





## ARAŞTIRMA / RESEARCH

# Akut kuvvet antrenmanının biyoelektrik empedans ölçümleri üzerine etkileri

The effects of acute strength training on bioelectrical impedance measurements

Ali Işın<sup>1</sup> ; Tuba Melekoğlu<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antalya, Turkey

*Cukurova Medical Journal 2019;44(1):80-86*

### Abstract

**Purpose:** The aim of this study was to investigate the effects of exercise training on bioelectric impedance measurements.

**Materials and Methods:** Thirty volunteers who participated in strength training regularly (3 days a week) participated in this study. Body length (cm), body weight (kg), body mass index, body fat (kg), body fat (%), fat-free mass (kg), fat-free mass (%), body fluid (kg), body fluid (%), mineral (kg), mineral (%), protein (kg), protein (%), extracellular fluid (%), intracellular fluid and 1 maximal repeat (1rm) measurements were taken. Strength training protocol was applied to the volunteers. The length of the volunteers was measured using a stadiometer and body composition measurements using segmental bioelectrical impedance analyzer.

**Results:** Acute strength training reduced the BIA impedance value except for the right arm impedance value. But this result was not statistically significant.

**Conclusion:** There was no statistically significant difference between pre- and post-training in bioelectrical impedance measurements.

**Keywords:** resistance training, body fat percent, bioelectrical impedance

### Öz

**Amaç:** Araştırmanın amacı kuvvet antrenmanının biyoelektrik empedans ölçümleri üzerine etkilerini araştırmaktır.

**Gereç ve Yöntem:** Araştırmaya düzenli olarak haftada 3 gün kuvvet antrenmanına katılan 23 erkek 7 kadın olmak üzere 30 gönüllü katılmıştır. Araştırma kapsamında gönüllülerin boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg), vücut kütle indeksi, vücut yağ (kg), vücut yağ (%), yağsız vücut kütlesi (kg), yağsız vücut kütlesi (%), vücut sıvı (kg), vücut sıvı (%), mineral (kg), mineral (%), protein (kg), protein (%), hücre içi sıvı (kg), hücre dışı sıvı (kg) ve 1 maksimum tekrar (1rm) ölçümleri alınmıştır. Gönüllülere kuvvet antrenman protokolü uygulanmıştır. Gönüllülerin boy uzunluğu stadiometre cihazı ve vücut kompozisyon ölçümleri segmental biyoelektrik empedans analizörü kullanılarak ölçülmüştür.

**Bulgular:** Akut kuvvet antrenmanı, sağ kol empedans değeri dışındaki BIA empedansı değerini azaltmıştır. Ancak bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir.

**Sonuç:** Antrenman öncesi ve sonrası alınan biyoelektrik empedans ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklilik tespit edilmemiştir.

**Anahtar kelimeler:** direnç antrenmanları, vücut yağ yüzdesi, biyoelektrik empedans

## GİRİŞ

Vücut kompozisyonunun doğru bir şekilde değerlendirilmesi, aşırı derecede düşük veya yüksek vücut yağlarıyla ilişkili bir hastanın sağlık riskini doğru bir şekilde tanımlamak için önemli rol oynamaktadır. Bu değerlendirme daha sonra kişinin vücut ağırlığını tahmin etmek, bir egzersiz ve diyet formu formüle etmek için kullanılabilir. Periyodik vücut

kompozisyonu ölçümleri, egzersiz ve diyetin etkinliğini değerlendirmek, büyüme ve hastalık durumları ile ilişkili vücut kompozisyonundaki değişiklikleri izlemek için kullanılabilir<sup>1</sup>.

Günümüzde, vücut kompozisyonu değerlendirmek için dansitometri, dual-enerji x-ray absorpsiyometri yöntemi (DXA), manyetik rezonans görüntüleme (MRI), biyoelektrik empedans analizi (BIA) ve deri kıvrımı kalınlığı gibi laboratuvar ve saha kullanımı için

Yazışma Adresi/Address for Correspondence: Dr. Tuba Melekoğlu, Akdeniz Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antalya, Turkey E-mail: tmelekoğlu@akdeniz.edu.tr

Geliş tarihi/Received: 11.05.2018 Kabul tarihi/Accepted: 27.08.2018 Çevrimiçi yayın/Published online: 17.10.2018

çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Bununla birlikte, dansitometri, DXA ve MRI teknik beceri gerektirmesi, pahalı olması ve saha çalışması için portatif olmaması nedeniyle daha az tercih edilmektedir. BIA ve skinfold yöntemi ise ucuz, az teknik beceriye ihtiyaç duyan ve taşınabilir olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir<sup>1-3</sup>. Skinfold yöntemine kıyasla, BIA ölçümleri nispeten daha hızlı ve gözlemciler arasında farkın olmaması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir<sup>4,5</sup>.

