

**BİYOELEKTRİK İMPEDANS YÖNTEMİ VE ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER İLE VÜCUT KOMPOZİSYON ANALİZİNİN SEDANTER GENÇ ERKEK VE KADINLARDA KARŞILAŞTIRILMALI OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ**  
**COMPARATIVE EVALUATION OF BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS AND ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS OF BODY COMPOSITION IN SEDENTARY YOUNG MALE AND FEMALE SUBJECTS**

Seda UĞRAŞ<sup>1</sup>, Çağrı ÖZDENK<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji A.D., Yozgat

<sup>2</sup>Artvin Çoruh Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Artvin

**ÖZ**

**Amaç:** Optimal vücut kompozisyonu, sağlıklı vücudu yansıtmaktadır. Uygun olmayan vücut kompozisyonları, diyabet ve obezite gibi sağlık problemleri ortaya çıkarabilir. Klinik ve spor bilimlerinde, farklı amaçlar için vücut kompozisyon analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, biyoelektrik impedans analizini (BIA) kullanarak vücut kompozisyonunun karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi ve korelasyon elde etmek için vücut kompozisyonu ve vücut kitle indeksi (VKİ), bel çevresi ve bel-kalça oranı ile arasındaki ilişkileri incelemektir.

**Gereç ve Yöntem:** Bu çalışmaya yaşları 18 ile 25 arasında değişen toplam 280 sedanter genç erkek (175) ve kadın (105) (erkek yaş:  $21.4 \pm 1.6$  yıl, kadın  $21.3 \pm 1.8$  yıl) katılmıştır. Sonuçların istatistiksel olarak değerlendirilmesinde lineer regresyon analiz yöntemi kullanıldı.

**Bulgular:** Yağ miktarı ile VKİ arasında anlamlı pozitif korelasyon bulundu (erkeklerde  $r = 0.906$   $p < 0.0001$ , kadınlarda  $r = 0.879$   $p < 0.0001$ ). Bununla birlikte, bel kalça oranı ile yağ oranı ( $r = 0.696$ , erkeklerde  $p < 0.0001$  ve  $r = 0.235$ ,  $p = 0.01$  kadınlarda) ve ayrıca bel / kalça oranı ve yağ miktarı arasında düşük ancak anlamlı bir ilişki vardır ( $r = 0.753$  erkeklerde  $p < 0.0001$  ve  $r = 0.318$ ,  $p < 0.0001$  kadınlarda).

**Sonuç:** VKİ ve BIA yöntemi sağlıklı vücut kompozisyonu üzerinde güçlü korelasyon sağlar. BIA, klinik denemelerde sağlıklı ve hastalıklı denekler arasında vücut kompozisyonunu tahmin etmek için kullanılan faydalı bir yöntemdir.

**Anahtar kelimeler:** Vücut Kitle İndeksi, Biyoelektrik İmpedans Analizi, Vücut Kompozisyonu

**ABSTRACT**

**Purpose:** Healthy body should be accompanied by optimal body composition. Impaired body compositions can result many health risks including obesity and diabetes. In medicine and sports science, various methods have been used to estimate optimal body composition that may not contain any potential health problems. The aim of this study was to comparatively evaluate body composition using, bioelectric impedance analysis (BIA) and examine it with body mass index (BMI), waist and waist-to-hip ratio to obtain any possible correlation between these methods.

**Materials and method:** A total of 280 sedentary young subjects (male:  $21.4 \pm 1.6$ , female  $21.3 \pm 1.8$  years) aged 18 through 25 years participated in this study. Linear regression analysis was used for the evaluation of the results. ( $p < 0.05$ ).

**Results:** We have found a significant high positive correlation between fat mass and BMI ( $R = 0.90697$   $p < 0.0001$  in males and  $R = 0.87907$   $p < 0.0001$  in females). However, there is low but significant correlation found between waist to hip ratio and fat ratio was low ( $R = 0.69696$ ,  $p < 0.0001$  in male and  $R = 0.23528$ ,  $p = 0.01$  in female) and waist to hip ratio and fat mass ( $R = 0.75316$ ,  $p < 0.0001$  in male and  $R = 0.31884$ ,  $p < 0.0001$  in female).

