

MENSTRUAL DÖNGÜNÜN VE ORAL SU ALIMININ TOTAL VÜCUT SUYU VE VÜCUT KOMPOZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ: BİYOELEKTRİK İMPEDANS ANALİZİ

Tahir HAZIR*, Sultan HARBLİ*, Sinem MAVİLİ*, Mehmet PENSE*,
Caner AÇIKADA*, Dursun GÜLER**

* Hacettepe Üniversitesi Spor Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu

** Süleyman Demirel Üniversitesi Burdur Eğitim Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Bölümü

ÖZET

Bu çalışmanın amacı; menstrual döngü ve oral yolla alınan su esnasında vücut kompozisyonu ve total vücut suyunda meydana gelen değişimleri biyoelektrik impedans analizi (BİA) ile incelemektir. 20-32 yaşında (boy = 162.03±6.67 cm, VA = 55.99±6.08 kg, Vücut Kitle İndeksi (VKİ) = 21.30±1.75 kg/m²) 23 sağlıklı bayan deneğin menstrual döngünün üç farklı fazında (MF=Mens, MFF= Midfolliküler Faz, LF=Luteal Faz) ve luteal faz döneminde vücut ağırlığının % 2'sine karşılık gelen su alımı öncesi (SuÖ) ve sonrasında (SuS) ayaktan ayağa BİA yöntemiyle impedans değerleri, vücudun yedi bölgesinden total deri kıvrımı kalınlıkları ölçülmüştür. İmpedans değerlerinden vücut yağ yüzdesi (VYY), yağsız vücut kitlesi (YVK) ve iki farklı modelle total vücut suyu (TVS) kestirilmiştir. Döngünün değişik fazlarında VA, VYY, YVK ve impedansta anlamlı bir değişim saptanmamıştır (p>0.05). MF'deki TDK, MFF ve FF'den önemli derecede yüksek bulunmuştur (p< 0.01). TVS'yi kestiren model arasında önemli bir fark saptanmamıştır (p>0.05). Menstrual döngünün farklı fazlarında her iki modelle kestirilen TVS'de anlamlı bir değişim bulunmamıştır (p>0.05). TVS üzerinde Model x Faz etkileşimi de anlamlı değildir (p>0.05). SuS VA, VKİ, impedans (SuÖ = 558.82 ± 45.01 SuS = 573.95 ± 46.21 ohm) önemli miktarda artmıştır (p<0.01). SuS BİA'dan hesaplanan yağsız vücut kütlesinde (YVK) (0.25±0.12 kg), yağ kütlesinde (YK) (0.84±0.14 kg) ve vücut yağ yüzdesinde (VYY) (% 1.04±0.19) küçük ancak istatistiksel olarak önemli artış gözlenmiştir (p<0.01). TVS'nu kestiren modeller arasında önemli bir fark saptanmamıştır (p>0.05). SuS TVS, SuÖ'den

Geçiş tarihi : 19.01.2004

Yayına kabul tarihi : 19.07.2004

önemli miktarda düşük kestirilmiştir ($p < 0.01$). Model x Faz etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0.01$). Bir modelde SuS TVS'daki değişim negatif diğerinde pozitif olarak kestirilmiştir. Bu bulgular; BIA'nin bilinmeyen hidrasyon durumlarında TVS ve vücut kompozisyonu bileşenlerinin kestirilmesinde güvenilir ve uygun bir yöntem olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoelektrik İmpedans Analizi, Menstrual Döngü, Vücut Kompozisyonu, Total Vücut Suyu.

EFFECT OF MENSTRUAL CYCLE AND OF WATER INTAKE ON TOTAL BODY WATER AND BODY COMPOSITION: BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the change of total body water (TBW) and body composition during menstrual cycle, and the influence of drinking water on body impedance measurement and its effect on the change of Total Body Water (TBW) and body composition. Sum of skinfold thickness (SST) measured at seven sites of body, and impedance measured by foot-to-foot Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) were recorded in 23 healthy women subjects (ages = 20-32 years, height = 162.03 ± 6.67 cm, body weight (BW) = 55.99 ± 6.08 kg, Body Mass Index (BMI) = 21.30 ± 1.75 kg/m²) during their three phases of menstrual cycle (M=Menstrual phase, MF=Midfollicular phase, L=Luteal phase), and pre (PreW) and post (PostW) intake water of 2.0 % body mass. Body fat percent (BF%) and fat free mass (FFM) estimated by impedance measurements. TBW estimated by two different regression models. There were no significant difference in body weight, BF%, FFM, and impedance among phases ($p > 0.05$). SST in M phase was significantly higher than MF and L phases ($p < 0.01$). There were no significant differences between two estimated TBW regression models ($p > 0.05$). There was no significant change of TBW during three phases of menstrual cycle ($p > 0.05$). The Model x Phase interaction was nonsignificant on TBW ($p > 0.05$). Comparing the PreW condition, the effect of the PostW condition on the BW, BMI and impedance (PreW = 558.82 ± 45.01 , PostW = 573.95 ± 46.21 ohm) were significantly higher ($p < 0.01$). PostW condition in fat free mass (0.25 ± 0.12 kg), fat mass (0.84 ± 0.14 kg) and body fat percent (1.04 ± 0.19 %) estimated by BIA were small but significantly increased ($p < 0.01$). There was no significant difference between two estimated TBW regression models ($p > 0.05$). On the other hand; TBW was significantly lower than the PreW condition ($p < 0.01$). The Model x Pre-Post Phase interaction was significant ($p < 0.01$). Change of TBW was negative PostW condition in one model but positive in other model. In conclusion, the results indicated that estimation of TBW and body composition using BIA under condition of unknown hydration status may not be reliable and a suitable method.

Key Words: Bioelectrical Impedance Analysis, Menstrual Cycle, Body Composition, Total Body Water.

GİRİŞ

Vücut kompozisyonu elit atletlerin fizyolojik profilinin önemli bir bileşenidir. Vücut kompozisyonu; vücut yoğunluğu, total vücut suyu veya vücut mineral içeriği ölçülerek çeşitli modeller (Heyward ve Stolarczyk, 1996) ve yöntemler (Lukaski, 1987) üzerinden değerlendirilmektedir. Vücut kompozisyonunun saptanmasında kullanılan yaygın yöntemlerden biri, biyoelektrik impedans analizidir (BİA). Bu yöntem; klinikte, spor fizyolojisinde ve sedanter popülasyonlarda vücut kompozisyonunun ve vücudun hidrasyon durumunun kestirilmesinde ve bu parametrelerde meydana gelen değişimlerin belirlenmesinde kullanılan basit, ucuz ve noninvaziv bir yöntemdir. BIA, insan vücuduna uygulanan elektrik akımına karşı ortaya çıkan İmpedans'ın (direnç) ölçülmesi prensibine dayanır. İmpedans, vücudun boyutları ve kompozisyonu ile yakından ilişkilidir. Teknik olarak vücut sıvılarının ve elektrolitlerinin çok büyük bölümü yağsız vücut kitlesinde (YVK) bulunduğu için elektrik akımına karşı gösterdiği impedans düşük, buna karşılık yağ ve kemik dokununki yüksektir. İmpedans ile total vücut suyu (TVS) (Kushner ve Schoeller, 1986; van Loan ve Maycline, 1987) ve YVK (Lukaski ve ark., 1986; Lukaski ve ark., 1985; Segal ve ark., 1985; Segal ve ark., 1988) arasında kuvvetli ilişkiler saptanmıştır. Bu ilişkilere bağlı olarak impedans ölçümleri üzerinden hem TVS hem de vücut kompozisyonu bileşenleri belirlenebilmektedir.