BIA analizi, elektrik akımının bileşime bağlı olarak vücuttan farklı oranlarda akması prensibine dayanır<sup>6</sup>. Vücut, bir elektrik akımının akabildiği, çoğunlukla iyonlu sudan oluşur. Vücuttaki su iki bölmede bulunur. Bunlar; hücre dışı su (yaklaşık %45) ve hücre içi su (yaklaşık %55)'dir<sup>7</sup>. Fakat, vücut aynı zamanda elektrik akımının akışına direnç sağlayan iletken olmayan maddeleri de (vücut yağı) içerir. Yağ dokusu, kas veya kemiğe göre anlamlı derecede daha az iletkenidir<sup>8</sup>.

BIA'nın temel prensibi, elektrik akımının vücut kompozisyonuna bağlı olarak farklı bir hızda vücuttan geçmesidir<sup>9</sup>. Düşük frekanslarda, akım öncelikle hücre dışı akışkanlardan geçer. Düşük frekansların aksine yüksek frekanslarda, tüm vücut dokularına tamamen nüfuz eder. Birden fazla frekansta biyoelektrik empedans ölçümleri, vücuttaki toplam ve hücre dışı sıvı bölümlerini ayırt edebilir. Bu yüzden vücut kompozisyonunu değerlendirmek için kullanılan tek frekanslı biyoelektrik empedans analizörleri yerine, günümüzde çok frekanslı analizörler kullanılmaktadır<sup>10</sup>.

BIA, son yıllarda vücut kompozisyonunun tahmini için popüler bir yöntem haline gelmiştir<sup>11</sup>. İnsan vücudu; uzunluk, kesit alanı veya iyonik bileşim bakımından tek tip olmadığı için, BIA ölçümlerinin doğruluğunu etkiler<sup>12</sup>. Ayrıca, vücut empedansı farklı etnik gruplar arasında değişir ve BIA ölçümlerinin doğruluğunu etkiler<sup>13</sup>. Doğru, kesin ve tekrarlanabilir biyoelektrik empedans analizi verilerinin elde edilmesi için ölçüm koşullarının standardizasyonu şarttır. Çeşitli bireysel ve çevresel faktörlerin BIA ölçümlerini etkilediği gösterilmiştir<sup>14</sup>. BIA ölçümlerinin doğruluğu yüksek oranda normal hidrasyon durumuna dayanmaktadır. Sıvı alımının artması veya azalması ölçümleri etkilemektedir. Bununla birlikte egzersiz vb. durumlar esnasında gerçekleşen sıvı kaybı da sonuçları etkileyebilmektedir. Teorik olarak vücut sıvılarının artması direncin ve vücut yağ yüzdesinin (VY%) daha düşük ölçülmesine yol açar. Diğer taraftan bazı

çalışma sonuçları da egzersize bağlı dehidrasyonun rezistansı azalttığını bildirmişlerdir<sup>15,16</sup>.

Egzersiz BIA ölçümlerini 3 temel mekanizmayla etkileyebilir: a) kardiyak çıktı ve kaslara kan akımının artışı içerir egzersize hemodinamik tepki, artan vasküler perfüzyon ve kasların ısınmasını takiben toplam vücut empedansının ve kas direncinin düşüşü, b) kütanoz kan akımı artışı, vazodilatasyon, deri ısısının ve terlemenin artışı içerir ısıyı dağıtma mekanizmalarına bağlı toplam vücut empedansını düşüşü, c) dehidrasyona bağlı sıvı kaybı ve toplam vücut ağırlığının azalmasına bağlı olarak toplam vücut empedansının artması. Bu nedenlerle BIA ölçüm sonuçlarını; işe katılan kas grupları, egzersiz şiddeti, deri kan akımındaki ve ısı üretimindeki değişiklikler, sıvı kaybı gibi faktörlerin etkilediği bildirilmiştir<sup>14</sup>. Özellikle kuvvet antrenmanları sonrası akut olarak plazma hacminin %7-20 oranında azaldığı bilinmektedir. Transkapiller sıvı yer değişiminin vasküler alanla etrafındaki dokular arasındaki ozmotik/onkotik gradyanlardan ve/veya mekanik/hidrostatik basınç gradyanları ile alakalı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca kuvvet antrenmanları esnasında artan arteriyel basınçla alakalı olarak sıvıların özellikle vasküler alandan inaktif kaslara değil, aktif kaslara doğru yer değiştirdiği bildirilmiştir<sup>17</sup>.

