



A New Method for Evaluating Nutritional Status in Hemodialysis Patients: Phase Angle

Sema Çalpakkorur^{1,a}, Elif İradeli^{2,b,*}

¹Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

²Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, Kayseri, Türkiye

*Corresponding author

Review

History

Received: 28/06/2022

Accepted: 21/01/2023

ABSTRACT

Chronic kidney disease is a public health problem with an increasing prevalence in our country and in the world. Individuals with end-stage chronic kidney disease receive dialysis or renal transplantation therapy to maintain their lives. Hemodialysis is the most preferred option among renal replacement therapies. Despite advances in hemodialysis therapy, malnutrition is a common condition in this patient group. Malnutrition in hemodialysis patients is associated with increased morbidity and mortality. Detection of malnutrition is essential for improving clinical outcomes in hemodialysis patients. There is no gold standard method for determining nutritional status. Many different methods are used in the assessment of nutrition in patients with end-stage chronic renal failure. Bioelectrical impedance analysis, which is used in the assessment of body composition, is one of these methods. The phase angle value determined by bioelectrical impedance analysis is an indicator of cell membrane damage and body cell mass. The phase angle is an objective value used to evaluate nutritional status. The phase angle is seen as a useful parameter for assessing nutritional status in hemodialysis patients. This review, it is aimed to explain the phase angle measured with a bioelectrical impedance analyzer and to evaluate the relationship of the phase angle with nutritional status in patients receiving hemodialysis treatment.

Keywords: Hemodialysis, Nutrition, Phase angle

Hemodiyaliz Hastalarında Beslenme Durumunun Değerlendirilmesinde Yeni Bir Yöntem: Faz Açısı

Süreç

Geliş: 28/06/2022

Kabul: 21/01/2023

Öz

Kronik böbrek hastalığı ülkemizde ve dünyada prevalansı giderek artan bir halk sağlığı problemidir. Son dönem böbrek yetmezliğine sahip bireyler yaşamlarını devam ettirebilmek için diyaliz veya renal transplantasyon tedavisi almaktadır. Hemodiyaliz, renal replasman tedavileri arasında en fazla tercih edilen seçenektir. Hemodiyaliz tedavisindeki gelişmelere rağmen malnütrisyon bu hasta grubunda görülen yaygın bir durumdur. Hemodiyaliz hastalarında malnütrisyon artmış morbidite ve mortalite ile ilişkilidir. Malnütrisyonun saptanması hemodiyaliz hastalarında klinik sonuçların iyileştirilmesi için gereklidir. Beslenme durumunun belirlenmesinde altın standart bir yöntem bulunmamaktadır. Son dönem böbrek yetmezliği yaşayan hastalarda beslenmenin değerlendirilmesinde birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan biyoelektrik impedans analizi bu yöntemlerden bir tanesidir. Biyoelektrik impedans analizi ile belirlenen faz açısı değeri, hücre membran hasarının ve vücut hücre kütlelerinin bir göstergesidir. Faz açısı beslenme durumunun değerlendirilmesi için kullanılan objektif bir değerdir. Faz açısı, hemodiyaliz hastalarında beslenme durumunu saptanması için yararlı bir parametre olarak görülmektedir. Bu derleme ile biyoelektrik impedans analiz cihazıyla ölçülen faz açısını açıklamak, hemodiyaliz tedavisi alan hastalarda faz açısının beslenme durumuyla olan ilişkisini değerlendirmek amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beslenme, Faz açısı, Hemodiyaliz

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

^a dyt_sema@hotmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-2540-1957>

^b dyt.iradeli.elif@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0001-7554-6225>

How to Cite: Çalpakkorur S, İradeli E (2023) A New Method for Evaluating Nutritional Status in Hemodialysis Patients: Phase Angle, Journal of Health Sciences Institute, 8(1): 58-64

Giriş

Kronik böbrek hastalığı (KBH) 'azalmış glomerüler filtrasyon hızı, artmış idrar albümin atımı veya bu iki durumun birlikte görülmesi' olarak tanımlanan önemli bir halk sağlığı sorunudur (Jha ve ark., 2013). KBH'nin oluşumunda klinik, sosyodemografik ve genetik birçok parametre rol oynamaktadır. Ancak KBH'ye neden olan başlıca etmenler diyabet ve hipertansiyondur (Webster ve ark., 2017; Chen ve ark., 2019). Hastalığın komplikasyonları arasında kardiyovasküler mortalite, akut böbrek hasarı, bilişsel gerileme, anemi, kemik ve mineral bozuklukları, kırıklar bulunmaktadır (Jha ve ark., 2013).

Dünya genelinde nüfusunun %8 ile %16'sını etkileyen KBH, küresel ölüm nedenleri arasında da 16. sırada yer almaktadır (Chen ve ark., 2019). KBH insidansı tüm dünyada artmaktadır ve her yıl bu hastalığa sahip bireylerin sayısında %7'lik yükseliş meydana gelmektedir (Badrasawi ve ark., 2021). 2040 yılına kadar KBH'nin ölüm nedenleri arasında 16. sıradan 5. sıraya yükseleceği ve 2,2-4,0 milyon kişinin yaşamını kaybedeceği öngörülmektedir (Foreman ve ark., 2018). Türk Nefroloji Derneği'nin (TND) verilerine göre 2021 yılında ülkemizde renal replasman tedavisine (RRT) ihtiyaç duyan hastaların nokta prevalansı milyon nüfus başına 993,5 olarak bulunurken, RRT insidansı milyon nüfus başına 149,5 olarak belirlenmiştir (Ateş ve ark., 2022).