İnsan vücudu homojen ve düzgün geometriye sahip olmayan üç farklı uzunlukta ve çapta silindirik iletken (kollar, bacaklar ve gövde) olarak düşünülebilir. Total vücut impedans'ının % 46'sının kollardan, % 44'ünün bacaklardan ve vücut ağırlığının ortalama % 46'sını temsil etmesine rağmen % 10'unun gövdeden kaynaklandığı saptanmıştır (Hannan ve ark., 1994). İnsan vücudu BİA'nın teorik temelini oluşturan tek ve homojen iletken prensibine aykırı olmakla beraber, TVS ve vücut kompozisyonunu saptamada güvenilirliğinin (Segal ve ark., 1988; Wu ve ark., 1994; Vehrs ve ark., 1998) ve geçerliğinin (Kushner ve ark., 1990; van Marken Lichtenbelt ve ark., 1994) yüksek olduğu gösterilmiştir. BİA'da impedans ölçümlerini etkileyen faktörler tam olarak saptanmamıştır. Vücudun sıvı içeriği veya değişik hidrasyon seviyeleri gibi faktörler impedans değerlerini etkileyebilir (Bernies ve Keller, 2000). Biyolojik sistemlerdeki su ve/veya iyon konsantrasyonlarının impedans ölçümlerini önemli ölçüde etkilediği saptanmıştır (Khaled ve ark., 1988). Bu nedenle TVS'yi ve elektrolit dağılımını etkileyen değişik hidrasyon durumları impedans değerlerinde önemli değişimlere neden olabilir. Gerçekten de gerek klinikte (Bernies ve Keller, 2000; Sodenberg ve ark., 2001) gerekse spor fizyolojisinde (Koulmann ve ark., 2000) oluşturulan değişik hidrasyon durumlarında BİA'nın TVS ve vücut kompozisyonundaki (Broeder ve ark., 1997; Demura ve ark., 2002; Ross ve ark., 1989) değişim-

lere karşı duyarlılığı konusunda ciddi kuşkular mevcuttur. Bu durum özellikle sporcular için önem taşır. Vücudun hidrasyon durumundaki değişimler (kilo düşme, terleme, sıvı tüketimi) BİA aracılığıyla vücut kompozisyonunun doğru olarak saptanmasına engel olabilir.

Menstrual döngü esnasında meydana gelen hormonal dalgalanma; sıvı tutulması nedeniyle vücut ağırlığında artışa (Dadlani ve ark., 1982; Janowsky ve ark., 1973), serum potasyum ve sodyum konsantrasyonundaki artış nedeniyle su dağılımı ve elektrolit dengesinde değişime (Janowsky ve ark., 1973), progesteron hormonunun termogenik etkisi nedeniyle vücut ve deri sıcaklığında artışa (Stephenson ve ark., 1982) ve total enerji alımında, sodyum tüketiminde ve diyetdeki karbonhidrat/protein oranında değişime (Dalvit, 1982) neden olabilmektedir. Menstrual döngü esnasında ortaya çıkan bir dizi hormonal ve fizyolojik değişim BİA ile saptanan impedansa yansiyabilir. Buna bağlı olarak menstrual döngü esnasında TVS ve vücut kompozisyonu bileşenlerinde ortaya çıkan değişimler izlenebilir. Diyetten bağımsız olarak hormonal dalgalanmadan kaynaklanan TVS ve vücut kompozisyonu bileşenlerindeki değişimler, özellikle sıklet sporlarında mücadele eden bayan sporcuların yarışma kilolalarını ayarlamalarında önem taşır.

Bu çalışmanın iki ana amacı vardır; 1) menstrual döngünün farklı fazlarında, 2) oral yolla su alındıktan sonra impedans- ta ve farklı parametreler içeren BİA denklemleri yardımıyla TVS ve vücut

kompozisyonunda meydana gelen değişimleri saptamaktır.

METOD

Denekler: Bu çalışmanın araştırma grubu 20-32 yaşlarında, 28-30 günlük menstrual döngüye sahip, doğum kontrol hapı veya diğer östrojen preparatları kullanmayan, rekreasyonel olarak aktif 27 bayandan oluşturulmuştur. Araştırma grubundaki bayanlara araştırma ile ilgili bilgi verildikten sonra menstrual döngü profilleri bir anket formu ile belirlenmiştir. Deneklerin araştırma periyodu içerisinde fiziksel aktivitelerinde ve beslenme alışkanlıklarında değişiklik yapmamaları, ölçümden en az 24 saat önce alkol tüketmemeleri istenmiştir. Menstruasyon döngüsü düzenli olduğu için fazların belirlenmesinde gün sayım yöntemi kullanılmıştır (Dibrezzo ve ark., 1991). Araştırma süresince deneklerin menstrual döngüleri takip edilmiştir. Denekler her ölçüme bir gecelik açlık sonrasında ve aynı kıyafetler (şort, atlet) ile gelmişlerdir. Tüm ölçümler sabah 9.30 - 10.30 saatleri arasında yapılmıştır. Ölçümlere menstruasyon fazlarının herhangi birinden başlanmış ve böylece fazlara ait ölçümler rastgele sıra ile tamamlanmıştır. Ölçüm periyodu esnasında menstrual döngüsünde sapma ortaya çıkan 2 denek, hastalık nedeniyle ilaç tedavisine başlayan 1 denek ve ölçüme zamanında gelmeyen 1 denek araştırmadan çıkarılmış ve araştırma n = 23 denekle tamamlanmıştır.

Antropometri: Boy; stadiyometrede (Holtain Ltd., UK) ± 1 mm hata ile ilk öl-

çüm günü, Vücut Ağırlığı(VA); baskülle (Tanita 401A Japan) ± 0.1 kg hata ile her fazda ölçülmüştür. Deri kıvrımı kalınlıkların skinfold kaliperle (Holtain Ltd., UK) ± 2 mm hata ile Triceps, Biceps, Subscapula, Suprailiac Uyluk ve Baldır olmak üzere 6 bölgeden iki kez ölçülmüştür (Callaway ve ark., 1989). Deri kıvrımı kalınlıklarının tekrarlı ölçümlerde test-tekrar test güvenilirlik katsayıları $R > 0.94$ bulunmuştur. Menstrual fazlarda vücut kompozisyonundaki değişim, altı bölgeden alınan deri kıvrımı kalınlıklarının toplamı ve biyoelektrik impedans analizi ile değerlendirilmiştir. Toplam deri kıvrımı (TDK) kalınlıklarında tekrarlı ölçümlerin ortalaması kullanılmıştır.

Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA):

Biyoelektrik İmpedans Analizi, ayaktan ayağa metodu ile yapılmıştır (Tanita, Model 401A Japan). İmpedans analizörü elektrotların bulunduğu bir tabla, gösterge paneli ve yazıcıdan ibarettir. Ölçümlerden önce elektrotlar sulandırılmış alkolle temizlenip kurulandıktan sonra denek ayak tabanı elektrotlara temas edecek şekilde tablanın üzerine çıkarılmış ve impedans değerleri yazıcı aracılığıyla kayıt edilmiştir. Menstrual döngüye ait ölçümler Mens fazı (MF) 2-3. günler, Midfolüküler Faz (MFF) 7-9.günler ve Luteal Faz (LF) 22-24. günler arasında alınmıştır. Oral yolla su alımına ait ölçümler LF'de alınmıştır. Bunun için LF'ye ait ölçümü takiben her deneğin vücut ağırlığının % 2'si kadar Na içeriği düşük (0.60 mg.L⁻¹) su oral yolla verilmiştir. Denekler suyun yarısını ilk 15 dk kalani-

nı 45 dk içerisinde tükettikten sonra (1 saat sonra) impedans ölçümleri tekrarlanmıştır.