**Conclusion:** BMI and BIA method provide strong correlation in healthy body composition. BIA is a useful method used for estimating body composition among healthy and diseased subjects in clinical trials.

**Keywords:** Body Mass Index, Bioelectrical Impedance Analyses, Body Composition

## GİRİŞ

Epidemiyolojik çalışmalarda, vücut kompozisyon analizi ölçümleri özellikle yağ dokusunun miktarı ve dağılımı, spor ve klinik bilimlerinde bireylerin sağlık durumlarının değerlendirilmesinde önemli bir göstere olarak kullanılmaktadır (1-4). Vücut kompozisyonunda meydana gelen değişimler organ ve sistemlerde problemlerin olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir (3). Özellikle enerji metabolizma düzenleyici sistemlerin bozulması diyabet ve obezite gibi çağımızın tehlikeli hastalıklarına neden olmaktadır (5,6). Klinik ve spor bilimlerinde, optimal vücut kompozisyonunu belirlemek için veya bozulan vücut kompozisyonu ve vücut yağ oranında artışların yol açtığı obezite hastalığının belirlenip sınıflandırılması için çok farklı vücut kompozisyon analiz yöntemleri geliştirilmiştir (7-9).

Antropometrik ölçümler basit pahalı olmayan kolay ve güvenilir yöntemler olarak kullanılmaktadır. Bunlar vücut kitle indeksi (VKİ), bel çevresi ölçümleri, bel kalça oranı ölçümleri olup başta obezite, kardiyoloji ve nefroloji olmak üzere birçok klinik bilimlerinde, spor bilimlerinde ve halk sağlığı ile ilgili alanlarda sık olarak bireylerin sağlık durumu hakkında bilgi sahibi olunması amacıyla kullanılmaktadır (10,11). Bununla birlikte 1970'li yıllarda vücut kompozisyonunun dokuların elektrik akımına karşı gösterdiği direnç farkına bağlı olarak kolay ve güvenilir biçimde ölçülüp değerlendirilebileceği ileri sürülmüştür (12). Biyoelektrik impedans analiz (BIA) yönteminin vücut kompozisyon analizindeki güvenilir ölçümleri birçok çalışmada gösterilmiştir (13). BIA ölçümleri klinik uygulamalarda pahalı olmayan ve kolay kullanım sonucunda etkin ölçümler yapabilen önemli bir yöntemdir. Bel çevresi ölçümleri ve bel/kalça oranı ölçümleri özellikle abdominal obezite değerlendirilmesinde kalp krizi risklerinde kullanılan önemli yöntemlerdir (14). VKİ ise kardiyopulmoner fitness değerlendirilmesinde kullanılan önemli bir yöntem olup artan VKİ ile bireylerin fitness kapasitesi arasında negatif lineer korelasyon gösterilmiştir (15).

Bu çalışmanın amacı, BIA kullanarak vücut kompozisyonunun karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesi ve korelasyon elde etmek için vücut kompozisyonu ve VKİ, bel çevresi ve bel-kalça oranı ile karşılaştırmaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmaya Bozok Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde oku-

Tablo I. Çalışmaya katılan erkek ve kadın deneklerin vücut kompozisyon analiz değerlerinin ortalama ( $\pm$ SD) ve minimum maksimum değerleri

	Erkek (n=175)		Kadın (n=105)	
	Ortalama( $\pm$ SD)	min-mak	Ortalama( $\pm$ SD)	min-mak
Bel (cm)	82.16 $\pm$ 7.9	68-107	71.03 $\pm$ 7.0	56-94
Bel/kalça Oranı	0.835 $\pm$ 0.05	0.686-1.022	0.757 $\pm$ 0.05	0.644-0.959
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	22.54 $\pm$ 2.9	16.72-34.02	20.50 $\pm$ 2.86	14.98-33.70
Yağ Oranı (%)	13.52 $\pm$ 5.16	3.1-41	21.32 $\pm$ 7.21	3-45.7
Yağ Miktarı (kg)	9.89 $\pm$ 5.29	1.9-42.2	12.64 $\pm$ 6.58	1.2-47.7
Yağsız Kitle (kg)	60.59 $\pm$ 6.39	42.9-77.8	44.20 $\pm$ 3.9	37.4-58.9
Toplam Vücut Su Miktarı (kg)	42.91 $\pm$ 4.12	29.7-57	31.47 $\pm$ 3.27	25.6-41.8

yan;18-25 yaş arasında 175 sağlıklı, erkek (yaş: 21.4 $\pm$ 1.6 yıl, boy: 176 $\pm$ 6 cm, kilo: 70.5 $\pm$ 10.4 kg) ve 105 kadın(yaş:21.3 $\pm$ 1.8 yıl, boy: 166.3 $\pm$ 6 cm, kilo: 56.8 $\pm$ 9.4 kg) olmak üzere toplam 280 denek katılmıştır.