Diğer taraftan literatürdeki araştırmalar egzersizin akut etkileri üzerine çelişkili sonuçlar bildirmektedir<sup>9,18-20</sup>. Yapılan araştırmaların çoğunluğunun aerobik antrenmanlar üzerine olduğu<sup>21,22</sup> ve kuvvet antrenmanının akut etkilerine yönelik çalışmaların<sup>22,23</sup> yetersiz olduğu ve çelişen sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Bu nedenle bu araştırmanın amacı, kuvvet antrenmanının biyoelektrik empedans ölçümlerini nasıl etkilediğini araştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Araştırmaya kuvvet antrenmanlarına alışkın, rekreasyonel olarak haftada 3 gün kuvvet antrenmanı yapan 30 gönüllü katılmıştır. Gönüllülerden gönüllü olur formları alındıktan sonra, akut kuvvet antrenmanının BIA üzerine etkilerini değerlendirmek için, gönüllüler bitkinliğe varan uzatılmış kuvvet antrenmanı öncesinde (AÖ) ve sonrasında (AS) ölçülmüşlerdir. Gönüllülerin kuvvet antrenmanında her bir istasyon için kullanılacak yüklerin ayarlanması ve uygun tekniğin gösterilmesi amacıyla test gününden 4 gün önce 1RM ölçümleri alınmıştır.

Antrenman sırasında katılımcıların sıvı alımını sabit tutmak için 500 ml su tüketmeleri istenmiştir. Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu (karar no: 2018-569) tarafından onaylanmıştır.

### Katılımcılar

Araştırmaya haftada 3 gün kuvvet antrenmanı yapan 23 erkek, 7 kadın toplam 30 gönüllü (yaş:  $29.76 \pm 8.54$  yıl; boy:  $181.0 \pm 9.76$  cm; vücut ağırlığı:  $81.65 \pm 16.73$  kg; VKİ:  $24.97 \pm 3.31$ ) birey katılmıştır. Araştırmaya alınma kriterleri: Haftada en az 3 gün kuvvet antrenmanı yapmak, araştırmaya gönüllü olarak katılmayı istemek, egzersiz testlerine katılmayı engelleyecek sağlık sorunu bulunmaması, sağlıklı olma, vücut kütle indekslerinin normal sınırlar içerisinde olmasıdır. Araştırmadan çıkarılma kriterleri ise katılımcının araştırmadan çıkarılma isteği, bireyin bitkinliğe ulaşmamasıdır.

### Ölçümler

Araştırma kapsamında gönüllülerin boy uzunluğu (cm), vücut ağırlığı (kg), vücut kütle indeksi, vücut yağ (kg), vücut yağ (%), yağsız vücut kütlesi (kg), yağsız vücut kütlesi (%), vücut sıvı (kg), vücut sıvı (%), mineral (kg), mineral (%), protein (kg), protein (%), hücre içi sıvı (kg), hücre dışı sıvı (kg) ve 1 maksimum tekrar (1rm) ölçümleri alınmıştır. Bununla birlikte sağ bacak, sol bacak, sağ kol, sol kol ve gövde empedans değerleri ölçülmüştür.

Gönüllülerin boy uzunluğu  $\pm 1$ mm hassasiyetinde duvara monte edilmiş stadiometre (Holtain, UK) kullanılarak ölçülmüştür.  $VKI = \text{Ağırlık (kg)} / \text{Boy (m)}^2$  formülü kullanılarak hesaplanmıştır<sup>24</sup>. Araştırma kapsamında gönüllülerin vücut ağırlığı (kg), vücut yağ (kg), vücut yağ (%), yağsız vücut kütlesi (kg), yağsız vücut kütlesi (%), vücut sıvı (kg), vücut sıvı (%), mineral (kg), mineral (%), protein (kg), protein (%), hücre içi sıvı (kg), hücre dışı sıvı (kg), sağ bacak, sol bacak, sağ kol, sol kol ve gövde empedans değerleri segmental biyoelektrik empedans analiz (Tanita Body Composition Analyzer, Type BC-418MA, Japan) cihazı kullanılarak ölçülmüştür.