Total Vücut Suyu (TVS), farklı bağımsız değişkenlerle kestiren iki ayrı kestirim modeliyle saptanmıştır. Model 1: $TVS = 4.7 + 0.38 \cdot \text{boy}^2(\text{cm}) / R(\text{ohm}) + 0.18 \cdot VA(\text{kg})$; $R^2 = 0.98$, $SEE = 1.5$ L (Davies ve ark., 1990), Model 2: $TVS = 9.9868 + 0.000723 \cdot \text{boy}^2(\text{cm}) + 0.2822 \cdot VA(\text{kg}) - 0.0153R(\text{ohm}) - 2.3313 \cdot \text{cinsiyet}(e=1, b=0) - 0.1319 \cdot \text{Yaş}(\text{yıl})$ (Van Loan ve Maclin 1990). Yağsız vücut kitlesi (YVK) = $10.43485 + 0.00064602 \cdot \text{boy}^2(\text{cm}) - 0.01397 \cdot R(\text{ohm}) + 0.42087 \cdot VA(\text{kg})$; $R = 0.907$, $SEE = 1.97$ formülüyle kestirilmiştir (Segal ve ark., 1988). Vücut yağ yüzdesi (VYY) = $((VA - YVK) / VA) \cdot 100$ formülüyle hesaplanmıştır.

Biyoelektrik İmpedans Analizörünün

Güvenirligi: Araştırmaya başlamadan önce impedans analizörünün güvenirliliğini saptamak amacıyla $n=19$ erkek ve bayanın (yaş = 26.12 ± 3.21) birbirini takip eden üç gün, bir gecelik açlık sonrası sabah saat 9.30 - 10.30 arası impedans ölçümleri yapılmıştır. Analizöre ait test - tekrar test güvenilirlik katsayısı $R = 0.986$ ($F = 73.28$, $p < 0.01$) ve tekrarlı ölçümlerin ortalamaları arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır ($F = 1.72$; $p > 0.05$). Güvenirlik çalışmasına ait sonuçlar tablo 1'de verilmiştir. Biyoelektrik İmpedans Analizöründe test tekrar test güvenilirlik yüksek ve impedans ölçümleri arasında istatistiksel fark saptanmadığı için menstrual döngünün her fazında tek ölçüm alınmıştır.

Biyoelektrik İmpedans Analizi

Tablo 1. Biyoelektrik İmpedans Analizörünün test-tekrar test güvenilirlik katsayısı ve İmpedans değerleri ($\bar{X} \pm Ss$).

	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	F	R	%95 Güven Aralığı
İmpedans (ohm)	503.58 ± 61.87	506.47 ± 62.82	511.0 ± 65.47	1.72	0.986	0.971 - 0.994

Verilerin Analizi: Tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistiği ($\bar{X} \pm Ss$) yapıldıktan sonra TVS üzerinde menstrual döngünün fazları ve kestirim modellerinin etkisi 3x2'lik (Faz x Model) Tekrarlı Ölçümlerde Çift Yönlü Varyans Analiziyle saptanmıştır. F anlamlı çıktığında farkın hangi fazdan kaynaklandığı Bonferroni Çoklu Karşılaştırma Testi ile araştırılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişki Pearson korelasyon katsayısı ile saptanmıştır. Su almadan önce (SuÖ) ve su alımı sonrası (SuS) İmpedans, VA ve VKI'de meydana gelen değişimleri belirlemek için Tekrarlı Ölçümlerde Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmıştır. Kestirim modellerine bağlı olarak SuÖ ve SuS TVS, YVK, VYY ve yağ kitle (YK)'de meydana gelen değişimler ise 2 x 2'lik (Model x Faz) Tekrarlı Ölçüm-

lerde Çift Yönlü Varyans Analiziyle belirlenmiştir. Tüm istatistiksel işlemler SPSS Paket programında (Ver 10.0) yapılmış ve $p < 0.05$ güven aralığı kullanılmıştır.

BULGULAR

Menstrual döngünün farklı fazlarında ölçülen antropometrik değişkenler ve İmpedans değerlerinin tanımlayıcı istatistik ve ANOVA sonuçları Tablo 2'de gösterilmiştir. Döngünün değişik fazlarında VA, VKI, YVK ve İmpedansda anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($p > 0.05$). Buna karşılık MF'deki TDK, MFF ve LF'den önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p < 0.01$). Menstrual döngünün üç farklı fazında iki farklı modelle kestirilen TVS ve TVS'nin YVK'ya yüzde oranları (% TVS) Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 2. Menstrual döngünün farklı fazlarında antropometrik değişkenler ve İmpedansa ait ANOVA sonuçları ($\bar{X} \pm Ss$).

	MF	MFF	LF	F
VA (kg)	56.28±6.25	56.03±6.17	55.99±6.08	1.86
VKI (kg/m ²)	21.46±1.77	21.30±1.75	21.30±1.75	3.70
TDK (mm)	85.15±18.96	81.49±19.50	81.48±18.78	8.31*
YVK (kg)	43.35±3.79	43.12±3.76	43.16±3.65	1.94
VYY (%)	22.74±2.51	22.80±2.67	22.67±2.90	0.45
İmpedans (ohm)	555.08±42.79	563.82±38.04	558.82±45.01	1.23

* $p < 0.01$; MF, MFF ve LF'den önemli miktarda yüksek (MF: Mens. fazı, MFF: Midfoliküler faz, LF: Luteal faz).

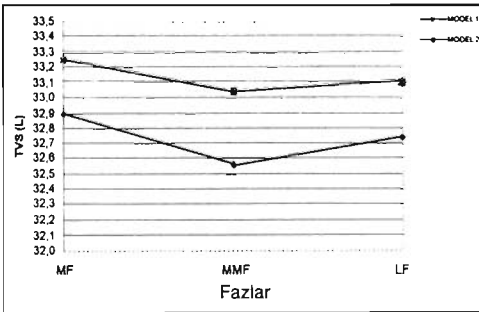
Tablo 3. Menstrual döngünün farklı fazlarında iki ayrı modelle kestirilen TVS ve TVS'nin YVK'ya % oranları ($\bar{X} \pm Ss$).

	MF	MFF	LF
Model 1-TV S (L)	32.89±2.60	32.56±2.61	32.74±2.52
Model 2-TV S (L)	33.25±3.28	33.04±3.28	33.10±3.21
Model 1-% TV S	75.95±1.94	75.58±2.01	75.93±2.67
Model 2-% TV S	76.63±1.56	76.56±1.62	76.60±1.70

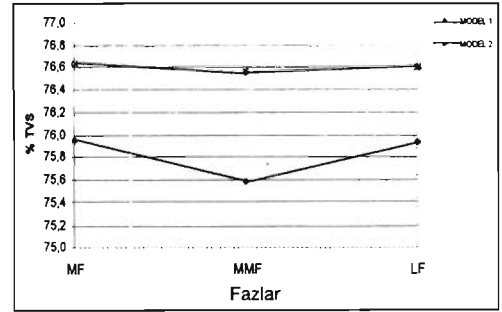
(MF: Mens fazı, MFF :Midfoliküler faz, LF:Luteal faz).

