif korelasyon olduğu gösterilmiştir. Yani malnütrisyon ilerleyişi arttıkça, faz açısı da azalmaktadır. Bunun yanı sıra faz açısı böbrek hastalarında beslenme durumunun değerlendirilmesinde kullanılan biyokimyasal bulgular (albümin, total serum proteini, kreatinin ve BUN (42), kas dokusu ve toplam vücut proteini ile (40) korelasyon göstermektedir. Uygun beslenme ve malnütrisyon tedavisiyle faz açısının arttığı gösterilmiştir (43,44). Bu bulguların aksine faz açısı beslenme durumuyla ilişkilendirilse de, hastalıkla ilişkili malnütrisyon durumunun değerlendirilmesinde iyi bir indikatör olmayacağı da literatürde yer almaktadır. Gupta ve ark. (45), ilerleyen kolorektal kanserli hastaların SGD puanlarıyla kıyasladıklarında faz açıları için orta düzey duyarlılıkta farklı kesişim noktaları olduğunu göstermişlerdir. Bundan dolayı hastalıkla ilişkili malnütrisyon durumunun değerlendirilmesinde geçerliliği ve güvenilirliği olan kesişim noktalarının tanımlanması gerekmektedir. Bu tanımlamalar için referans veri tabanlarının (sağlıklı bireylerde yaş, cinsiyet ve BKİ sınıflama persentilleri gibi (32) persentil değerlerinin kullanılabilceği yaklaşımlardan biridir (34, 46).

Faz açısının toplam vücut proteini, kas dokusu ve el kavrama gücüyle ilişkili olduğu da gösterilmiştir (39). Dittmar ve ark. (33) 60-90 yaş bireylerde fiziksel aktivite düzeyi arttıkça, faz açısı değerinin de anlamlı olarak arttığını belirlemişlerdir. Yine aynı şekilde hemodiyaliz hastalarında günlük adım sayısındaki artışla faz açısı değerinin anlamlı olarak korelasyon gösterdiği gözlemlenmiştir (47). Kolorektal kanser hastalarında ise artan faz açısının fiziksel fonksiyonlardaki artışla ilişkili olduğu gösterilmiştir. Gelişen vücut fonksiyonları ise şüphesiz ki artan yaşam kalitesiyle ilişkilidir (45). Bir çalışmada kanser hastalarında standart faz açısının malnütrisyon ve bozulan fonksiyonel durum için önemli bir belirleyici olduğu, aynı zamanda altı aylık sağkalım süresinin malnütrisyon ve hastalık şiddetine göre daha iyi bir gösterge olduğu gösterilmiştir (39).

Birçok çalışma değerlendirildiğinde; hastalık şiddetine bağlı olarak hasta bireylerin sağlıklı bireylere göre daha düşük faz açısına sahip oldukları saptanmıştır (47-50). Bu durum bozulan prognoz (mortalite, hastalığın ilerleyişi, postoperatif komplikasyonlar, hastanede kalma süresi) ve birçok hastalığın (pankreas, kolorektal,

meme ve akciğer kanseri, HIV, siroz, böbrek yetmezliği, sepsis gibi) tahmin edilmesine olanak sağlayabilmektedir (4).

Bazı toplumlar için yaş, cinsiyet, BKİ değerlerine göre sağlıklı bireylerde referans faz açısı değerleri belirlenmiştir. (32, 34). Ancak literatürde sağlıklı ve hasta bireyler için referans bir faz açısı değeri olmadığından, birçok çalışmada değerlendirme çalışmanın kendi örneklem grupları içerisinde yapılmıştır.

### BİA ve Faz Açısının Karşılaştırılması

BİA değerlendirilmesi hidrasyon ve hücre dokusunun anlaşılmasında, tek başına faz açısına göre daha detaylıdır. Çünkü faz açısı reaktans ve rezistansı içeren bir hesaplama değildir. Faz açısında vektörün farklı yönlerde oluşunun bir önemi yoktur. Farklı yönlerde dahi olsa da faz açısı aynı olan vektörler bulunmaktadır. Obez (yüksek faz açısı, kısa vektör) ve atletik (yüksek faz açısı ve uzun vektör) bireylerde, aynı zamanda kaşektik (düşük faz açısı ve uzun vektör) ve zayıf (normal faz açısı ve uzun vektör) bireylerdeki farklılık için BİA kullanılabilir. Bu bakımdan hidrasyon ve hücre dokusundaki değişikliklerin izlenmesinde BİA faz açısından daha güvenilir olarak kabul edilmektedir (4).

Sonuç olarak; BİA ve faz açısı değerlendirilmesinde literatürde farklılıklar olmakla birlikte, özellikle faz açısı hastalığın ortaya çıkışı ve bireylerin yaşam süreleriyle ilişkisini açısından iyi bir göstergedir. Ayrıca BİA'nın hidrasyon durumu ve hücre doku bütünlüğünün değerlendirilmesinde ve izlenmesinde detaylı bilgi verdiği ve önemli bir araç olduğu unutulmamalıdır.