Katılımcılar sadece t-shirt ve şort ile, elleriyle BIA'nın elektrotları tutarken ve çıplak ayakla platform ölçeğinin yüzeyine monte edilmiş 4 kontak elektron üzerine basarak ayakta ölçülmüşlerdir. Tüm ölçümler sabit tek frekanslı akım (50 kHz, 500  $\mu$ A) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. BIA analizörü, üretici tarafından geliştirilen önceden programlanmış özel denklemleri

kullanarak otomatik olarak vücut yağını hesaplamıştır<sup>18</sup>.

Testten önce, tüm katılımcılar cihaz firmasının önerileri doğrultusunda bilgilendirilmişlerdir: a) test öncesinde en az son 3 saat besin veya içecek almama, b) son 12 saat egzersize katılmama, c) son 12 saat alkol tüketmeme, d) mümkünse son 30 dk içinde idrar yapma, e) son 7 gün diüretik almamış olma<sup>18</sup>.

Kuvvet antrenmanları için kullanılacak olan istasyonlara dair 1RM değerlerini belirlemek için bireylere önce hareketin doğru yapılması için uygun açılı, doğru kaldırma ve nefes alma tekniği izah edilmiştir. Katılımcıların 48 saat öncesine kadar ağır bir aktivite yapmamaları istenmiştir. Bireylerin en fazla 3-6 deneme sonucu bir defa kaldırıp ikinci kez kaldıramadıkları ağırlık 1RM değeri olarak kaydedilmiştir. 1RM ölçümleri esnasında deneklere sözlü ve görsel olarak cesaretlendirme ve motivasyon sağlanmıştır. Egzersiz sıralaması 1RM ölçümü ve kuvvet antrenmanları için büyük kas gruplarını takiben küçük kas gruplarını çalıştıracak şekilde planlanmıştır. Katılımcılara ısınma için koşu bandında uyguladıkları, kendi tercih ettikleri hızda 10 dk'lık hafif tempo koşu sonrasında, çalışacak kas gruplarına yönelik germe hareketleri yaptırılmıştır. Çalışacak kasların ısınması için hafif kilolarla ve yorgunluk oluşturmayacak şekilde hareket 10 kez uygulanmıştır. 1RM testi öncesinde literatür dikkate alınarak uygun bir başlangıç ağırlığı belirlenmiş ve başarılı olunan her kaldırıştan sonra kas gruplarına göre ağırlık 1 ila 10 kg arasında arttırılmıştır. Her deneme arasında 1-2 dk'lık dinlenme sağlanmıştır<sup>25</sup>.

### Kuvvet antrenman protokolü

Bireylere bitkinliğe varan uzatılmış kuvvet antrenman protokolü uygulanmıştır. Kuvvet antrenmanı öncesinde bireyler koşu bandında koşu ve germe egzersizlerini içeren 10 dk'lık ısınma uygulamışlardır. İstasyonlar arasında 1 dk'lık ve setler arasında 3 dk'lık dinlenme sağlanmıştır. Katılımcılar her bir istasyon için daha önce ölçülen 1RM'nin %70-85 ağırlığı ile 10-12 tekrar 3 set olarak uygulama yapmışlar. Katılımcılar 4. set için aynı ağırlıklarla bitkinliğe ulaşana kadar hareketi tekrarlamışlardır. Algılanan zorluk derecesi ve bitkinlik düzeyi Borg skalası kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcılar alt ve üst ekstemite kaslarını içeren istasyonları (Chest Press, Leg Extension, Latpull Down Machine, Leg Curl, Shoulder Press, Squat, Row Machine, Triceps Extension, Biceps Curl ve Cruch Machine) sırasıyla uygulamışlardır.

## İstatistiksel analiz

Araştırma kapsamında elde edilen verilerin normallik dağılımını değerlendirmek için, basıklık, çarpıklık<sup>26</sup> ve Shapiro-Wilk testi<sup>27</sup> değerleri dikkate alınmıştır. Verilerin normal dağıldığı tespit edilerek parametrik test olan Paired Sample-T testi kuvvet antrenmanı öncesi ve sonrası değerlerini kıyaslamak için kullanılmıştır. Verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde SPSS v.24 paket programı kullanılmıştır.

## BULGULAR

Kuvvet antrenmanının biyoelektrik empedans üzerine etkileri incelemek amacıyla araştırmaya haftada 3 gün kuvvet antrenmanı yapan 23 erkek, 7 kadın toplam 30 gönüllü (yaş:  $29.76 \pm 8.54$  yıl; boy:  $181.0 \pm 9.76$  cm; vücut ağırlığı:  $81.65 \pm 16.73$  kg; VKİ:  $24.97 \pm 3.31$  kg/m<sup>2</sup>) birey katılmıştır. Çalışmaya

katılan gönüllülerin antrenman öncesi ve sonrası BIA ölçümleri Tablo 1.'de verilmiştir.