TVS'yi farklı parametrelerle kestiren iki model arasında önemli bir fark saptanmamıştır ($F_{(1,22)} = 0.147$; $p > 0.05$). Aynı şekilde menstrual döngünün farklı fazlarında her iki modelle kestirilen TVS'de de anlamlı bir değişim saptanmamıştır ($F_{(2,44)} = 2.09$; $p > 0.05$). Model x Faz etkileşimi de anlamlı bulunmamıştır ($F_{(2,44)} = 2.89$; $p > 0.05$). (Şekil 1). Benzer şekilde her iki modelden kestirilen TVS'nin YVK'ya yüzde oranları (%TVS) da hem modeller hem de fazlar arasında farklı değildir (Sırasıyla $F_{(1,22)} = 0.121$; $p > 0.05$, $F_{(2,44)} = 0.86$; $p > 0.05$). Şekil

2'de iki modelden hesaplanan % TVS'nin menstrual döngünün farklı fazlarındaki değişimi gösterilmiştir. Her iki modelden hesaplanan % TVS arasındaki farkın menstrual döngünün tüm fazlarında sabit olduğu gözlenmiştir (Model x Faz) ($F_{(2,44)} = 1.96$; $p > 0.05$). Menstrual döngü fazlarında ölçülen impedanslar arasındaki ilişkiler $r = 0.700-0.873$ arasında olup istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.01$) (Tablo 4). Aynı fazlarda diğer değişkenler arasındaki ilişkiler ($r = 0.922-0.996$) daha da yüksektir (Tablo 4).



Şekil 1. İki değişik kestirim modelinden hesaplanan TVS'nin menstrual döngünün fazlarına göre değişimi.



Şekil 2. İki değişik kestirim modelinden hesaplanan % TVS'nin menstrual döngünün fazlarına göre değişimi.

Tablo 4. Menstrual döngünün farklı fazlarında ölçülen değişkenlere ait korelasyon matrisler.

	MF	MFF	LF
İmpedans			
MF	1.0		
MFF	0.873	1.0	
LF	0.700	0.836	1.0
VA			
MF	1.0		
MFF	0.996	1.0	
LF	0.989	0.992	1.0
TDK			
MF	1.0		
MFF	0.955	1.0	
LF	0.966	0.978	1.0
VYY			
MF	1.0		
MFF	0.989	1.0	
LF	0.963	0.975	1.0
YVK			
MF	1.0		
MFF	0.993	1.0	
LF	0.981	0.990	1.0
TVS(Model 1)			
MF	1.0		
MFF	0.949	1.0	
LF	0.858	0.922	1.0
TVS(Model 1)			
MF	1.0		
MFF	0.992	1.0	
LF	0.979	0.989	1.0

Tüm r değerleri; $p < 0.01$

SuS ölçülen VA'nın SuÖ'ye göre değişimi % 1.95 olarak hesaplanmıştır. Bu değişim, verilen su miktarına (VA'nın % 2'si) karşılık gelmektedir. Aynı şekilde su içildikten sonra vücut kitlesinde kg olarak meydana gelen artış da içilen suyun miktarına (1.12 ± 0.12 kg) benzerdir (Tablo 1). Bu değişimlere bağlı olarak SuS VA'daki artış istatistiksel olarak önemli

bulunmuştur ($p < 0.01$). VA'daki önemli değişim SuS VKI'ye de yansımıştır. VKI, SuÖ'ye göre önemli derecede yükselmiştir ($p < 0.01$). SuS ölçülen impedans değerleri homojen olmayıp SuS ile SuÖ impedans farkları bireylere göre önemli değişim göstermiştir (Şekil 3). Genel olarak değerlendirildiğinde SuS impedans SuÖ'ye göre 15.13 ohm artış göstermiş-

tir. Bu artış istatistiksel olarak önemli olup ($p<0.01$), % 2.72'lik bir değişimi temsil etmektedir. İmpedans değerlerindeki değişime bağlı olarak SuS vücut kompozisyonu bileşenlerinde meydana gelen değişimler de önemli bulunmuştur (Tablo 5). SuS YVK, SuÖ'ne göre 0.25 ± 0.12 kg artmış olmasına rağmen anlamlı bulunmuştur ($p<0.01$). YVK'deki bu artış, % 0.58'lik bir değişime karşılık gelmektedir. Bunun yanında YVK ile

karşılaştırıldığında VYY'de meydana gelen değişim daha belirgindir. SuS'da ölçülen VYY SuÖ'de ölçülenden % 4.71 oranında daha yüksektir (Tablo 5). SuS VYY miktarındaki bu artış önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Bu bulgu, BİA'nın VA'nın % 2'sine karşılık gelen miktarda hidrasyon durumundaki değişimleri vücut kompozisyonunda değişim olarak yansıttığını göstermektedir.

Tablo 5. SuÖ ve SuS fazlarında İmpedans'da ve vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimler ($\bar{X}\pm Ss$).

	SuÖ	SuS	Fark	% Değişim	F
VA (kg)	55.99±6.08	57.08±6.17	1.09±0.18	1.95±0.13	2089.66*
VKI (kg / m ²)	21.30±1.75	21.72±1.80	0.42±0.06	1.97±0.18	1137.35*
YVK (kg)	43.18±3.66	43.43±3.64	0.25±0.12	0.58±0.30	89.87*
VYY (%)	22.65±2.91	23.69±2.86	1.04±0.19	4.71±1.35	654.33*
YK (kg)	12.81±2.70	13.65±2.79	0.84±0.14	6.75±1.38	763.84*
İmpedans (ohm)	558.82±45.01	573.95±46.21	15.13±8.69	2.72±1.54	69.58*

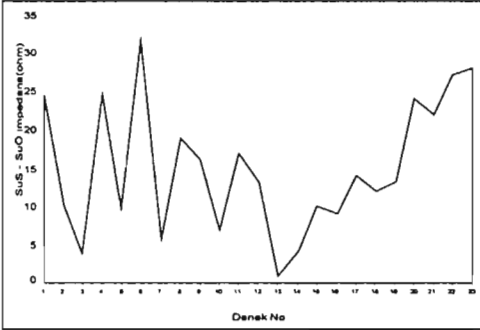
* $p<0.01$

Tablo 6. SuÖ ve SuS fazlarında farklı modellerden kestirilen TVS değerleri ($\bar{X}\pm Ss$).

Model	SuÖ	SuS	Fark	% değişim
Model 1-TV S (L)	32.74±2.52	32.45±2.39	-0.29±0.28	-0.85±0.82
Model 2-TV S (L)	33.11±3.22	33.19±3.18	0.07±0.13	0.24±0.40

SuÖ ile SuS TVS arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. ($F_{(1,22)} = 6.17$; $p<0.01$). VA'nın % 2'sine karşılık gelen miktarda su verilmesine rağmen SuS TVS, SuÖ'ye göre önemli miktarda düşük kestirilmiştir. TVS'nin kestiriminde kullanılan modeller arasında önemli fark saptanmamıştır ($F_{(1,22)} = 4.26$; $p>0.05$) (Tablo 6). TVS'yi kestiren model-

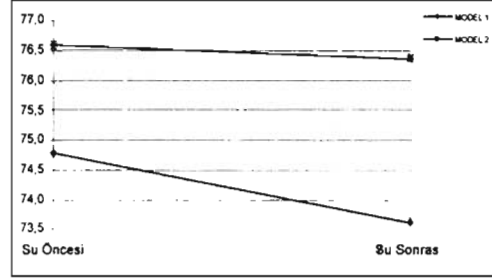
ler arasında fark olmamakla beraber, TVS üzerinde Model x Faz etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F_{(1,22)} = 102.27$; $p<0.01$) (Şekil 6). Bir başka deyişle kestirim modeline bağlı olarak SuÖ ve SuS TVS'de meydana gelen değişimlerin önemli derecede farklı olduğu saptanmıştır. Model 1'de SuS TVS SuÖ'ye göre azalmış, Model 2'de artmıştır (Tablo 6).