Denekler çalışmaya üniversite etik kurulundan alınan etik onay formunu okuyup imzaladıktan sonra gönüllülük esasına göre katılmışlardır.Bu çalışmaya katılma kriterleri olarak: yaş aralığı 18-25 yıl arasında olması, ruhsal veya herhangi fiziksel bozukluğu olmayanlar, herhangi bir metabolik, akciğer veya kardiyak, hastalığı olmayanlar, düzenli ve aktif olarak amatör veya profesyonel sportif faaliyetlerde bulunmayanlar alınmıştır. Vücut su durumundaki değişimlerin BIA ölçümlerini etkilememesi için su alınmamasına ve özellikle kadın katılımcıların ölçümler sırasında menstrualsiklus dönemlerine dikkat edilmiştir (16).

VKİ kilo değerine boyun karesinin oranı olarak hesaplanmıştır (kg/m<sup>2</sup>). Vücut kompozisyonu ayaktan ayağa BIA Tanita (TBF 300A JAPAN)kullanılarak belirlendi. Kalça kemiğinin üst kısmı, göğüs kafesinin alt kısmı ve göbek deliğinin tam üstü olacak şekilde bel çevresi ölçümü yapıldı. Kalça kemiği hizasında ise kalça çevresi ölçümü yapıldı. Belçevresi ve bel/kalça oranı olması gerektiği gibi bir uzman tarafından dikkatlice ölçüldü. Ölçümler gece açlığını takiben, sabah 08:00-09:00 arasında katılımcıların mide bağırsak ve mesanelerinin ölçümler öncesi boş olmasına dikkat edildi. Ölçüm yapılan parametreler (VKİ ile bel çevresi, VKİ ile yağ oranı ve VKİ ile yağ miktarı, bel çevresi-kalça oranı, toplam vücut su miktarı) arasındaki ilişkiyi saptamadan önce Kolmogorov Smirnov normallik testi yapıldı. Normal dağılım gösterdiği saptandı (p>0.05). Bu nedenle değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve gücü pearson korelasyon analizi ile değişkenler arası ilişkinin miktarı ise basit doğrusal regresyon yöntemi ile yapıldı. p< 0.05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya katılan erkek ve kadın deneklerin bel çevresi, bel kalça oranları, VKİ değerleri, vücut yağ oranı, vücut yağ miktarı ve vücut toplam su miktarı değerlerinin ortalama ( $\pm$ SD), minimum ve maksimum değerleri Tablo I de gösterilmiştir.

Yağ oranı ve yağ miktarı açısından erkek denekler kadın deneklere göre daha düşük seviyede saptanmıştır. Yağ-

sız kitle ve su miktarları ise erkek deneklerde kadın deneklere göre daha yüksek bulunmuştur (Tablo I).

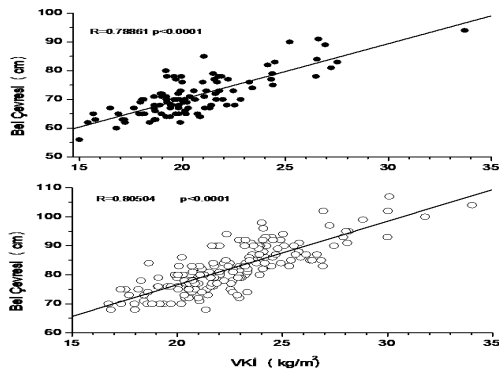
Erkek ve kadın katılımcılarda VKİ ile yağ oranı arasında anlamlı yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur (Şekil

Tablo II. Erkek (E) ve kadın (K) deneklerin vücut kompozisyon analizleri için kullanılan vücut kitle indeksi (VKİ), yağ oranı (YO), yağ miktarı (YM) parametreleri arasındaki korelasyon ve istatistiksel olarak anlamlılık değerleri.