KBH'ye sahip kişilerin birçoğu, son dönem böbrek yetmezliği (SDBY) olarak adlandırılan ve diyaliz ya da renal transplantasyon tedavilerinden biri olmadan hayatlarını devam ettiremeyecekleri bir hastalık evresi yaşamaktadır (Kalantar-Zadeh ve ark., 2020). Diyaliz yarı geçirgen bir zar boyunca çözüldüğü moleküllerin difüzyonu olup, hemodiyaliz (HD) ve periton diyalizi (PD) olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır. HD'nin temel işlevi bir cihaz yardımıyla sağlıklı bir böbreğin görevi olan intrasellüler ve ekstrasellüler ortam arasındaki dengeyi sağlamaktır (Himmelfarb ve İkizler, 2010). HD; tüm RRT'nin yaklaşık %69' unu ve diyaliz tedavi seçeneklerinin ise %89' unu oluşturan, küresel olarak en yaygın RRT şeklidir (Bello ve ark., 2022). Ülkemizde TND verilerine göre 2021 yılı sonu itibarıyla RRT alan bireylerin dağılımları incelendiğinde hastaların %71,38'ini HD (merkez HD 70,06; ev HD 1,32), %4,06'sının PD, %24,56'sını ise transplantasyon tedavisi oluşturmaktadır (Ateş ve ark., 2022).

HD tedavisindeki ilerlemelere rağmen hastalar yüksek mortalite oranına sahiptir (Ma ve Zhao, 2017). 2018 yılı Avrupa Böbrek Birliği/Avrupa Diyaliz ve Transplantasyon Birliği kayıtlarına göre diyaliz tedavisi alan hastaların 2009-2013 yıllarını kapsayan 5 yıllık sağkalım olasılığı %42,6 olarak bulunmuştur (Kramer ve ark., 2020). Beslenme, HD hastalarının sağkalım oranları üzerinde etkilidir (Li ve ark., 2014). Malnütrisyon bu hasta grubunda yaygın görülen bir durumdur ve mortalite için güçlü bir prediktördür (Bossola ve ark., 2005). Malnütrisyonun tanı ve tedavisinde eksiklikler günümüzde devam etmektedir. Bu nedenle bireyin beslenme durumunun saptanması; hastalıkların önlenmesi, sağlığın korunması ve tedavi için önemlidir (Taberna ve ark., 2019).

HD hastalarında beslenme durumunun belirlenmesinde altın standart bir yöntem bulunmamaktadır. Bu derleme ile biyoelektrik impedans analiz (BIA) cihazıyla ölçülen faz açısı değerini açıklamak, HD tedavisi alan hastalarda faz açısının beslenme durumuyla olan ilişkisini değerlendirmek amaçlanmaktadır.

Hemodiyaliz Hastalarında Malnütrisyon Gelişimi

Avrupa Klinik Nutrisyon ve Metabolizma Derneği (ESPEN)'ne göre malnütrisyon; enerji, protein ve diğer besin öğelerinin yetersiz veya aşırı alımı (dengesizliği) sonucunda, doku/vücut yapısında ve fonksiyonunda klinik sonuçları olan ölçülebilir ters etkiler gösteren beslenme hali olarak tanımlanmaktadır (Cederholm ve ark., 2017). Malnütrisyon önemli bir halk sağlığı problemidir ve birçok hasta grubunu etkilemektedir (Lukaski ve ark., 2017). Bu hasta gruplarından biri olan HD tedavisi alan hastaların %28-54'ünde malnütrisyon varlığı bildirilmektedir (Sahathevan ve ark., 2020). Malnütrisyonun tanı ve tedavisine yeterince önem verilmemektedir. Bunun sonucunda mortalite, morbidite, hastanede kalış süresi, hastaneye yatış sıklığı ve tedavi masrafı artmaktadır (Correia ve ark., 2017). Malnütrisyon önlenemeyen, erken tedavi ile çoğunlukla geri döndürülebilir bir durumdur (Reber ve ark., 2019). HD hastalarında malnütrisyon oluşumunda birçok farklı bileşenin etkisi bulunmaktadır. Bu bileşenler arasında diyaliz tedavisi, diyalize bağlı besin kayıpları ve inflamasyon durumu, çoklu diyalizörün yeniden kullanımı, üremi ve metabolik asidozu önlemenin etkinliği, diyalizin yeterliliği, sıklığı ve süresi iyatrojenik faktörleri oluştururken; besin alımının yetersizliği, tat değişiklikleri, iştahsızlık, insülin direnci ve psikososyal faktörler iyatrojenik olmayan faktörler olarak yer almaktadır (Sahathevan ve ark., 2020).

Yapılan bir araştırmada malnütrisyon tespit edilen HD hastaları, normal beslenme durumuna sahip olan HD hastaları ile karşılaştırıldığında 1,66 kat daha fazla mortalite oranına sahip bulunmuştur (Rosenberger ve ark., 2014). Toplumdaki diğer bireylere kıyasla daha yüksek mortalite oranına sahip olan HD hastalarında, mortalitenin en yüksek bulunduğu dönem ise diyaliz tedavisinin başlangıcıdır. Robinson ve ark. (2014) yürüttüğü çalışmada HD hastaları erken (0-120 gün), orta (121-365 gün) ve geç (365 günden fazla) olmak üzere diyaliz başlangıcından itibaren geçen süre baz alınarak üç grupta incelenmiştir. On bir ülkenin incelendiği bu çalışmada mortalite oranları ülkeden ülkeye değişse dahi her ülkede mortalite erken dönemde en yüksek düzeyde bulunmuştur. McQuillan ve ark. (2012) yaptığı çalışma sonucunda ise HD tedavisi alan hastalarda malnütrisyon erken mortalitenin önlenmesi için değiştirilebilir bir risk faktörü olarak bulunmuştur. Malnütrisyonun erken tanı ve tedavisinin önemini ortaya çıkardığı bir diğer faktör ise HD hastalarının yaşam kalitesinde azalmaya neden olmasıdır (Visiedo ve ark., 2022).