Şekil 3. SuS ölçülen impedans'ta SuÖ'ye göre bireysel seviyede meydana gelen değişimler.

TARTIŞMA

Diyet, fiziksel aktivite ve çeşitli patolojik durumlarda TVS ve vücut kompozisyonu önemli ölçüde değişebilmektedir. Bu çalışmada; menstrual döngü esnasında ve oral yolla alınan su sonrasında impedans ölçümlerinde ve buna bağlı olarak TVS ve vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimler, ayakta ayağa BİA ile incelenmiştir. VA'da, VKİ'de, ayakta ayağa BİA ile saptanan impedansda ve impedansa bağlı olarak kestirilen YVK'da ve VYY'de menstrual döngünün farklı fazlarında anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (Tablo 2). YVK ve VYY'nin farklı fazlar arasında yüksek ilişkiye sahip olması (Tablo 4) döngü esnasında bu değişkenlerde rastgele bir değişimin ortaya çıkmadığını gösterir. Bu bulgular daha önce yapılan vücut kompozisyonu bileşenlerini hidrostatik tartım veya antropometrik yöntemlerle saptayan çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur. Dibrezzo ve ark., (1991); mens, ovulasyon ve luteal fazda Sloan



Şekil 4. SuÖ ve SuS farklı modellerle kestirilen TVS'deki değişim.

formülü ile kestirdikleri VYY değerlerinde anlamlı bir fark saptamamışlardır. Benzer şekilde menstrual döngüsü 24-35 gün olan 18-40 yaş arası denekler üzerinde yapılan bir çalışmada da mid-foliküler ve luteal fazda hidrostatik tartımla belirlenen vücut kompozisyonu değerlerinde önemli bir fark gözlenmemiştir (Lebrun ve ark., 1995). Bu çalışmada vücut kompozisyonundaki değişim, vücudun yedi bölgesinden alınan TDK üzerinden de değerlendirilmiştir. MFF ve LF'de ölçülen TDK kalınlıkları benzer olmakla beraber, MF'de ölçülen TDK kalınlıkları MFF ve LF'den önemli miktarda yüksek olduğu gözlenmiştir (Tablo 2). Menstrual döngünün MFF ve LF fazında meydana gelen değişimleri aynı vücut bölgelerine ait TDK kalınlıkları üzerinden değerlendiren bir çalışmanın bulguları (Lebrun ve ark., 1995) da bu çalışmadan elde edilen bulgulara benzerdir.

Öte yandan bütün bu sonuçlar, menstrual döngü esnasında vücut kom-

pozisyonunda önemli bir değişim ortaya çıkmadığının bir kanıtı olarak yorumlanmamalıdır. Çünkü kullanılan metodolojiler bazı sınırlılıklara sahiptir. Menstrual döngü esnasındaki hormonal dalgalanmanın hidrostatik tartımla hesaplanan vücut yoğunluğunda değişime neden olduğuna dair bulgular mevcuttur (Bunt ve ark., 1989). Ayrıca antropometri gibi bölgesel metodolojilerin tüm vücudu dikkate alan metodolojilere göre daha az güvenilir olduğu kabul edilmektedir. Bunun yanında hormonal dalgalanmaya bağlı olarak vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimler, belirlenen fazlarda ortaya çıkmıyor olabilir. Menstrual döngünün farklı fazları dikkate alınmaksızın tüm döngü boyunca her gün ölçülen VA değerlerine bağlı olarak VA'nın en düşük ve en yüksek olduğu zamanlarda saptanan vücut yoğunluğu, VA ve VYY değerleri arasında istatistiksel olarak önemli farklar saptanmıştır (Bunt ve Ark., 1989).

Menstrual döngünün farklı fazlarında ölçülen impedanslar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo 2). Vücut parçalarında ortaya çıkan impedans ile vücuttaki su ve elektrolit dağılımı arasında yakın ilişkiler saptanmıştır (Campos ve ark., 1989; Roos ve ark., 1992; Ross ve Ark., 1989). Bu nedenle biyolojik sistemlerde intra ve ekstrasellüler alan sıvısında veya bu sıvıların oranlarında meydana getirilen değişimler impedans'a yansımaktadır (Deurenberg ve ark., 1989; Roos ve ark., 1992). Menstrual döngünün impedans ölçümleri üzerine etkisi ile ilgili çalışma-

ların sonuçları çelişkilidir. Menstrual döngünün impedans üzerine etkisi ile ilgili bir çalışmada, döngü boyunca impedans'da önemli bir değişim saptanmamıştır (Chumlea ve ark., 1987). Buna karşılık benzer bir çalışmada MF'deki impedansın LF'den önemli derecede yüksek olduğu saptanmış ancak impedanstaki bu farkın vücut kompozisyonu bileşenlerine yansımadağı belirlenmiştir (Gleichauf ve Roe, 1989). Menstrual döngü esnasında ölçülen impedans ve buna bağlı olarak kestirilen vücut kompozisyonunun VA'da ortaya çıkan değişimden önemli ölçüde etkilendiği kabul edilmektedir. VA'da ortaya çıkan değişim de büyük oranda, döngü esnasında hormonal dalgalanmaya bağlı olarak su tutulumu ve TVS'de meydana gelen artıştan kaynaklandığı şeklinde yorumlanmaktadır (Andersch ve ark., 1978; Good 1978). Ancak bu çalışmada elde edilen bulgular menstrual döngü esnasında vücudun su ve elektrolit içeriğinde önemli bir değişim ortaya çıkmadığını göstermektedir. Impedans değerlerine bağlı olarak menstrual döngü boyunca üç fazda kestirilen TVS arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır (Tablo 3). Aynı şekilde döngü boyunca % TVS'de de anlamlı bir değişim gözlenmemiştir (Tablo 3). TVS, birbirinden farklı parametreler içeren modellerle kestirilmiştir. Modeller arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gibi TVS üzerinde Faz x Model etkileşimi de anlamlı bulunmamıştır (Şekil 1 ve 2). Bu sonuç, iki model arasındaki önemsiz farkın menstrual

döngünün tüm fazlarında sabit olduğunu, modellerde TVS kestiriminde fazlara bağlı olarak bir değişimin ortaya çıkmadığını göstermektedir. Farklı fazlardaki TVS'ler arasındaki yüksek ilişkiler de (Tablo 4) bu sonuçları desteklemektedir. Menstrual döngü esnasında TVS'de değişimin ortaya çıkmaması; döngü boyunca meydana gelen hormonal değişimin böbrek tübülüslerinde suyun geri emilimini ve vücut sıvılarında elektrolit dağılımını önemli ölçüde değiştirmedikleri veya ayaktan ayağa impedans metodolojisinin TVS'de ortaya çıkan değişimleri algılamadığı şeklinde yorumlanabilir. Menstrual döngüde rol oynayan hormonların plazma konsantrasyonlarında meydana gelen değişimlerin, TVS üzerinde önemli etkiye sahip olduğuna dair bulgular mevcut olmakla beraber, tüm çalışmalar bu etkinin varlığını desteklememektedir. Mekanizması tam olarak anlaşılammış olmakla beraber, kanda östrojen konsantrasyonundaki artışa paralel olarak vücutta su tutulumunun arttığı; örneğin oral yolla alınan östrojen preparatlarının vücutta su tutulumuna neden olduğu saptanmıştır (Stachenfeld ve ark., 1998, Veille ve ark., 1986). Yüksek östrojen konsantrasyonunun böbreklerden suyun geri emiliminde rol oynayan argininvasopressin (AVP) hormon konsantrasyonunun salınımını ve etkisini artırdığına dair deliller elde edilmiştir (Heritage ve ark., 1980; Stachenfeld ve ark., 1998). Ancak bu konudaki tüm çalışmaların sonuçları östrojenin AVP üzerindeki etkisini desteklememektedir.