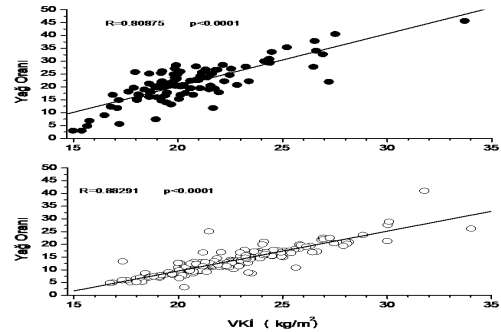
	Yağ Oranı	Yağ miktarı (kg)	Bel Çevresi (cm)	Bel/Kalça Oranı
$E_{VKİ}$ ( $kg/m^2$ )	$R = 0.882$ ( $p<0.001$ )	$R=0.906$ ( $p<0.001$ )	$R=0.805$ ( $p<0.001$ )	$R=0.481$ ( $p<0.001$ )
$E_{Yağ}$ Oranı	-	-	$R=0.748$ ( $p<0.001$ )	$R=0.488$ ( $p<0.001$ )
$E_{Yağ}$ Miktarı (kg)	-	-	$R=0.748$ ( $p<0.001$ )	$R=0.467$ ( $p<0.001$ )
$K_{VKİ}$ ( $kg/m^2$ )	$R = 0.808$ ( $p<0.001$ )	$R=0.879$ ( $p<0.001$ )	$R=0.788$ ( $p<0.001$ )	$R=0.363$ ( $p<0.001$ )
$K_{Yağ}$ Oranı	-	-	$R=0.696$ ( $p<0.001$ )	$R=0.235$ $p=0.01$
$K_{Yağ}$ Miktarı (kg)	-	-	$R=0.753$ ( $p<0.001$ )	$R=0.318$ ( $p<0.001$ )

Erkek ve kadın deneklerin bel çevresi, bel kalça oranı, VKİ değerleri BIA ile ölçülen yağ oranı ve yağ miktarı arasındaki korelasyon analiz değerleri Tablo II de verilmiştir. En yüksek korelasyon erkek deneklerde VKİ ile yağ oranı ve yağ miktarı arasında gözlenmiştir (Tablo II). En düşük korelasyon değerleri ise yağ miktarı ve bel/kalça oranı arasında gözlenmiştir (Tablo II). Kadın deneklerde de en yüksek korelasyon değerleri VKİ ile yağ oranı ve yağ miktarı arasında gözlenmiştir (Tablo II). En düşük korelasyon değerleri ise yağ miktarı ve bel/kalça oranı arasında gözlenmiştir (Tablo II). Erkek ve kadın katılımcılarda VKİ ile bel çevresi arasında anlamlı oranda yüksek pozitif korelasyon bulunmuştur (Şekil 1).

2).



Şekil 1. Erkek (beyaz daire, n=175) ve kadın (siyah daire, n=105) deneklerin vücut kitle indeksi ve bel çevresi arasındaki ilişkinin lineer regresyon analizi.



Şekil 2. Erkek (beyaz daire, n=175) ve kadın (siyah daire, n=105) deneklerin vücut kitle indeksi ve vücut yağ oranları arasındaki ilişkinin lineer regresyon analizi.

## TARTIŞMA

Bireylerin sağlık durumunun belirlenmesi, hastaların kilolu veya obezite gibi risk durumlarının derecelendirilmesi için VKİ, abdominal obezite ve kardiyovasküler risk durumlarına eşlik eden durumların belirlenmesinde bel veya bel/kalça oranları sıklıkla kullanılmaktadır. Bel çevresi ölçümü erkeklerde <94 cm kadınlarda <80 cm altı risk içermez iken erkeklerde >102 cm kadınlarda >88 cm üstü yüksek risk içeren grupları göstermektedir (2). Bel kalça oranı erkeklerde >1.0 ve kadınlarda >0.8 üstü kardiyovasküler risk faktörü olarak karşımıza çıkmaktadır.