Hemodiyaliz Hastalarında Beslenme Durumunun Saptanması

Amerikan Parenteral ve Enteral Beslenme Derneği (ASPEN.); beslenme durumunun saptanmasını “tıbbi, beslenme ve ilaç öyküsü; fiziksel muayene; antropometrik ölçümler ve laboratuvar bulgularının bir kombinasyonunu kullanan beslenme sorunlarının teşhisine yönelik kapsamlı bir yaklaşım” olarak ele almaktadır (Mueller ve ark., 2011). Beslenme durumunun saptanması sağlık profesyonellerinin gerçekleştirdiği tanı sürecidir. Bu tanı sürecinde hastanın beslenme durumu ve gereksinimleri, mevcut beslenme riskleri, malnütrisyon durumu

belirlenmektedir (Ferrie, 2020). Birçok faktörün değişik derecede katkısı sonucunda meydana gelen malnütrisyonun saptanmasında çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ancak günümüzde altın standart bir yöntem bulunmamaktadır (Türker, 2018). Beslenme durumunun saptanmasında mevcut yöntemlerden birkaçı veya hepsi birlikte kullanılabilir. Kullanılacak yöntemin belirlenmesinde ekonomik koşul, zaman ve eğitimli personel varlığı önemli rol oynamaktadır (Pekcan, 2014). Çizelge 1’de böbrek hastalığında yetersiz beslenmenin taranması ve saptanması kullanılan yöntemler özetlenmiştir (Campbell, 2018).

Çizelge 1. Böbrek hastalığında yetersiz beslenmenin taranması ve saptanması

Table 1. Screening and assessment of undernutrition in kidney disease

Ağırlık / Ağırlık değişimi	Ağırlık (kg); son 1, 3 ve 6 aylık değişim	
BKİ	Vücut ağırlığı/boy uzunluğu ²	*Vücut bölümlerini ayırt etmemektedir. Diyaliz arasındaki sıvı kazanımlarını değerlendirmeye yardımcıdır. *3 ayda >%5 veya daha fazla ağırlık kaybı önemlidir.
Kas kütlesi (ve/veya yağ kütlesi)	Biyoempedans, DEXA, toplam vücut potasyumu, toplam vücut nitrojeni	*Vücut bölümlerini ayırt etmemektedir. *Artan BKİ değeri 3-4 yıllık takipte klinik sonuçların kötüleşme riskinde azalmaya neden olmuştur (ters epidemiyoloji). *Yüksek maliyetlidir ve klinik olarak uygulanabilir değildir (toplam vücut potasyumu, toplam vücut nitrojeni). Dolaylı ölçüm ve vücut sıvı dalgalanmaları nedeniyle hataya açıktır (biyoempedans, DEXA).
Kas fonksiyonu	Antropometrik (DKK ve UOKKÇ) El kavrama gücü	*Düşük maliyetlidir. Eğitim ile geçerlilik ve tekrarlanabilirlik optimize edilebilmektedir. *Kas fonksiyonunun ölçümünde invaziv olmayan bir yöntemdir. Ancak yetersiz beslenmeyi gösteren kesme noktası değerleri bulunmamaktadır.
Serum proteinleri	Albümin, prealbümin	*Beslenme dışı faktörlerden etkilenmektedir (inflamasyon, hidrasyon durumu, rezidüel böbrek fonksiyonu, diyalizattaki kayıplar).
Metabolik asidoz	Serum bikarbonat	*İştahsızlık, hiperkalemi, protein yıkımının uyarılması ve kas kaybı için risk faktörüdür.
İnflamasyon belirteçleri	CRP	*Stres yanıtının göstergesidir. Protein sentezini azaltabilmekte ve enerji harcamasını artırabilmektedir.
Klinik saptama araçları	SGA, MIS	*Tıbbi öykü özetinin ve genel beslenme durumunu değerlendiren fizik muayenenin kapsamlı ve sistematik değerlendirmesidir.
Besin alımı	Diyet öyküsü	*Eğitim gerektirmektedir. Ancak düşük maliyetlidir. Değerlendirme ve müdahale stratejisi için rutin olarak gerçekleştirilmelidir.
	PNA	*Kandaki üre nitrojen üretimini tahmin etmek için standart bir denklemle hesaplanmaktadır.

Biyoelektrik İmpedans Analizi

BIA, hidrasyon durumu ve vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde invaziv olmayan, güvenli, hızlı bir yöntemdir (Saitoh ve ark., 2020). Bu özelliklerine ek olarak; BIA’nın ucuz, taşınabilir, kullanımı kolay bir cihaz olması ve bireyi radyasyona maruz bırakmaması sağladığı diğer avantajlarıdır (Mulasi ve ark., 2015). BIA, vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan dolaylı ölçüm yöntemlerinden biridir. BIA cihazı ile doğrudan vücut kompozisyonu değil, vücuda belirli bir değer aralığında uygulanan elektrik akımına karşı gösterilen direnç ölçülmektedir (Ward, 2019). BIA cihazları frekans aralığı temel alınarak tek frekanslı, multifrekans ve spektroskopik olmak üzere sınıflandırılmaktadır. Tek frekanslı BIA ile 50

kHz’lik, multi frekans BIA ise bir düşük frekansta (örn. 5 kHz) ve birkaç yüksek frekansta (örn. 50, 100, 200, 500 kHz) akım vücuda gönderilmektedir. Biyoempedans spektroskopisi ile 5 kHz’den 1000 kHz’e kadar olan frekans spektrumunda minimum 50 frekansta empedans ölçülmektedir (Mulasi ve ark., 2015).

Empedans, vücudun belirli frekansta uygulanan elektrik akımına gösterdiği dirence verilen isimdir. Bileşenleri olan rezistans sıvı ve elektrolitlerin oluşturduğu dirençken; reaktans dokuların kapasitif bileşenleri ile ilişkilidir (Di Vincenzo ve ark., 2019). Rezistans intrasellüler ve ekstrasellüler sıvı hacmi ile ters orantılıdır. Kas dokusu, çok miktarda su ve elektrolit içermesi nedeniyle elektrik akımını yüksek düzeyde iletmektedir ve elektrik akımının

geçişine karşı düşük direnç göstermektedir. Hastalık durumlarında, daha yüksek bir rezistans değeri yetersiz beslenme ile ilişkili olabilmektedir. Daha yüksek bir rezistans değeri daha düşük kas kütlesi ve dolayısıyla su ve elektrolit miktarı ile ilgilidir. Artan reaktans değerleri ise, daha fazla vücut hücre kütlesi ve yağsız vücut kütlesi olduğunu göstermektedir (da Silva et al., 2018). BIA ile elde edilen rezistans ve reaktans bileşenleri kullanılarak intrasellüler, ekstrasellüler ve toplam sıvı miktarı, faz açısı değeri, yağ dokusu ve yağsız vücut kütle miktarı hesaplanmaktadır (Grundmann ve ark., 2015).