Özellikle menstrual döngü esnasında endojen östrojen artışının vücutta su tutulumuna neden olan mekanizmayı aktifleştirip aktifleştirmedikleri çok açık değildir. Döngü boyunca plazma AVP konsantrasyonunun değişmediğini ve erkeklerle bayanların bazal AVP konsantrasyonları arasında fark olmadığını gösteren çalışmaların varlığı (Vokes ve ark., 1988; Zebre ve ark., 1991), östrojenin AVP üzerindeki etkisinin çok açık olmadığını gösterir.

Menstrual döngünün farklı fazlarında impedans değerlerinde anlamlı fark saptanmamakla beraber, luteal faz sonrasında VA'nın % 2'sine karşılık gelen ve oral yolla alınan su, impedansta 15.13 ohm'luk önemli bir artışla sonuçlanmıştır. Su alımı sonrasında impedans değerlerinde meydana gelen değişimlerin hormonal olmadığı, bireysel cevapların oldukça değişken olduğu gözlenmiştir (Şekil 3). Bu bulgular, sıvı alımının impedans üzerine etkisi ile ilgili çalışmaların sonuçlarına benzerdir. Gomez ve ark., 1993; su içildikten 4-90 dk sonra impedans değerlerinde 6.4-10.4 ohm artış saptamışlardır. Benzer şekilde Rising ve ark., 1991; 700 ml su içimini takiben impedansta 10 ohm'luk bir artış olduğunu rapor etmişlerdir. TVS ile impedans arasında kuvvetli negatif ilişki bulunması su alımı sonrasında impedans artışı ile ilişkili görünmekle beraber, alınan suyun kimyasal kompozisyonu önemlidir. Oral yolla verilen içme suyunun elektrolit kompozisyonu, elektrolit içeriği ve osmolaritesi vücut sıvılarına eş değer olan

izotonik çözelti içerisindeki elektrolit miktarı ile karşılaştırıldığında çok düşüktür. Oral yolla alınan su yaklaşık 50 dk içerisinde ekstrasellüler alana dahil olup, öncelikle bu alanda sıvı artışı meydana getirmektedir (Guyton, 1999). Buna bağlı olarak elektrolit kompozisyonu düşük olan sıvı alımının bu alandaki elektrolit konsantrasyonunda düşüşe neden olacağı düşünülebilir. Ekstrasellüler alan sıvısında Na konsantrasyonu ile impedans arasında yüksek negatif ilişki ($r = -0.95$) bulunmuştur (Roos ve ark., 1992). Bu çalışmada vücut sıvılarının osmolaritesindeki değişim ölçülmemiş olmakla beraber, oral yolla alınan su sonrasında impedansta neden artış meydana geldiği anlaşılabilir. Intravenöz olarak % 5'lik NaCl çözeltisi (50.000 mg / L) verilen deneklerde plazma Na konsantrasyonunda önemli artışa paralel olarak impedansta % 4.4 oranında azalma gözlenmiştir (Roos ve ark., 1992). Bunun yanında aynı deneklere % 20 mannitol çözeltisi verildiğinde, vücut sıvısında ve aynı zamanda Na konsantrasyonunda azalmayı takiben impedans değerlerinde artış saptanmıştır. Su ve Na'nın aynı anda azalması (hipohidrasyon-izoosmos durumu) Na konsantrasyonunda net bir değişimle sonuçlanmaz. Na konsantrasyonunun normal değerlerinde bir değişim meydana gelmediği halde impedansın artmış olması, Na konsantrasyonunun BİA analizinde bir faktör olmadığını göstermektedir. Bunun yanında 200 ml çay içildikten sonra impedansda değişim gözlenmemesi buna

karşılık aynı miktarda et suyu içildiğinde impedansta önemli azalmanın saptanmış olması (Deurenberg ve ark., 1988), alınan sıvının miktarının yanında içeriğinde impedans üzerinde etkili olduğunu gösterir. Bu sonuçlar insan vücudunu statik katı iletken kabul eden hipotezi zayıflatırken, iyon değişimine duyarlı iyonik iletken hipotezini güçlendirmektedir. Aynı zamanda bu bulgular, ekstrasellüler alan sıvısının elektrolit içeriğindeki değişimin, biyolojik iletkenlerde impedans ölçümlerini doğrudan etkileyen bir faktör olduğunu da göstermektedir.

SuS impedansda ortaya çıkan değişim, hem YVK hem de VYY'de küçük ancak önemli artışların ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır (Tablo 5). Bu bulgu BİA'da ölçüm öncesi sıvı tüketiminin vücut kompozisyonu bileşenlerinde değişim olarak algılandığını göstermektedir. VYY veya YVK'de bu miktardaki değişimler normal popülasyon için çok anlamlı taşıyabilir ancak kuvvet ve dayanıklılık sporcuları için önemli olabilir. VA'nın % 2'sine karşılık gelen su miktarı 1.12 ± 0.12 kg olarak hesaplanmıştır. Bu miktarda sıvı artışı VA'ya yansımış (1.09 ± 0.18 kg) ancak YVK'de aynı miktarda artış (0.25 ± 0.12 kg) meydana getirmemiştir. Bunun yanında VYY de SuS fazında, SuÖ fazına göre önemli miktarda artmıştır (Tablo 5). Bu artışın VYY için % 4.71'lik bir değişime karşılık geldiği hesaplanmıştır. VA ortalaması 90.1 kg olan erkek deneklere oral yolla 0.5 L saf su verilen bir çalışmada; BİA ve hidrostatik tartım yöntemiyle saptanan

VYY değerlerinde bu çalışmanın aksine önemli bir değişim saptanmamıştır (Tompson ve ark., 1991). Benzer şekilde 700 ml su içirilen ve VA ortalaması 91.7 kg olan deneklerde de impedansta artış olmasına rağmen VYY'de saptanabilir bir değişim gözlenmemiştir (Rising ve ark., 1991). Ancak her iki çalışma da verilen su miktarı (0.5 ve 0.7 L), deneklerin vücut ağırlıkları dikkate alındığında, bu çalışmada verilen su miktarına göre oldukça düşüktür. Saunders ve ark., 1998; 1.89 L sıvı verilen deneklerde hidrostatik tartımla saptanan VYY'de anlamlı bir değişim saptamamış olmalarına karşılık, BIA'da sıvı alımı sonrası VYY'de önemli artış (% 2.3) olduğunu göstermişlerdir. Aynı araştırmacılar egzersizle hipohidrasyon yarattıktan sonra kaybedilen sıvı kadar su içirerek rehidrasyon sağladıklarında da BIA'dan saptadıkları VYY'nin normal hidrasyon seviyesinden yüksek olduğunu gözlemişlerdir (Saunders ve ark., 1998). Sıvı alımının impedans ve vücut kompozisyonu üzerine etkisi ile ilgili bir diğer çalışmanın sonuçlarında bu çalışmada elde edilen sonuçlara paraleldir (Khaled ve ark., 1988). SuS hesaplanan YK miktarı, SuÖ göre 0.84 kg önemli miktarda artış göstermiştir. Bu YK'de % 6.75 oranında önemli bir değişimi temsil etmektedir. YK'deki bu artış verilen su (1.12 kg veya L) miktarına oranlandığında % 75'ine karşılık geldiği hesaplanmıştır. Sıvı alımının YK'de meydana getirdiği bu değişimler benzer bir çalışmanın sonuçlarıyla uyumludur. 1.89 L su verilen erkek deneklerde

YK'nin 1.53 kg arttığı ve bu miktardaki artışın verilen suyun % 85'ine karşılık geldiği hesaplanmıştır (Saunders ve ark., 1998). Verilen su miktarı ile SuS ve SuÖ YK de ortaya çıkan fark arasında $r = 0.684$ önemli ($p < 0.01$) yüksek ilişki saptanmıştır. Buna karşılık verilen su ile impedans değişimi arasındaki ilişki $r = 0.392$ anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Dolayısıyla YK'de meydana gelen artışın impedansdaki değişimden çok su alımı nedeniyle VA'daki değişimden kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü BIA yardımıyla vücut kompozisyonu bileşenlerini kestiren regresyon modellerinde VA bağımsız bir kestirici olarak kullanılmaktadır. Diyet ve egzersize bağlı olarak vücut kompozisyonundaki değişim BIA ile değerlendirildiğinde de benzer sonuç elde edilmiştir. Diyet ve egzersize bağlı olarak vücut kompozisyonundaki değişimin impedans değişiminden çok VA'daki değişimden kaynaklandığı gözlenmiştir (Ross ve ark., 1989).