Çalışmaya katılan gönüllülerin; vücut ağırlığı (kg), vücut yağ (kg), vücut yağ yüzdesi, yağsız vücut kütlesi (kg), yağsız vücut kütlesi yüzdesi, vücut sıvı (kg), vücut sıvı yüzdesi, mineral (kg), mineral yüzdesi, protein (kg), protein yüzdesi, hücre içi sıvı (kg) ve hücre dışı sıvı (kg) miktarı antrenman öncesi ve sonrasında benzer olduğu tespit edilmiştir. Antrenman öncesi ve sonrası alınan BIA ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Çalışmaya katılan gönüllülerin antrenman öncesi ve sonrası empedans değerleri Tablo 2.'de verilmiştir. Çalışmaya katılan gönüllülerin; sağ bacak, sol bacak, sağ kol, sol kol ve gövde empedans değerleri antrenman öncesi ve sonrası benzer olduğu tespit edilmiştir. Antrenman öncesi ve sonrası alınan empedans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 1. Biyoelektrik empedans analizi (BIA) ölçümleri**

(n=30)	AÖ (Ort ± SS)	AS (Ort ± SS)	t	p
Vücut Ağırlığı (kg)	81.65 ± 16.73	81.55 ± 16.68	1.125	.270
Vücut Yağ (kg)	14.09 ± 6.76	13.84 ± 6.93	.794	.433
Vücut Yağ (%)	17.44 ± 7.09	16.86 ± 7.61	1.182	.247
Yağsız Vücut Kütlesi (kg)	67.56 ± 15.51	67.71 ± 16.08	-.461	.649
Yağsız Vücut Kütlesi (%)	82.57 ± 7.90	82.58 ± 8.22	-.018	.985
Vücut Sıvı (kg)	49.47 ± 11.33	49.51 ± 11.74	-.163	.872
Vücut Sıvı (%)	60.41 ± 5.79	60.51 ± 5.93	-.365	.718
Mineral (kg)	4.87 ± 1.11	4.85 ± 1.17	.349	.729
Mineral (%)	5.81 ± 0.85	8.80 ± 0.87	.063	.950
Protein (kg)	13.29 ± 3.13	13.48 ± 3.32	-1.236	.226
Protein (%)	16.22 ± 1.55	16.25 ± 1.62	-.324	.748
Hücre İçi Sıvı (kg)	21.00 ± 4.79	21.07 ± 5.02	.875	.389
Hücre Dışı Sıvı (kg)	28.64 ± 6.54	28.61 ± 7.42	.962	.344

AÖ: Antrenman Öncesi, AS: Antrenman Sonrası, Ort±SS: Ortalama ± Standart Sapma

**Tablo 2. Biyoelektrik empedans analizi (BIA) empedans değerleri**

(n=30)	AÖ (Ort ± SS)	AS (Ort ± SS)	t	p
Sağ Bacak	238.13 ± 36.93	236.17 ± 36.61	.962	.344
Sol Bacak	240.73 ± 35.43	239.90 ± 32.98	.285	.778
Sağ Kol	284.07 ± 54.55	278.20 ± 53.96	1.131	.267
Sol Kol	278.83 ± 56.71	282.43 ± 67.92	-.441	.663
Gövde	531.27 ± 104.10	504.57 ± 138.04	1.409	.169

AÖ: Antrenman Öncesi, AS: Antrenman Sonrası, Ort±SS: Ortalama ± Standart Sapma.

## TARTIŞMA

Günümüzde vücut kompozisyonunu ölçmek için farklı yöntemler kullanılmakta ve geliştirilmektedir. Bu yöntemler arasında maliyetinin düşük olmasından dolayı BIA ölçümleri daha sık tercih edilmekte ve

kullanılmaktadır<sup>3,28-31</sup>.