### SONUÇLAR

- İmpedans vektör uzunluğu ile BKİ arasında negatif ilişki bulunmaktadır. Obez bireylerin vektör uzunluğu zayıf bireylere göre daha kısa olup eliptik şeklinin aşağı sol kadranı daha dardır. Ancak BKİ değerinin vücut kas ve yağ dokusu miktarına karşı duyarlı olmadığı unutulmamalıdır.
- Ohm kanunlarına göre obez bireylerde enlemesine boyutun fazla olması elektrik akımının akışına karşı direnci azaltabilmektedir. Yağ dokusunun iletkenliği kas dokusuna göre daha düşüktür. Buna göre atletik bireylerin obez bireylere göre impedans vektörü daha uzundur.
- BIA ve BİA arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda tutarlılık gözükmemektedir. Özellikle hastalığı olan bireylerde bu durum daha belirgindir. Genel olarak, hasta bireylerde BİA'nın kullanımının BİA'ya göre daha iyi olduğu belirtilmektedir.
- BKİ değeri yüksek olan bireyler (obez, atletler gibi) daha büyük faz açısına sahip iken, kaşektik, anorektik ve sarkopenik bireylerde faz açısı daralmaktadır.
- Ayrıca faz açısı indirekt belirteçlerden olan kas dokusu ve fonksiyonundan (el kavrama gücünde de) etkilenebilmektedir.
- Faz açısının değerlendirilmesinde farklılıklar olduğu görülmektedir. Daha geniş örneklem



gruplarıyla yapılacak çalışmalar referans değerlerin elde edilmesi ve hastalığa özgü kesişim noktalarının değerlendirilmesi açısından önemlidir.

#### KAYNAKLAR

1. Buffa R, Mereu E, Comandini O, Ibanez M, Marini E. Bioelectrical impedance vector analysis (BIVA) for the assessment of two-compartment body composition. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68:1234-1240.
2. Woodrow G. Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009;12:8-14.
3. Buchholz AC, McGillivray CF, Pencharz PB. The use of bioelectric impedance analysis to measure fluid compartments in subjects with chronic paraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:854-861.
4. Norman K, Stobäus N, Pirlich M, Bösby-Westphal A. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr* 2012;31:854-861.
5. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis—part I: review of principles and methods. *Clin Nutr* 2004;23:1226-1243.
6. Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectric impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1988;48:16-23.
7. Ward L, Müller M. Bioelectrical impedance analysis. *Eur J Clin Nutr* 2013;67:1.
8. Miyatake N, Tanakai A, Eguchi M, et al. Reference data of multi frequencies bioelectric impedance method in Japanese. *Anti-Aging Medicine* 2009;6:10-14.
9. Coppini LZ, Waitzberg DL, Campos ACL. Limitations and validation of bioelectrical impedance analysis in morbidly obese patients. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2005;8:329-332.
10. Piccoli A. Identification of operational clues to dry weight prescription in hemodialysis using bioimpedance vector analysis. *Kidney Int* 1998;53:1036-1043.
11. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. A new method for monitoring body fluid variation by bioimpedance analysis: The RXc graph. *Kidney Int* 1994;46:534-539.
12. Bösby-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP, Piccoli A, Müller MJ. Patterns of bioelectrical impedance vector distribution by body mass index and age: implications for body-composition analysis. *Am J Clin Nutr* 2005;82:60-68.
13. Lee SY, Gallagher D. Assessment methods in human body composition. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11:566-572.
14. Piccoli A. Bioelectric impedance vector distribution in peritoneal dialysis patients with different hydration status. *Kidney Int* 2004;65:1050-1063.
15. Martín MAC, Silleras BD, Selva LN, et al. Bioimpedance vector analysis and conventional bioimpedance to assess body composition in older adults with dementia. *Nutrition* 2015;31:155-159.
16. Nescolarde L, Piccoli A, Roman A, et al. Bioelectrical impedance vector analysis in haemodialysis patients: relation between oedema and mortality. *Physiol Meas* 2004;25:1271-1280.
17. Núñez J, Mascarell B, Stubbe H, et al. Bioelectrical impedance vector analysis and clinical outcomes in patients with acute heart failure. *J Cardiovasc Med (Hagerstown, Md)* 2016;17:283-290.
18. Pillon L, Piccoli A, Lowrie EG, Lazarus JM, Chertow GM. Vector length as a proxy for the adequacy of ultrafiltration in hemodialysis. *Kidney Int* 2004;66:1266-1271.
19. Piccoli A, Rossi B, Pillon L, Bucciante G. Body fluid overload and bioelectrical impedance analysis in renal patients. *Miner Electrol Metab* 1995;22:76-78.
20. Piccoli A, Pittoni G, Facco E, Favaro E, Pillon L. Relationship between central venous pressure and bioimpedance vector analysis in critically ill patients. *Crit Care Med* 2000;28:132-137.
21. Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, et al. ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol* 2013;62:147-239.
22. Buffa R, Floris G, Marini E. Migration of the bioelectrical impedance vector in healthy elderly subjects. *Nutrition* 2003;19:917-921.
23. Buffa R, Mereu R, Putzu P, Floris G, Marini E. Bioelectrical impedance vector analysis detects low body cell mass and dehydration in patients with Alzheimer's disease. *J Nutr Health Aging* 2010;14:823-827.
24. Martínez LC, Ramírez EC, Tejada AO, et al. Bioelectrical impedance and strength measurements in patients with heart failure: comparison with functional class. *Nutrition* 2007;23:412-418.
25. Norman K, Smoliner C, Kilbert A, et al. Disease-related malnutrition but not underweight by BMI is reflected by disturbed electric tissue properties in the bioelectrical impedance vector analysis. *Br J Nutr* 2008;100:590-595.
26. Guida B, De Nicola L, Pecoraro P, et al. Abnormalities of bioimpedance measures in overweight and obese hemodialyzed patients. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:265-272.
27. Piccoli A, Fanos V, Peruzzi L, et al. Reference values of the bioelectrical impedance vector in neonates in the first week after birth. *Nutrition* 2002;18:383-387.
28. Malecka-Massalska T, Chara K, Smolen A, et al. Bioimpedance vector pattern in women with breast cancer detected by bioelectric impedance vector analysis. Preliminary observations. *Ann Agric Environ Med* 2012;19:697-700.
29. Buffa R, Saragat B, Succa V, et al. Elderly subjects with type 2 diabetes show altered tissue electrical properties. *Nutrition* 2013;29:132-137.
30. Mattar J. Application of total body bioimpedance to the critically ill patient. *Brazilian group for bioimpedance study. New Horiz.* 1996;4(4):493-503.
31. Wilhelm-Leen ER, Hall YN, Horwitz RI, Chertow GM.