Sıvı retansiyonu nedeniyle HD hastalarda meydana gelen yağsız vücut kütlesi veya yağ kaybı kolayca fark edilememektedir. Bu nedenle vücut kompozisyon analizi malnütrisyonun saptanmasında önemlidir (Fürstenberg ve Davenport, 2011). Vücut sıvı hacmi BIA sonuçlarını etkilemektedir. Hastalarda gerçekleştirilecek analiz diyaliz tedavisinden sonra olmalıdır (Kanda, 2020). Aşırı hidrasyon biyoelektrik empedansı düşürme eğilimindedir. Bu durum malnütrisyonun tespitinde yanlış sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir (Rimsevicius ve ark., 2016). Di Iorio ve ark. (2004) yaptıkları çalışma sonucunda rezistans ve reaktans değerlerinin HD tedavisi sırasında arttığını, tedaviden sonra 15-120 dakikalık sürede sabit bir şekilde devam ettiği ve interdiyaliz döneminde 24, 48 ve 68 saat sonra artan hidrasyon ile düştüğünü bulmuştur. Çalışma sonucunda BIA ölçümlerinin hidrasyon durumunun yiyecek veya içecek tüketimi nedeniyle değişmemesi koşuluyla HD bitiminden sonraki 120 dakika boyunca, yani kuru ağırlığın sabit olması durumunda yüksek oranda tekrarlanabilir olduğunu belirlenmiştir. Ayrıca böbrek hastalarında BIA aracılığıyla hidrasyon durumunu değerlendirmek hiperhidrasyonun erken teşhis ve erken müdahale edilmesini sağlayarak mortalite riskini azaltmaktadır (da Silva ve ark., 2018). Sıvı retansiyonu; hipertansiyon, pulmoner ödem ve kalp yetmezliği dâhil olmak üzere birçok probleme neden olmaktadır. Bu durum hem kardiyovasküler hem de tüm nedenlere bağlı mortaliteye yol açabilmektedir (Kim ve ark., 2018). Kas kütlesi ve yağ kütlesi kaybıyla birlikte sürekli dalgalanma meydana gelen vücut sıvı seviyeleri, HD hastalarında fonksiyonel kapasitede önemli bir düşüşe, yaşam kalitesinde azalmaya ve morbidite ve mortalite oranlarının artmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle, HD hastalarında optimal sıvı ve beslenme durumunu rutin olarak izlemek ve sürdürmek hayati önem taşımaktadır (Gomes ve ark., 2022).

Faz Açısı

Faz açısı, BIA'dan elde edilen bir parametredir ve rezistans ile reaktans değerlerinin arktanjanı olarak hesaplanmaktadır ($Xc / R^* 180/\pi$) (Dos Reis ve ark., 2019). Faz açısı hücresel sağlığın bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Norman ve ark., 2012). Faz açısı değerinin azalması; hücre membran bütünlüğünü işaret eden reaktans değerinde azalmayı, rezistans değerinde ise artmayı göstermektedir. Faz açısı arttığında ise reaktans artmakta, rezistans azalmaktadır (Saladino, 2014). Genel olarak sağlıklı bireylerde faz açısının 5-7° arasında olduğu;

sporcularda ise bu değer 9,5°'ye kadar ulaşabildiği bildirilmektedir (Norman ve ark., 2012).

Faz açısını etkileyen temel parametreler yaş, cinsiyet ve beden kütle indeksi (BKİ) değeridir. İlerleyen yaşlarda bireyin kas kaybının sonucu olarak reaktanstaki azalma ve rezistanstaki artış nedeniyle faz açısında düşme meydana gelmektedir. Fizyolojik olarak erkeklerin kadınlardan daha yüksek kas külesine sahip olmasından dolayı, erkeklerde faz açısı değeri kadınlardan daha yüksektir (Norman ve ark., 2012; Stobäus ve ark., 2012). Mattiello ve ark (2020) sağlıklı bireylerde ortalama faz açısı değerlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri meta analizde 46 çalışma (249,844 katılımcı; 200.536 kadın; 49.308 erkek) incelenmiştir. Çalışma sonucunda her iki cinsiyette faz açısı değerlerinin, yaşamın ilk yıllarından 18 yaşına kadar giderek arttığı 19-48 yaş aralığında sabit olarak devam ettiği ve daha sonra kademeli olarak azaldığı bulunmuştur. Erkekler için faz açısı değeri (19-48 yaş) ortalama 6,9° ila 7,2° bulunurken, kadınlarda (19-48 yaş) bu değer 6,1°-6,3° olarak belirlenmiştir. Ayrıca 0-2 yaş ve 80 yaş üstü bireyler hariç tüm yaş gruplarında erkekler kadınlardan daha yüksek faz açısına sahiptir. BKİ<30 kg/m² kadar olan bireylerde vücut ağırlığındaki artışıyla beraber yağ ve kas hücrelerinin de artması sonucunda faz açısı değeri de artmaktadır. Ancak bu değer 40 kg/m²'yi aştıktan sonra faz açısı ile BKİ arasında negatif bir korelasyon meydana gelmektedir. Bu durumun artan doku hidrasyonu veya patolojik sıvı birikimi nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir. (Norman ve ark., 2012; Stobäus ve ark., 2012). BKİ değerleri, ≥ 40 kg/m², bireylerin faz açısı ile negatif ilişkili olan değişmiş ekstrasellüler sıvı / intrasellüler sıvı oranı ile karakterize edilen aşırı sıvı birikimine ek olarak obezite, kronik bir proinflatuar durumla ilişkilidir. Bu durum sıvı dengesizliğine ve daha düşük bir faz açısına katkıda bulunan hücresel membran hasarı ile sonuçlanabilmektedir (da Silva ve ark., 2022). Faz açısı değerinde meydana gelen bir azalma hücre zarı yıkımını dolayısıyla enerji depolama ve metabolik fonksiyonları tamamlama yeteneğinin değişimini, yüksek bir faz açısı ise bozulmamış hücre zarlarını ve yüksek vücut hücre külesini göstermektedir. Faz açısı, hidrasyon durumu da dâhil olmak üzere kas ve yağ kütlesi gibi dokuların miktarını ve türlerini yansıttığından, faz açısının beslenme durumunu gösterebileceği varsayılmaktadır. Hücre zarlarında meydana gelen metabolik değişikliklerin ilk olarak yetersiz beslenmeden etkilendiği bu nedenle de yetersiz beslenmenin faz açısı ile erken bir aşamada saptanabileceği düşünülmektedir (Rinaldi ve ark., 2019). Faz açısını etkileyen bir diğer parametre olan fiziksel aktivite düzeyindeki artış kas külesinde ve intrasellüler sıvı miktarında artma ile sonuçlanmaktadır. Bu durum rezistansı azaltarak faz açısı değerinin artmasını sağlamaktadır (Canpolat, 2018). İnflamasyon, malnütrisyon, uzun süreli fiziksel inaktivite faz açısı değerinde azalmaya neden olmaktadır (Lukaski ve ark., 2017).