Çalışmaya katılan gönüllülerin yaş ortalamaları  $29.76 \pm 8.54$  yıl, boy uzunluk ortalamaları  $181.0 \pm 9.76$  cm ve vücut kütle indeksleri  $24.97 \pm 3.31$  kg/m<sup>2</sup> olarak tespit edilmiştir. Çalışmaya katılan gönüllülerin vücut ağırlığı ve BIA ilk ve son test ölçümleri için

antrenman öncesi ve sonrası alınan BIA ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ). LaPlante ve ark.<sup>20</sup> 2 setlik 20'şer sınav, squat ve mekik hareketlerini içeren akut kalistenik egzersizler öncesi ve sonrası yapılan BIA ölçümlerinin benzer olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Goss ve ark.<sup>19</sup> yapmış oldukları çalışmalarında bisiklet ergometresi testi öncesi ve sonrası aldıkları BIA ölçümleri sonucunda vücut yağ yüzdesinin erkeklerde %0,4 ve kadınlarda %1,2 oranında azaldığını, fakat bu değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Romanowski ve ark.<sup>23</sup> direnç egzersizlerinin BIA sonuçlarını anlamlı düzeyde etkilediği bildirilmiştir. Araştırmalarında vücut yağ %'nin anlamlı olarak direnç egzersizleri sonrasında azaldığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte egzersiz bağlı olarak terlemeyle birlikte sıvı kaybı beklenirken, araştırmalarında vücut kütlelerinin 72.6 kg dan 72.7 kg'a anlamlı olarak arttığını bulmuşlardır. Araştırmamız protokolüne benzer şekilde egzersiz esnasında 500 ml dışardan alınan sıvının bu artışa neden olduğu düşünülmektedir.

Aerobik egzersizler üzerine yapılan araştırmalar da çelişkili sonuçlar sunmaktadır. Liang ve Norris<sup>21</sup> ortalama yaşları  $28.4\pm 7.5$  yıl olan erkeklerde 30 dakikalık orta şiddette % 83 maksimal kalp atım hızında yoğun koşu bandı egzersizinin BIA ile ölçülen vücut kompozisyonunu etkilemediğini bildirmişlerdir. Andreacci ve ark.<sup>32</sup> ise maksimal koşu bandı egzersiz testinin BIA ölçümleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, vücut kütle, vücut yağ %, toplam vücut su ağırlığının koşu bandı egzersiz testi öncesi ve sonrasında benzer olduğunu bildirmişlerdir. Fakat 2013 yılında yayınladıkları diğer bir araştırmada <sup>33</sup> %70 ve % 80 maksimal kalp atım hızında yapılan 30 dakikalık bisiklet egzersizleri sonrasında vücut yağ %'nde (%0.3 - %1.4) anlamlı azalma olduğunu bildirmişlerdir ( $p<0.04$ ). Benzer şekilde Romanowski ve ark.<sup>23</sup> koşu bandında %60 ve % 70 maksimal kalp atım hızında uygulanan 45 dk'lık egzersiz sonrasında ve 1RM'nin %65 ve % 75'nde 8-12 tekrarlı 3 set olarak uygulanan kuvvet antrenmanları sonrasında vücut yağ %'nin anlamlı olarak düştüğünü bildirmişlerdir. 60 dakika boyunca orta şiddette uygulanan aerobik egzersizin BIA empedans ölçümleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; egzersiz sonrasında 1., 10., 20. ve 30. dakikalarda ölçülen vücut yağı anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Ancak 40., 50. ve 60. dakikalarda ölçülen vücut yağı ise artmasına rağmen istatistiksel

olarak anlamlı değildir<sup>34</sup>.

Garby ve arkadaşları<sup>35</sup> ise hafif şiddetteki aerobik egzersizlerin BIA ölçümlerini etkilemediğini, orta ve yüksek şiddetteki egzersizlerin farklı mekanizmalarla ölçülen empedansı etkileyebileceğini bildirilmiştir. Dehghan ve Merchant<sup>9</sup> 90-120 dakika süren orta şiddetteki jogging ve bisiklete binmenin; ölçülen empedansı 50 ile 70  $\Omega$  düşürebileceği ve bunun sonucu olarak yağsız kas kütlelerinin yaklaşık 12 kg'lık fazla ölçülebileceği bildirmiştir. Bu nedenle ölçüm hatalarını azaltmak için, BIA ölçümlerinin orta ve yüksek şiddetteki egzersizlerden saatler sonra yapılması önermektedirler. Maraton sporcularının koşu öncesi ve sonrası BIA ölçüm sonuçlarının karşılaştırıldığı bir çalışma sonucunda; maraton sonrası ölçülen empedans değerinin, maraton öncesi ölçülen empedans değerinden anlamlı olarak daha fazla olduğu tespit edilmiştir<sup>36</sup>. Araştırmamız sonucunda da kuvvet antrenmanı sonrasında ölçülen gövde empedans değerlerinin 26.7  $\Omega$  azaldığı tespit edilmiştir. Fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Spor salonlarında, kliniklerde vb. gerek kullanım kolaylığı gerekse maliyetinin düşük olması nedeniyle yaygın olarak kullanılan BIA ölçümlerinin, bitkinliğe varan kuvvet antrenmanı öncesi veya sonrası anlamlı olarak değişmediği, bununla birlikte değişikliklerin bireyler arasında farklılık gösterebileceği öngörülmektedir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre de bitkinliğe varan kuvvet antrenmanı sonrasında segmental BIA empedans değerleri ve vücut yağ%'si azalmaktadır. Fakat bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Vücut yağ%'ne ilişkin veriler incelendiğinde bireylerin farklı şekilde etkilendiği tespit edilmiştir. Bazı katılımcıların egzersiz sonrasında vücut yağ%'leri artarken, bazılarında düşüş gözlemlenmiştir. Diğer taraftan bu farklılıklar minimal düzeydedir ve egzersize bağlı BIA değerlerine dair değişiklik için bir trend yansıtmamaktadır.