- Phase angle, frailty and mortality in older adults. *J Gen Intern Med* 2014;29:147-154.
32. Bosity-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer R-P, et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2006;30:309-316.
  33. 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.
  34. Barbosa-Silva MCG, Barros AJ, Wang J, Heymsfield SB, Pierson RN. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *Am J Clin Nutr* 2005;82:49-52.
  35. Zhang G, Huo X, Wu C, Zhang C, Duan Z. A bioelectrical impedance phase angle measuring system for assessment of nutritional status. *Biomed Mater Eng* 2014;24:3657-3664.
  36. Torres AG, Oliveira KJF, Oliveira-Junior AV, Gonçalves MC, Koury JC. Biological determinants of phase angle among Brazilian elite athletes. *Proc Nutr Soc* 2008;67:332.
  37. Saragat B, Buffa R, Mereu E, et al. Nutritional and psycho-functional status in elderly patients with Alzheimer's disease. *J Nutr Health Aging* 2012;16:231-236.
  38. Shizgal H. The effect of malnutrition on body composition. *Surg Gynecol Obstet* 1981;152:22-26.
  39. Norman K, Stobäus N, Zocher D, et al. Cutoff percentiles of bioelectrical phase angle predict functionality, quality of life, and mortality in patients with cancer. *Am J Clin Nutr* 2010;92:612-619.
  40. Oliveira CM, Kubrusly M, Mota RS, et al. The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *J Ren Nutr* 2010;20:314-320.
  41. Buffa R, Floris G, Marini E. Assessment of nutritional status in free-living elderly individuals by bioelectrical impedance vector analysis. *Nutrition* 2009;25:3-5.
  42. Fein PA, Gundumalla G, Jordan A, et al. Usefulness of bioelectrical impedance analysis in monitoring nutrition status and survival of peritoneal dialysis patients. *Adv Perit Dial* 2002;18:195-199.
  43. Mika C, Herpertz-Dahlmann B, Heer M, Holtkamp K. Improvement of nutritional status as assessed by multifrequency BIA during 15 weeks of refeeding in adolescent girls with anorexia nervosa. *J Nutr* 2004;134:3026-3030.
  44. Norman K, Kirchner H, Freudenreich M, et al. Three month intervention with protein and energy rich supplements improve muscle function and quality of life in malnourished patients with non-neoplastic gastrointestinal disease—a randomized controlled trial. *Clin Nutr* 2008;27:48-56.
  45. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL, et al. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutr J* 2008;7:7-19.
  46. Piccoli A, Pillon L, Dumler F. Impedance vector distribution by sex, race, body mass index, and age in the United States: standard reference intervals as bivariate Z scores. *Nutrition* 2002;18:153-167.
  47. Zamojska S, Szklarek M, Niewodniczy M, Nowicki M. Correlates of habitual physical activity in chronic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2006;21:1323-1327.
  48. Gunn SM, Halbert JA, Giles LC, et al. Bioelectrical phase angle values in a clinical sample of ambulatory rehabilitation patients. *Dyn Med* 2008;7:14.
  49. Demirci MS, Demirci C, Ozdogan O, et al. Relations between malnutrition–inflammation–atherosclerosis and volume status. The usefulness of bioimpedance analysis in peritoneal dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26:1708-1716.
  50. Doesch C, Suselbeck T, Leweling H, et al. Bioimpedance analysis parameters and epicardial adipose tissue assessed by cardiac magnetic resonance imaging in patients with heart failure. *Obesity* 2010;18:2326-2332.