Diğer BIA tahminlerinin aksine faz açısı, boy ve vücut ağırlığından bağımsız hesaplanmaktadır. Karıştırıcı faktörlerden bağımsız olan faz açısının antropometrik

ölçümlerin (özellikle de boy ölçümünün) doğru yapılamadığı klinik ortamlarda kullanılmasının yararlı olacağı bildirilmektedir (Garlini ve ark., 2019).

Hemodiyaliz Hastalarında Faz Açısı ve Beslenme ile İlişkisi

Faz açısı, beslenme durumunun değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerden biridir. Sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında hasta bireylerde azalan bu değer beslenme durumunu nicel olarak saptamada yararlı bir araç olduğu düşünülmektedir (Zhang ve ark., 2014). Hastalık nedeniyle gelişen malnütrisyon sonucunda sıvıların intrasellüler kompartmandan ekstrasellüler kompartmana erken kayması ile ekstrasellüler sıvı / intrasellüler sıvı oranı artmaktadır. Ayrıca bu duruma vücut hücre kütlelerinde azalma eşlik etmektedir. Her iki parametre faz açısında düşüş ile sonuçlanmaktadır (Lukaski ve ark., 2017). Tan ve ark.'ın (2019) gerçekleştirdiği kesitsel bir çalışmada sağlıklı yetişkinlerde (n:176) faz açısı değeri $6,32 \pm 2,23^\circ$ olarak bulunurken HD tedavisi alan bireylerde (n:176) bu değer azalarak $4,89 \pm 1,19^\circ$ bulunmuştur.

Uluslararası Böbrek Beslenme ve Metabolizma Derneği (ISRNM), KBH'ye sahip kişilerde meydana gelen vücut protein depolarının ve enerji kaynaklarının azalmasını protein enerji kaybı (PEK) olarak tanımlamaktadır. Serum biyokimyası, vücut kütle, kas kütle ve günlük besin alımı ISRNM'nin PEK tanısı için belirlediği dört kategoridir (Fouque ve ark., 2008). Faz açısı ile PEK tanı kriterlerinde yer alan serum biyokimyasal parametrelerinden albümin, prealbümin ve total kolesterol arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır (Tan ve ark., 2019). Kas kütle kaybı, diyaliz hastaları için malnütrisyonun ana belirtilerinden biridir. Bu nedenle beslenme durumunun saptanmasında yağ ve kas kütlelerini ayırt etmek önemlidir (Zhang et al., 2019). El kavrama gücü beslenme durumu ve kas fonksiyonunun bir göstergesi olarak onaylanmış bir yöntemdir (Vogt et al., 2016). HD hastalarında artan faz açısına paralel olarak el kavrama gücünde bir artış meydana gelmektedir (Kang ve ark., 2022). Çünkü reaktans yağsız vücut kütlelerinin göstermektedir (Beberashvili ve ark., 2014). HD hastalarında genel popülasyonunun aksine yüksek BKİ değerleri sağkalım oranlarında artma ile ilişkilendirilmektedir (Rabbani ve ark., 2022). Hastaların faz açısı ve BKİ değerleri arasında pozitif ilişki bulunmaktadır (Bae ve ark., 2022; Beberashvili ve ark., 2014). Ek olarak bu hasta grubunun katılımı ile gerçekleştirilen bazı çalışmalarda faz açısının malnütrisyon tarama testlerinden olan subjektif global değerlendirme-1 (Oliveira ve ark., 2010), malnütrisyon inflamasyon skoru (Beberashvili ve ark., 2014) puanları arasında negatif ilişki gösterdiği bulunmuştur.

Rimsevicius ve ark.'ın (2016) HD hastaları ile gerçekleştirdikleri çalışmada faz açısı malnütrisyonu en iyi yansıtan prediktör olarak bulunmuş; azalan faz açısının ile malnütrisyon derecesinin arttığı bildirmiştir. Lee ve ark. (2015) ise HD hastalarında faz açısının sıvı yüklenmesi ve

malnütrisyon için bağımsız bir faktör olduğunu bulmuştur. Yaş arttıkça ödem ve malnütrisyon derecesi artarken, faz açısı azalmıştır.