Katılımcıların test öncesindeki antrenman ve beslenme durumlarının kontrol altına alınmaması bu araştırmanın kısıtlılığıdır. Diğer taraftan dehidrasyon durumu BIA empedans ölçüm sonuçlarını etkileyebilmektedir<sup>16</sup>. İdrar testleri ile hidrasyon durumunun tespit edilememesi bu araştırmanın diğer bir kısıtlılığıdır.

Literatürde de akut egzersizin BIA ölçümleri üzerine etkilerine dair çelişen sonuçlar bulunmaktadır. Bu nedenle kullanım yönergelerinde bildirilen son 12 saat

egzersize katılmamış olma kriterinin geçerliliğini kanıtlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

**Yazar Katkıları:** Çalışma konsepti/Tasarımı: TM; Veri toplama: AI, TM; Veri analizi ve yorumlama: AI, TM; Yazı taslağı: AI, TM; İçeriğin eleştirel incelenmesi: AI, TM; Son onay ve sorumluluk: AI, TM; Teknik ve malzeme desteği: TM; Süpervizyon: TM; Fon sağlama (mevcut ise): yok.

**Bilgilendirilmiş Onam:** Katılımcılardan yazılı onam alınmıştır.

**Hakem Değerlendirmesi:** Dış bağımsız.

**Çıkar Çatışması:** Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemişlerdir.

**Author Contributions:** Concept/Design: TM; Data acquisition: AI, TM; Data analysis and interpretation: AI, TM; Drafting manuscript: AI, TM; Critical revision of manuscript: AI, TM; Final approval and accountability: AI, TM; Technical or material support: TM; Supervision: TM; Securing funding (if available): n/a.