Vücut kompozisyonunu değerlendirmek için güvenilir, düşük maliyetli, etkili ve invaziv olmayan sistemlere

yönelik artan talepler nedeniyle, vücudunun sağlık durumunu değerlendirmek için çeşitli yeni yöntemler ve teknolojiler kullanılmıştır (8,17,18). BIA, sağlıklı ve hastalıklı popülasyonlar arasında beslenme spor hekimliği çalışmalarında ve hidrasyon oranının, yağ miktarının ve yağsız kütlenin değerlendirilmesinde gelişen bir yöntemdir (19-21).

BIA güvenli olması, indirekt bir yöntem olması, kısmen düşük maliyeti içermesi, etkili bir değerlendirme yöntemi olması gibi nedenler sonucunda kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir (22). BIA 50kHz'de tek frekanstaki akımlar ile vücut kompozisyonunu kolaylıkla ölçüp değerlendirebilmektedir (23). Bu çalışmada BKİ ve BIA yöntemi sağlıklı vücut kompozisyonu üzerinde güçlü bir korelasyon sağladığı (Tablo II, Şekil 1 ve Şekil 2), BIA ile yapılan yağ ölçümleri ile VKİ arasında anlamlı bir korelasyon olduğu gözlenmiştir. BIA yönteminin çocuklarda, gençlerde yetişkinlerde ve yaşlılarda etkili bir yöntem olarak vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde kullanılabileceği gösterilmiştir (20,24). Bel-kalça oranı klinik bilimlerinde özellikle kardiyovasküler ve metabolik risk faktörü içeren hasta çalışmalarında önemli bir yöntem olarak kullanılmaktadır (25,26). Artan bel kalça oranına sahip bireylerin risk oranının yüksekliği ve bununda BIA yöntemi ölçümünde net bir şekilde gözlemlendiği yapılan çalışmada gösterilmiştir (27). Bununla birlikte, bel-kalça oranı BIA ve VKİ değerleri ile karşılaştırıldığında (Tablo II) güçlü bir korelasyon sağlamamaktadır. Ayrıca vücut kompozisyonu, yaşlı kadın ve erkeklerde yapılan çalışmalarda daha önce genç kadın ve erkeklerde yapılan ölçümlerle benzerlik göstermektedir (27,28). Bu çalışmada vücut dokularının elektrik akımına karşı gösterdiği direncin değişimi ile hesaplanan BIA yöntemi ile VKİ bel çevresi ölçümü ve bel/kalça oranı değerleri arasında anlamlı korelasyonlar gözlemlendi. Fakat enyüksek oranda anlamlılık VKİ ile BIA arasında gözlenmiş olup en düşük oran ise bel ve bel/kalça oranı ile BIA arasında gözlenmiştir.

Sonuç olarak düşük maliyetli kolay kullanımı olan tekniklerden BIA ve VKİ güvenle vücut kompozisyon analizi için kullanılabilecek yöntemlerdir. Fakat diğer 2 yöntem ise istatistiksel olarak kullanılabılır olmasına rağmen korelasyon düşük oranlardadır. Bu çalışmada kullanılan katılımcılar sağlıklı bireyler olduğundan bu tekniklerin hasta bireylerde uygulanması durumunda olabilecek değişimlerin ileri çalışmalar ile gösterilmesi gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