Sonuç

Malnütrisyon HD hastalarında yaygın görülen bir durumdur. Gelişiminde birçok faktörün rol aldığı malnütrisyonun erken tespiti erken müdahaleye olanak sağlamaktadır. BIA, HD hastalarında vücut kompozisyonunun güvenli, kolay, uygun maliyetli ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Faz açısı, hücre membran fonksiyonunu yansıtmaktadır ve HD hastalarında prognozu ve beslenme durumunu yansıtmakta yararlı bir parametre olarak öngörülmektedir. Faz açısı değerinin azalması beslenme durumundaki bozulmaya işaret etmektedir. Kliniklerde HD hastalarında beslenme durumunun değerlendirilmesinde faz açısı dikkate alınması gereken yeni bir yöntemdir.

Kaynaklar

- Ateş, K., Seyahi, N., & Koçyiğit İ. (2022). Türkiye'de Nefroloji, Diyaliz ve Transplantasyon – Registry 2022. K. Ateş, N. Seyahi, İ. Koçyiğit (Eds). Türk Nefroloji Derneği, 1-204.
- Badrasawi, M., Zidan, S., Sharif, I., Qaisiyya, J., Ewaida, S., Jaradat, T., & Samamra Y. (2021). Prevalence and correlates of malnutrition among hemodialysis patients at hebron governmental hospital, Palestine: Crosssectional study. *BMC Nephrology*, 22(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s12882-021-02413-y>
- Bae, E., Lee, T. W., Bae, W., Kim, S., Choi, J., Jang, H. N., Chang, S. H., & Park, D. J. (2022). Impact of phase angle and sarcopenia estimated by bioimpedance analysis on clinical prognosis in patients undergoing hemodialysis: A retrospective study. *Medicine*, 101(25), e29375. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000029375>
- Beberashvili, I., Azar, A., Sinuani, I., Shapiro, G., Feldman, L., Stav, K., Sandbank, J., & Averbukh, Z. (2014). Bioimpedance phase angle predicts muscle function, quality of life and clinical outcome in maintenance hemodialysis patients. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68(6), 683-689. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2014.67>
- Bello, A. K., Okpechi, I. G., Osman, M. A., Cho, Y., Htay, H., Jha, V., Wainstein, M., & Johnson, D. W. (2022). Epidemiology of haemodialysis outcomes. *Nature Reviews Nephrology*, 18(6), 378-395. <https://doi.org/10.1038/s41581-022-00542-7>
- Bossola, M., Muscaritoli, M., Tazza, L., Giungi, S., Tortorelli, A., Rossi Fanelli, F., & Luciani, G. (2005). Malnutrition in hemodialysis patients: What therapy? *American Journal of Kidney Diseases*, 46(3), 371-386. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2005.05.031>
- Campbell, K. (2018). Nutrition support in kidney disease. İçinde M. Hickson, S. Smith, & K. Whelan (Eds.), *Advanced nutrition and dietetics in nutrition support* (ss. 326-338). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118993880>
- Canbolat, E. (2018). Biyoelektrik impedans analizi parametrelerinden faz açısının, tanısal kriter olarak olası rolü. *Annals of Health Sciences Research*, 7(1), 58-65.
- Cederholm, T., Barazzoni, R., Austin, P., Ballmer, P., Biolo, G., Bischoff, S. C., Compher, C., Correia, I., Higashiguchi, T.,