Oral yolla su alımının TVS'da meydana getirdiği değişimler farklı parametrelerle TVS'nu kestiren regresyon modelleri ile incelenmiştir. İnsan vücudu karmaşık bir geometrik yapı ve kimyasal kompozisyona sahip olduğu için homojen bir iletken değildir. Bu nedenle BIA ile TVS'yi veya YVK'yi kestiren modellerde impedansın yanında antropometrik değişkenler de kestirici olarak kullanılmaktadır. 1.12 L su verildikten sonra her iki modelle kestirilen TVS değerleri, SuÖ'den farklı bulunmuştur (Tablo 6). Elektrolit içeriği düşük bu miktardaki su-

yun impedansta yarattığı önemli artışa bağlı olarak SuS TVS, SuÖ'den önemli miktarda düşük kestirilmiştir. Bunun yanında SuÖ ve SuS arasında TVS de ortaya çıkan değişimler de modelden modele önemli farklılık göstermiştir (Şekil 4). TVS üzerinde Faz x Model etkileşimi istatistiksek olarak anlamlı bulunmuştur. Model 1 SuS TVS'yi düşük kestirirken, vücuttaki hidrasyon seviyesini tam olarak yansıtmamakla beraber, Model 2 yüksek kestirmiştir (Tablo 6). Bu sonuçlar, impedans ölçümlerinin ve impedans ölçümlerinin yanında çeşitli antropometrik değişkenlerin kullanılmasının bile vücutta meydana gelen sıvı değişimlerini tam olarak yansıtmakta yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu nedenle değişik hidrasyon durumlarında BİA'nın TVS'da meydana gelen değişimlere karşı duyarlılığı dikkate alındığında pratik bir yöntem olmadığı kabul edilmektedir (Bernies ve Keller 2000; Koulmann ve ark., 2000; Soderberg ve ark., 2001). Gliserol verilerek hiperhidrasyon oluşturulan deneklerde BİA'dan saptanan TVS değerlerinin hiperhidrasyon durumunun sadece yarısını temsil ettiği saptanmıştır (Koulman ve ark., 2000). Benzer şekilde intravenöz olarak hipertonic tuz çözeltisi verilerek osmolaritenin yükseltildiği ancak TVS'nin sabit tutulduğu bir çalışmada da TVS değişmemesine rağmen impedansta önemli azalma saptanmıştır (Bernies ve Keller, 2000). Aynı çalışmada böbreklerden su çıkarımı bloke edildikten sonra gece boyu saf su verilerek TVS'de önemli miktarda artış sağlandı-

ğında, impedans değerlerinin kontrol ölçümlerine göre önemli miktarda değişmediği gözlenmiştir.

Bu araştırmada ayaktan ayağa BİA ile ölçülen impedans değerlerinden belirlenen vücut kompozisyonu ve TVS'nin menstrual döngünün fazlarına göre değişim göstermediği, ayrıca BİA'nın VA'nın % 2'si kadar su alımından kaynaklanan hidrasyon değişimlerini tam olarak yansıtmadığı saptanmıştır. Bu sonuçlar, vücut kompozisyonu değerlendirmelerinde özellikle tekrarlı ölçümlerde, vücut sıvısında meydana gelebilecek değişimler için önlem alınması ve TVS ile ilgili bulgular yorumlanırken dikkatli olunması gerektiğini göstermektedir.

Yazışma Adresi (Corresponding Address):

Dr. Tahir HAZIR

Hacettepe Üniversitesi,

Spor Bilimleri ve Teknolojisi Y.O.

06532 Beytepe / ANKARA

Elektronik posta: thazir@hacettepe.edu.tr

KAYNAKLAR

- Andersch, B., Hahn, L., Andersson, M. & Isaksson, B. (1978). Body water and weight in with premenstrual tension. **Br. J. Obs. and Gynaec.** 85:546-550.
- Bernies, K.& Keller, U.(2000). Bioelectrical impedance analysis during acute changes of extracellular osmolality in man. **Clin. Nutr.** 19(5):361-366.
- Broeder, C.E., Burrhus, K.A., Svanevik, L.S., Volpe, J. & Wilmore, J.H. (1997). Assessing body composition before and after resistance or endurance training.

- Med. Sci. Sports Exerc.** 29(5):705-712.
- Bunt, J.C., Lohman, T.G. & Boileau A. (1989). Impact of total body water fluctuations on estimation of body fat from body density. **Med. Sci. Sports Exerc.** 21(1): 96-100.
- Callaway, W.C., Chumlea, W.C., Bouchard, C., John, H.H., Lohman, T.G., Martin, A.D., Mitchell, C.D., Mueller, W.H., Roche, A.Q.F., ve Seefeldt, W.D. (1988). Circumferences. In: T.G. Lohman, A.F. Roche, R. Martorell (Eds.) **Antropometric Standardization Reference Manual** (s.39-54). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Campos, A.C., Chen, M. & Meguid, M.M. (1989). Comparison of body composition derived from anthropometric and bioelectrical impedance methods. **J. Am. Coll. Nutr.** 8:484-489.
- Chumlea, W.C., Roche, A.F., Guo, S. & Woyanowska B. (1987). The influence of physiological variables and oral contraceptives on bioelectric impedance. **Hum. Biol.** 59:257-269.
- Dadlani, A.G., Chandwani, S., Desai, C.A. & Pandya, K.D., Serum electrolytes during various phases of menstrual cycle. **Indian J. Physiol. Pharmacol.** 26:302-306.
- Dalvit, P.S. (1982). The effect of the menstrual cycle on patterns of food intake. **Am. J. Clin. Nutr.** 34:1811-1815.
- Davies, P.S.W., Jagger, S.E. & Reilly, J.J. (1990). A relationship between bioelectrical impedance and total body water in young adults. **Ann. Hum. Bio.** 17(5): 445-448.
- Demura, S., Goshi, F. & Nagasawa, Y. (2002). The influence of transient change of total body water on relative body fats based on three bioelectrical impedance analysis methods. Comparison between before and after exercise with sweat loss, and after drinking. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** 42(1): 38-44.
- Deurenberg, P., Kooy, van der K., Leenen, R. & Schouten, F.J.M. (1989). Body impedance is largely dependent on the intra-and-extra cellular water distribution. **Eur. J. Clin Nutr.** 43 845-853.
- Deurenberg, P., Weststrate, J.A., Paymans, I. & Kooy van der, K. (1988). Factors affecting bioelectrical impedance measurement in human. **Eur. J. Clin Nutr.** 42(12): 1017-1022.
- Dibrezzo, R., Fort, I.L. & Brown, B. (1991). Relationships among strength, endurance, weight and body fat during three phases of menstrual cycle. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** 31:89-94.
- Gleichauf, C.N. & Roe, D.A. (1989). The menstrual cycle's effect on the reliability of bioimpedance measurements for assessing body composition. **Am. J. Clin Nutr.** 50:903-7.
- Good, W. (1978). Water relations of the ovarian cycle. **Br. J. Obs. and Gynaec.** 85:63-69.
- Gomez, T., Mole, P.A. & Collins, A. (1993). Dilution of body fluid electrolytes affects bioelectrical impedance measurements. **Sports Med. Training, Rehab.** 4291-298. (Abstract).
- Guyton, A.C., & Hall, J.E. (1999). *Vücut Sıvı Kompartmanları*. Editör: Çavuşoğlu H. **Tıbbi Fizyoloji.** s:297-312. 10. Baskı. Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. İstanbul.
- Hannan, W. J., Cowen, S.J., Fearon, K.C., Plesster, C.E., Falconer, J.S., Richardson, R.A. (1994). Evaluation of multi-frequency bio-impedance analysis for the assessment of extracellular and total body water in surgical patients. **Clin. Sci.** 86: 479-485.
- Heritage, A.S., Stumpf, W.E., Sar, M. & Grand, L.D. (1980). Brainstem catecholamine