- Colak R, Ozcelik O. Effects of short-period exercise training and orlistat therapy on body composition and maximal power production capacity in obese patients. *Physiol Res* 2004; 53:53-60.
- Han TS, Sattar N, Lean M. ABC of obesity: Assessment of obesity and its clinical implications. *BMJ* 2006;333:695-698.
- Vazquez G, Duval S, Jacobs JR, et al. Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiol Rev* 2007;29:115-128.
- Sanlier N, Yabancı N, Alyakut O. An evaluation of eating disorders among a group of Turkish university students. *Appetite* 2008;51:641-645.
- Ozcelik O, Ozkan Y, Algul S, et al. Beneficial effects of training at the anaerobic threshold in addition to pharmacotherapy on weight loss, body composition, and exercise performance in women with obesity. *Patient Preference and Adherence* 2015; 9:999-1004.
- Aune D, Mahamat-Saleh Y, Norat T, et al. Body fatness, diabetes, physical activity and risk of kidney stones: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Eur J Epidemiol* 2018; 33:1033-1047.
- Thomson R, Brinkworth GD, Buckley JD, et al. Good agreement between bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry for estimating changes in body composition during weight loss in overweight young women. *Clinical Nutrition* 2007; 26:771-777.
- Kaya H, Ozcelik O. Comparison of effectiveness of body mass index and bioelectric impedance analysis methods on body composition in subjects with different ages and sex. *Firat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Tıp Dergisi* 2009; 23:1-5.
- Bosch TA, Carbuhn AF, Stanforth PR, et al. Body composition and bone mineral density of division 1 collegiate football players: A consortium of college athlete research study. *J Strength Con Res* 2019; 33:1339-1346.
- Kafri MW, Potter JF, Myint PK. Multi-frequency bioelectrical impedance analysis for assessing fat mass and fat-free mass in stroke or transient ischaemic attack patients. *Eur J Clin Nutr* 2014;68:677-682.
- Kreissl A, Jorda A, Truschner K, et al. Clinically relevant body composition methods for obese pediatric patients. *Bio Med Central Pediatr* 2019; 21:19-84.
- Nyboer J. Electroreometric properties of tissues and uids. *Ann NY Acad Sci* 1970; 170:410-420.
- Jebb SA, Elia M. Techniques for the measurement of body composition: A practical guide. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993; 17: 611-621.
- Chaves LO, Carraro JCC, Vidigal FC, et al. Higher waist circumference is related to lower plasma polyunsaturated fatty acids in healthy participants: Metabolic Implications. *JACN* 2019;38:342-350.
- Ozcelik O, Aslan M, Ayar A, et al. Effects of body mass index on maximal work production capacity and aerobic fitness during incremental exercise. *Physiol Res* 2004; 53:165-170.
- Ozcelik O, Dogukan A, Kaya H. Determination of the validity of bioelectric impedance analysis in body composition in haemodialysis patients. *Firat Medical Journal* 2005; 10:50-53.
- Lemos T, Gallagher D. Current body composition measurement techniques. *Curr Opin Endocrinology Diabetes Obes* 2017;24:310-314.
- Buksh MJ, Hegarty JE, Griffith R, et al. Relationship between BMI and adiposity among different ethnic groups in 2-year-old New Zealand children. *HPOD Study Team. Br J Nutr* 2019; 121:670-677.

19. Guida B1, Trio R, Nastasi A, et al. Body composition and cardiovascular risk factors in pretransplant hemodialysis patients. *Clinical Nutrition* 2004; 23:363-372.
20. Kaya H, Özçelik O. Tıp öğrencilerinde bir yılda vücut kompozisyonlarında meydana gelen değişimlerin belirlenmesi. *Fırat Tıp Dergisi* 2005; 10:164-168.
21. Lloret Linares C, Ciangura C, Bouillot JL, et al. Validity of leg-to-leg bioelectrical impedance analysis to estimate body fat in obesity. *Obesity Surgery* 2011;21:917-923.
22. Boneva-Asiova Z1, Boyanov MA. Body composition analysis by leg-to-leg bioelectrical impedance and dual-energy X-ray absorptiometry in non-obese and obese individuals. *Diabetes Obesity Metabolism* 2008; 10:1012-1018.
23. Kyle UG, Genton L, Karsegard L, et al. Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition* 2001; 17:248-253.
24. Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, et al. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *AmJ Clin Nutr* 1996; 436-448.
25. Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, et al. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: a 12 year follow up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *Br Med J (Clin Res Ed)* 1984; 289:1257-1261.
26. Kocovski L, Lee JD, Parpia S, et al. Association of waist-hip ratio to sudden cardiac death and severe coronary atherosclerosis in medicolegal autopsies. *The American Journal of Forensic Medicine and Pathology* 2017;38:226-228.
27. Price GM, Uauy R, Breeze E, et al. Weight, shape, and mortality risk in older persons: elevated waist-hip ratio, not high body mass index, is associated with a greater risk of death. *AJCN* 2006; 84:449-460.
28. Mikkola TM, Salonen MK, Kajantie E, et al. Associations of fat and lean body mass with circulating amino acids in older men and women. *J Gerontol A Biol Sci Med* 2019; 16: 126.