- Holst, M., Jensen, G. L., Malone, A., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Pirlich, M., Rothenberg, E., Schindler, K., Schneider, S. M., de van der Schueren M. A., ... Singer, P. (2017). ESPEN guidelines on definitions and terminology of clinical nutrition. *Clinical Nutrition*, 36(1), 49-64. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.09.004>
- Chen, T. K., Knicely, D. H., & Grams, M. E. (2019). Chronic kidney disease diagnosis and management: A review. *JAMA*, 322(13), 1294-1304. <https://doi.org/10.1001/jama.2019.14745>
- Correia, M. I. T. D., Perman, M. I., & Waitzberg, D. L. (2017). Hospital malnutrition in Latin America: A systematic review. *Clinical Nutrition*, 36(4), 958-967. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.06.025>
- da Silva, A. T., Hauschild, D. B., de Almeida Oliveira, L. D., de Fragas Hinnig, P., Moreno, Y. M. F., & Wazlawik, E. (2018). Association of hyperhydration evaluated by bioelectrical impedance analysis and mortality in patients with different medical conditions: Systematic review and meta-analyses. *Clinical Nutrition ESPEN*, 28, 12-20. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.08.022>
- da Silva, B. R., Orsso, C. E., Gonzalez, M. C., Sicchieri, J. M. F., Mialich, M. S., Jordao, A. A., & Prado, C. M. (2022). Phase angle and cellular health: inflammation and oxidative damage. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 1-20. <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09775-0>
- Di Iorio, B. R., Scalfi, L., Terracciano, V., & Bellizzi, V. (2004). A systematic evaluation of bioelectrical impedance measurement after hemodialysis session. *Kidney International*, 65(6), 2435-2440. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1755.2004.00660.x>
- Di Vincenzo, O., Marra, M., & Scalfi, L. (2019). Bioelectrical impedance phase angle in sport: A systematic review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0319-2>
- Dos Reis, A. S., Santos, H. O., Limirio, L. S., & de Oliveira, E. P. (2019). Phase angle is associated with handgrip strength but not with sarcopenia in kidney transplantation patients. *Journal of Renal Nutrition*, 29(3), 196-204. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2018.10.005>
- Ferrie, S. (2020). What is nutritional assessment? A quick guide for critical care clinicians. *Australian Critical Care*, 33(3), 295-299. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2020.02.005>
- Fouque, D., Kalantar-Zadeh, K., Kopple, J., Cano, N., Chauveau, P., Cuppari, L., Franch, H., Guarnieri, G., Ikizler, T. A., Kaysen, G., Lindholm, B., Massy, Z., Mitch, W., Pineda, E., Stenvinkel, P., Treviño-Becerra, A., & Wanner, C. (2008). A proposed nomenclature and diagnostic criteria for protein-energy wasting in acute and chronic kidney disease. *Kidney international*, 73(4), 391-398. <https://doi.org/10.1038/sj.ki.5002585>
- Foreman, K. J., Marquez, N., Dolgert, A., Fukutaki, K., Fullman, N., McGaughey, M., Pletcher, M. A., Smith, A. E., Tang, K., Yuan, C. W., Brown, J. C., Friedman, J., He, J., Heuton, K. R., Holmberg, M., Patel, D. J., Reidy, P., Carter, A., Cercy, K., ... Murray, C. J. (2018). Forecasting life expectancy, years of life lost, and all-cause and cause-specific mortality for 250 causes of death: Reference and alternative scenarios for 2016-40 for 195 countries and territories. *The Lancet*, 392(10159), 2052-2090. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31694-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31694-5)
- Fürstenberg, A., & Davenport, A. (2011). Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry assessments in outpatient hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, 57(1), 123-129. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2010.05.022>
- Gomes, K., Desbrow, B., Irwin, C., & Roberts, S. (2022). Patient and staff perceptions on using bioelectrical impedance analysis in an outpatient haemodialysis setting: A qualitative descriptive study. *Healthcare*, 10(7), 1205. <https://doi.org/10.3390/healthcare10071205>
- Garlini, L. M., Alves, F. D., Ceretta, L. B., Perry, I. S., Souza, G. C., & Clausell, N. O. (2019). Phase angle and mortality: A systematic review. *European journal of clinical nutrition*, 73(4), 495-508. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0159-1>
- Grundmann, O., Yoon, S. L., & Williams, J. J. (2015). The value of bioelectrical impedance analysis and phase angle in the evaluation of malnutrition and quality of life in cancer patients-a comprehensive review. *European journal of clinical Nutrition*, 69(12), 1290-1297. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.126>
- Himmelfarb, J., & Ikizler, T. A. (2010). Hemodialysis. *New England Journal of Medicine*, 363(19), 1833-1845. <https://doi.org/10.1056/nejmra0902710>
- Jha, V., Garcia-Garcia, G., Iseki, K., Li, Z., Naicker, S., Plattner, B., Saran, R., Wang, A. Y., & Yang, C. W. (2013). Chronic kidney disease: Global dimension and perspectives. *Lancet*, 382(9888), 260-272. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)60687-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60687-x)
- Kalantar-Zadeh, K., Joshi, S., Schlueter, R., Cooke, J., Brown-Tortoric, A., Donnelly, M., Schulman, S., Lau, W. L., Rhee, C. M., Streja, E., Tantisattamo, E., Ferrey, A. J., Hanna, R., Chen, J. L. T., Malik, S., Nguyen, D. V., Crowley, S. T., & Kovesdy, C. P. (2020). Plant-dominant low-protein diet for conservative management of chronic kidney disease. *Nutrients*, 12(7), 1931. <https://doi.org/10.3390/nu12071931>
- Kanda E. (2020). Protein Energy Wasting in Chronic Kidney Disease. İcinde A. Kato, E. Kanda, & Y. Kanno (Eds.), *Recent Advances of Sarcopenia and Frailty in CKD* (ss. 35-56). Springer.
- Kang, S. H., Do, J. Y., & Kim, J. C. (2022). Impedance-derived phase angle is associated with muscle mass, strength, quality of life, and clinical outcomes in maintenance hemodialysis patients. *PloS One*, 17(1), e0261070. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261070>
- Kim, C. R., Shin, J. H., Hwang, J. H., & Kim, S. H. (2018). Monitoring volume status using bioelectrical impedance analysis in chronic hemodialysis patients. *ASAIO Journal*, 64(2), 245-252. <https://doi.org/10.1097/mat.0000000000000619>
- Kramer, A., Boenink, R., Stel, V. S., Santiuste de Pablos, C., Tomović, F., Golan, E., Kerschbaum, J., Seyahi, N., Ioanou, K., Beltrán, P., Zurriaga, O., Magaz, Á., Slon Roblero, M. F., Gjorgjievski, N., Garneata, L., Arribas, F., Galvão, A. A., Bell, S., Ots-Rosenberg, M., ... Jager, K. J. (2021). The ERA-EDTA registry annual report 2018: A summary. *Clinical Kidney Journal*, 14(1), 107-123. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfaa271>
- Lee, J. E., Jo, I. Y., Lee, S. M., Kim, W. J., Choi, H. Y., Ha, S. K., Kim, H. J., & Park, H. C. (2015). Comparison of hydration and nutritional status between young and elderly hemodialysis patients through bioimpedance analysis. *Clinical Interventions in Aging*, 10, 1327-1334. <https://doi.org/10.2147/cia.s86229>
- Li, T., Liu, J., An, S., Dai, Y., & Yu, Q. (2014). Body mass index and mortality in patients on maintenance hemodialysis: A meta-analysis. *International Urology and Nephrology*, 46(3), 623-631. <https://doi.org/10.1007/s11255-014-0653-x>
- Lukaski, H. C., Kyle, U. G., & Kondrup, J. (2017). Assessment of adult malnutrition and prognosis with bioelectrical impedance analysis: Phase angle and impedance ratio. *Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 20(5), 330-339. <https://doi.org/10.1097/mco.0000000000000387>