**Informed Consent:** Written consent was obtained from the participants.

**Peer-review:** Externally peer-reviewed.

**Conflict of Interest:** Authors declared no conflict of interest.

**Financial Disclosure:** Authors declared no financial support

## KAYNAKLAR

- Wagner DR, Heyward VH. Techniques of body composition assessment: A review of laboratory and field methods. *Res Q Exerc Sport*. 1999;70:135-49.
- Deurenberg P, Deurenberg-Yap M, Schouten F. Validity of total and segmental impedance measurements for prediction of body composition across ethnic population groups. *Eur J Clin Nutr*. 2002;56:214-20.
- Sung R, Lau P, Yu C, Lam P, Nelson E. Measurement of body fat using leg to leg bioimpedance. *Arch Dis Child*. 2001;85:263-7.
- Segal KR, Burastero S, Chun A, Coronel P, Pierson Jr RN, Wang J. Estimation of extracellular and total body water by multiple-frequency bioelectrical-impedance measurement. *Am J Clin Nutr*. 1991;54:26-9.
- Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, et al. Bioelectrical impedance analysis—part ii: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004;23:1430-53.
- Schneider PL, Bassett Jr DR, Thompson DL, Crouter SE. Bioelectrical impedance for accuracy detecting body composition changes during an activity intervention. *Transl J Am Coll Sports Med*. 2017;2:122-8.
- Coppini LZ, Waitzberg DL, Campos ACL. Limitations and validation of bioelectrical impedance analysis in morbidly obese patients. *Cur Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8:329-32.
- Scharfetter H, Schlager T, Stollberger R, Felsberger R, Hutten H, Hinghofer-Szalkay H. Assessing abdominal fatness with local bioimpedance analysis: Basics and experimental findings. *Int J Obes*. 2001;25:502-11.
- Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutr J*. 2008;7:26.
- Chumlea W, Guo SS. Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions. *Nut Res*. 1994;52:123-31.
- Swartz AM, Evans MJ, King GA, Thompson DL. Evaluation of a foot-to-foot bioelectrical impedance analyser in highly active, moderately active and less active young men. *Br J Nutr*. 2002;88:205-10.
- Pietrobelli A, Heymsfield S. Establishing body composition in obesity. *J Endocrinol Invest*. 2002;25:884-92.
- Ward LC, Heitmann BL, Craig P, Stroud D, Azinge E, Jebb S et al. Association between ethnicity, body mass index, and bioelectrical impedance: Implications for the population specificity of prediction equations. *Ann N Y Acad Sc*. 2000;904:199-202.
- Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:423-7.
- Plowman SA, Smith DL. Exercise physiology for health fitness and performance, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins. 2013.
- Demirkan E, Koz M, Kutlu M. Sporcularda dehidrasyonun performans üzerine etkileri ve vücut hidrasyon düzeyinin izlenmesi. *Sportmetre*. 2010;8:81-92.
- Ploutz-Snyder L, Convertino V, Dudley G. Resistance exercise-induced fluid shifts: Change in active muscle size and plasma volume. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 1995;269:R536-R543.
- Dixon CB, Andreacci JL. Effect of resistance exercise on percent body fat using leg-to-leg and segmental bioelectrical impedance analysis in adults. *J Strength Cond Res*. 2009;23:2025-32.
- Goss FL, Robertson RJ, Dube J, Rutkowski J, Andreacci J, Lenz B et al. Does exercise testing affect the bioelectrical impedance assessment of body composition in children? *Pediatr Exerc Sci*. 2003;15:216-22.
- LaPlante J, Nice T, Esselstrom A, Reeves T. Effects of acute exercise on the measurement of body composition. *Int J Exerc Sci* 2016;8:4.
- Liang M, Norris S. Effects of skin blood flow and temperature on bioelectric impedance after exercise. *Medicine and science in sports and exercise*. 1993;25:1231-9.
- Dixon C, Andreacci J, Ledezma C. Effect of aerobic exercise on percent body fat using leg-to-leg and segmental bioelectrical impedance analysis in adults. *Int J Body Compos Res*. 2008;6:27.
- Romanowski KL, Fradkin AJ, Dixon CB, Andreacci JL. Effect of an acute exercise session on body composition using multi-frequency bioelectrical impedance analysis in adults. *J Sports Sci Med*. 2015;3:171-8.
- ACSM. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2013.

25. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1rm strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport*. 2009;12:310-6.
26. Tabachnick BG, Fidell LS. *Using multivariate statistics*, Boston, Allyn & Bacon/Pearson Education,2007.
27. Shapiro SS, Wilk MB. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*. 1965;52:591-611.
28. De Lorenzo A, Sorge R, Candeloro N, Di Campli C, Sesti G, Lauro R. New insights into body composition assessment in obese women. *Can J Physiol Pharmacol*. 1999;77:17-21.
29. Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women. *Am J Clin Nutr*. 1999;69:603-7.
30. Bandini L, Vu D, Must A, Dietz W. Body fatness and bioelectrical impedance in non-obese pre-menarcheal girls: Comparison to anthropometry and evaluation of predictive equations. *Eur J Clin Nutr*. 1997;51:673-7.
31. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr*. 1996;64:436-48.
32. Andreacci J, Dixon C, Lagomarsine M, Ledezma C. Effect of a maximal treadmill test on percent body fat using leg-to-leg bioelectrical impedance analysis in children. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006;46:454-7.
33. Andreacci J, Nagle T, Fitzgerald E, Rawson E, Dixon C. Effect of exercise intensity on percent body fat determined by leg-to-leg and segmental bioelectrical impedance analyses in adults. *Res Q Exerc Sport*. 2013;84:88-95.
34. Nickerson BS. Time course toward baseline of hand-to-foot bio measures following an acute bout of aerobic exercise. *Int J Exerc Sci* 2018;11:640-7.
35. Garby L, Lammert O, Nielsen E. Negligible effects of previous moderate physical activity and changes in environmental temperature on whole body electrical impedance. *Eur J Clin Nutr*. 1990;44:545-6.
36. Cutrufello PT, Dixon CB, Zavorsky GS. Hydration assessment among marathoners using urine specific gravity and bioelectrical impedance analysis. *Res Sports Med*. 2016;24:219-27.