- neurons are target sites for sex steroid hormones. **Science**. 207:1377-1379.
- Heyvard V.H., Stolarczyk L.M. (1996). **Applied Body Composition Assessment**. Human Kinetics, Champaign:Illinois.
- Janowsky, D.S., Berens S.C.&Davis J.M.(1973). Correlatins between mood, weight, and electrolytes during menstrual cycle: a rennin-angiotensin-aldesteron hypotthesis of premenstrual tension. **Psychosom Med**. 35:143-153.
- Khaled, M.A., McCutcheon, M.H., Reddy, S., Pearmen, P.L., Hunter, G.R.&Weinsier, R.L. (1988). Electrical impedance in assessing human body composition the BIA method. **Am. Clin Nutr**. 47:789-792.
- Koulmann, N., Jimenez, C., Regal, D., Bolliet, P., Launay, J.C., Savourey, G. & Melin, B. (2000). Use of bioelectrical impedance analysis to estimate body fluid compartments after acute variations of the body hydration level. **Med. Sci. Sports Exerc**. 32(4): 857-864.
- Kushner, R.F., Kunigk, A., Alspaugh, M., Andronis, P. T., Leitch, C.A. & Schoeller, D.A. (1990). Validation of bioelectrical-impedance analysis as a measurement of change in body composition in obesity. **Am. J. Clin. Nutr**. 1990 52(2): 219-223.
- Kushner, R.F. & Schoeller, D.A. (1986). Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. **Am. J. Clin. Nutr**. 44:417-424.
- Lebrun, C.M., McKenzie, D.C., Prior, J.C.&Tanton, J.E. (1995). Effects of menstrual cycle phase on athletic performance. **Med. Sci. Sports Exerc**. 27(3): 437-444.
- Lukaski, H.C. (1987). Methods for assessment of human body composition: traditional and new. **Am. J. Clin. Nutr**. 46: 537-556.
- Lukaski, H.C., Bolonchuk, W.W., Hall, C.B.& Siders, W.A. (1986). Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. **J. Appl. Physiol**. 60:1327-1332.
- Lukaski, H.C., Johnson, P.E., Bolonchuk, W.W.&Lykken G.I.(1985). Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. **Am. J. Clin. Nutr**. 41:810-817.
- Rising, R., Swinburn, B., Larson, K. & Ravussin, E. (1991). Body composition in Pima Indians: validation of bioelectrical impedance. **Am. J. Clin. Nutr**. 53: 594-598.
- Roos, A.N., Westendorp, R.G.J., Frölich, M. & Meinders, A.E. (1992). Tetrapolar body impedance is influenced by body posture and plasma sodium concentration. **Eur. J. Clin. Nutr**. 46: 53-60.
- Ross, R., Leger, L., Martin, P. & Roy, R. (1989). Sensitivity of bioelectrical impedance to detect changes in human body composition. **J. Appl. Physiol**. 67(4): 1643-1648.
- Saunders, M.J., Blevins, J.E. & Broeder, C.E. (1998). Effects of hidration changes on bioelectrical impedance in endurance trained individuals. **Med. Sci. Sports Exerc**. 30(6): 885-892.
- Segal, K.R., Gutin, B., Presta, E., Wang, J.&Van Itallie T.B.(1985). Estimation of human body composition by bioelectrical impedance methods:a comparative study. **J. Appl. Physiol**. 58:1565-1571.
- Segal, K.R., Van Loan, M., Fitzgerald, P.I., Hodgdon, J.A.&Van Itallie T.B. (1988). Estimation of human body composition by bioelectrical impedance analysis:a four site cross-validation study. **Am. J. Clin. Nutr**. 47:7-14.
- Soderberg, M., Hahn, R.G. & Cederholm, T. (2001). Biyoelectrical impedance analysis of acut body water changes in congestive heart failure. **Scand. J. Clin. Lab Invest**. 61(2):89-94.

- Stachenfeld, N.S., DiPietro, L., Palter, S.F. & Nadel, E.R. (1998). Estrogen influences osmotic secretion of AVP and body water balance in postmenopausal women. **Am. J. Physiol.** 274 (Regulatory Integrative Comp. Physiol. 43): R187-R195.
- Stephenson, L.A., Kolka, M.A. & Wilkerson, J.E. (1982). Metabolic and thermoregulatory responses to exercise in menstrual cycle of athletic and non-athletic women. **Med. Sci. Sports Exerc.** 14:270-275.
- Thompson, D.L., Thompson, W.R., Prestridge, T.J., Bailey, J.G., Bean, M.H., Brown, S.P. & McDaniel, J.B. (1991). Effects of hydration and dehydration on body composition analysis: A comparative study of bioelectric impedance analysis and hydrodensitometry. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** 31(4): 565-570.
- Van Loan, M. & Mayclin, P. (1987). Bioelectrical impedance analysis: is it a reliable estimator of lean body mass and total body water? **Hum. Bio.** 59:299-309.
- Van Marken Lichtenbelt, W.D., Westerterp, K.R., Wouters, L. & Luijendijk, S.C. (1994). Validation of bioelectrical-impedance measurement as a method to estimate body-water compartments. **Am. J. Clin. Nutr.** 60(2): 159-166.
- Vehrs, P., Morrow, J.R. & Butte, N. (1998). Reliability and concurrent validity of Futrex and bioelectrical impedans. **Int. J. Sports Med.** 19(8):560-566.
- Veille, J.C., Morton, M.J., Burry, K., Nemeht, M. & Speroff, L. (1986). Estradiol and hemodynamics during ovulation induction. **J. Clin Endocrinol. Metab.** 63:721-724.
- Vokes, T.J., Weiss, N.M., Schreiber, J., Gaskill, M.B. & Robertson, G.L. (1988). Osmoregulation of thirst and vasopressin during normal menstrual cycle. **Am. J. Physiol.** 254 (Regulatory Integrative Comp. Physiol. 23): R641-R-647.
- Wu, Y., Nielsen, D.H., Cassady, S.L., Cook, J.S., Janz, K.F. & Hansen, J.R. (1994). Cross-validation of bioelectrical impedance analysis of body composition in children and adolescent. **Phys. Ther.** 73:320-328.
- Zebre, R.L., Miller, J.Z. & Robertson, G.L. (1991). The reproductibility and heriability of individual differences in osmoregulatory function in normal human subjects. **J. Lab. Clin. Med.** 117:51-59.