- Ma, L., & Zhao, S. (2017). Risk factors for mortality in patients undergoing hemodialysis: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, 238, 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.02.095>
- Mattiello, R., Amaral, M. A., Mundstock, E., & Ziegelmann, P. K. (2020). Reference values for the phase angle of the electrical bioimpedance: Systematic review and meta-analysis involving more than 250,000 subjects. *Clinical Nutrition*, 39(5), 1411-1417. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2019.07.004>
- McQuillan, R., Trpeski, L., Fenton, S., & Lok, C. E. (2012). Modifiable risk factors for early mortality on hemodialysis. *International Journal of Nephrology*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/435736>
- Mueller, C., Compher, C., Ellen, D. M., & American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.) Board of Directors (2011). A.S.P.E.N. clinical guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention in adults. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 35(1), 16-24. <https://doi.org/10.1177/0148607110389335>
- Mulasi, U., Kuchnia, A. J., Cole, A. J., & Earthman, C. P. (2015). Bioimpedance at the bedside: Current applications, limitations, and opportunities. *Nutrition in Clinical Practice*, 30(2), 180-193. <https://doi.org/10.1177/0884533614568155>
- Norman, K., Stobäus, N., Pirlich, M., & Bosy-Westphal, A. (2012). Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis--clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clinical Nutrition*, 31(6), 854-861. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2012.05.008>
- Oliveira, C. M., Kubrusly, M., Mota, R. S., Silva, C. A., Choukroun, G., & Oliveira, V. N. (2010). The phase angle and mass body cell as markers of nutritional status in hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*, 20(5), 314-320. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2010.01.008>
- Rabbani, R., Noel, E., Boyle, S., Khan, W. A., Pronovost, P., & Gillespie, A. (2022). Impact of extremes of body mass index (bmi) in end-stage renal disease (esrd) patients. *Cureus*, 14(6):e25892. <https://doi.org/10.7759/cureus.25892>
- Pekcan, G. (2014). Beslenme durumunun saptanması. İçinde A. Baysal (Ed), *Diyet el kitabı*, (8. baskı, ss. 67-143). Hatipoglu Yayınevi.
- Reber, E., Gomes, F., Vasiloglou, M. F., Schuetz, P., & Stanga, Z. (2019). Nutritional risk screening and assessment. *Journal of Clinical Medicine*, 8(7), 1065. <https://doi.org/10.3390/jcm8071065>
- Rimsevicius, L., Gincaite, A., Vicka, V., Sukackiene, D., Pavinic, J., & Miglinas, M. (2016). Malnutrition assessment in hemodialysis patients: Role of bioelectrical impedance analysis. *Journal of Renal Nutrition*, 26(6), 391-395. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2016.05.004>
- Rinaldi, S., Gilliland, J., O'Connor, C., Chesworth, B., & Madill, J. (2019). Is phase angle an appropriate indicator of malnutrition in different disease states? A systematic review. *Clinical Nutrition ESPEN*, 29, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2018.10.010>
- Robinson, B. M., Zhang, J., Morgenstern, H., Bradbury, B. D., Ng, L. J., McCullough, K. P., Gillespie, B. W., Hakim, R., Rayner, H., Fort, J., Akizawa, T., Tentori, F., & Pisoni, R. L. (2014). Worldwide, mortality risk is high soon after initiation of hemodialysis. *Kidney International*, 85(1), 158-165. <https://doi.org/10.1038/ki.2013.252>
- Rosenberger, J., Kissova, V., Majernikova, M., Straussova, Z., & Boldizar, J. (2014). Body composition monitor assessing malnutrition in the hemodialysis population independently predicts mortality. *Journal of Renal Nutrition*, 24(3):172-176. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2014.01.002>
- Sahathevan, S., Khor, B. H., Ng, H. M., Gafor, A. H. A., Mat Daud, Z. A., Mafra, D., & Karupaiah, T. (2020). Understanding development of malnutrition in hemodialysis patients: A narrative review. *Nutrients*, 12(10), 3147. <https://doi.org/10.3390/nu12103147>
- Saitoh, M., Ogawa, M., Kondo, H., Suga, K., Takahashi, T., Itoh, H., & Tabata, Y. (2020). Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle as a determinant of protein-energy wasting and frailty in maintenance hemodialysis patients: Retrospective cohort study. *BMC Nephrology*, 21(1), 1-8. <https://doi.org/10.1186/s12882-020-02102-2>
- Saladino, C. F. (2014). The efficacy of bioelectrical impedance analysis (BIA) in monitoring body composition changes during treatment of restrictive eating disorder patients. *Journal of Eating Disorders*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.1186/s40337-014-0034-y>
- Stobäus, N., Pirlich, M., Valentini, L., Schulzke, J. D., & Norman, K. (2012). Determinants of bioelectrical phase angle in disease. *British Journal of Nutrition*, 107(8), 1217-1220. <https://doi.org/10.1017/s0007114511004028>
- Taberna, D. J., Navas-Carretero, S., & Martinez, J. A. (2019). Current nutritional status assessment tools for metabolic care and clinical nutrition. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 22(5), 323-328. <https://doi.org/10.1097/mco.0000000000000581>
- Tan, R. S., Liang, D. H., Liu, Y., Zhong, X. S., Zhang, D. S., & Ma, J. (2019). Bioelectrical impedance analysis-derived phase angle predicts protein-energy wasting in maintenance hemodialysis patients. *Journal of Renal Nutrition*, 29(4), 295-301. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2018.09.001>
- Türker, P. F. (2018). Böbrek Hastalıklarında Beslenme Durumunun Saptanması. *Beslenme ve Diyet Dergisi*, 46, 30-35. <https://doi.org/10.33076/2018.BDD.1168>
- Visiedo, L., Rey, L., Rivas, F., López, F., Tortajada, B., Giménez, R., & Abilés, J. (2022). The impact of nutritional status on health-related quality of life in hemodialysis patients. *Scientific Reports*, 12(1), 1-8. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07055-0>
- Vogt, B. P., Borges, M. C. C., Goés, C. R., & Caramori, J. C. T. (2016). Handgrip strength is an independent predictor of all-cause mortality in maintenance dialysis patients. *Clinical Nutrition*, 35(6): 1429-1433. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2016.03.020>
- Ward, L. C. (2019). Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: Reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *European Journal of Clinical Nutrition*. 73(2), 194-199. <https://doi.org/10.1038/s41430-018-0335-3>
- Webster, A. C., Nagler, E. V., Morton, R. L., & Masson, P. (2017). Chronic kidney disease. *Lancet*, 389(10075), 1238-1252. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(16\)32064-5](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(16)32064-5)
- Zhang, G., Huo, X., Wu, C., Zhang, C., & Duan, Z. (2014). A bioelectrical impedance phase angle measuring system for assessment of nutritional status. *Bio-Medical Materials and Engineering*, 24(6), 3657-3664. <https://doi.org/10.3233/bme-141193>