

Beden Kütle İndeksinin Ötesindeki Antropometrik İndeksler ve Metabolik Parametreler ile İlişkisi

Anthropometric Indices Beyond Body Mass Index and Its Relationship with Metabolic Parameters

Aysu Demirel¹, Mazhar Ahmet Toptaş², Ayşe Sude İl³, Betül Gök⁴, Aylin Bayındır Gümüş⁵

Geliş tarihi/Received: 16.01.2024 • Kabul tarihi/Accepted: 17.04.2024

ÖZET

Antropometri, insan vücut boyutunu ve vücut kompozisyonunu değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Antropometrik ölçümler, diyetisyenlerin ve diğer sağlık profesyonellerinin klinikte ve araştırmalarda sıklıkla kullandığı parametrelerdir. Ancak bazı antropometrik ölçüm veya indekslerin sınırlılıkları bulunmaktadır. Örneğin; Beden kütle indeksi (BKİ) obeziteyi sınıflandırmada yaygın olarak kullanılmakta ancak vücuttaki yağ dağılımı hakkında bilgi vermemektedir. Literatürde farklı antropometrik indeksler yer almaktadır. Ancak pratikte yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu indekslerin metabolik sendrom kriterleri ile ilişkisini belirleyen çalışmalar mevcuttur. Bu derlemede, Beden yuvarlaklık indeksi (BYİ), kalça indeksi (Kİ), visseral adipozite indeksi (VAİ), koniklik indeksi (KOİ), beden şekil indeksi (BŞİ), abdominal hacim indeksi (AHİ) ve beden adipozite indeksi (BAİ) açıklanmış ve indekslerin metabolik parametreler ve kronik hastalıklar ile ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Antropometri, vücut kompozisyonu, antropometrik indeks, adipozite, obezite

ABSTRACT

Anthropometric measurements are used to assess body size and body composition. Anthropometric measurements are parameters that dietitians and other health professionals frequently use in clinics and research. However, some anthropometric measurements or indices have limitations. A typical example of this is that body mass index (BMI) is widely used to classify obesity but does not provide information relative to fat distribution in the body. In the literature, there are some anthropometric indices. However, they are not widely used in practice. Studies are determining the relationship of these indices with metabolic syndrome criteria. In this review, it was aimed to examine anthropometric indices, including body roundness index (BRI), hip index (HI), visceral adiposity index (VAI), conicity index (CI), a body shape index (ABSI), abdominal volume index (AVI), and body adiposity index (BAI), and to investigate the relationship with metabolic parameters and chronic diseases.

Keywords: Anthropometry, body composition, anthropometric index, adiposity, obesity

1. Diyetisyen Aysu Demirel Beslenme ve Diyet Danışmanlık Merkezi, Ankara, Türkiye
• <https://orcid.org/0009-0008-7764-1953>

2. İletişim/Correspondence: Favorit Yemek ve Catering, Ankara, Türkiye
E-posta: dytmazharahmettoptas@gmail.com
• <https://orcid.org/0009-0008-1788-0792>

3. Diyetisyen Ayşe Sude İl Sağlık Beslenme ve Diyet Danışmanlık Merkezi, Ankara, Türkiye • <https://orcid.org/0009-0009-7586-451X>

4. Diyetisyen Betül Gök Beslenme ve Diyet Danışmanlık Merkezi, Adana, Türkiye
• <https://orcid.org/0009-0000-8965-7831>

5. Kırıkkale Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Kırıkkale, Türkiye • <https://orcid.org/0000-0002-1311-2429>

GİRİŞ

Bireylerin beslenme durumlarının değerlendirilmesi optimal sağlığın korunması için elzemdir. Beslenme durumunun değerlendirilmesinde; antropometrik ölçümler, besin tüketim kayıtları, biyokimyasal ve biyofizik testler, klinik bulgular, sağlık öyküsü ve psikososyal veriler kullanılmaktadır (1). İnsan vücut kompozisyonu ölçümleri, beslenme durumunun değerlendirmesinde kullanılan nesnel tekniklerdir (2).

Antropometri, insan fiziksel boyutlarını ve vücut kompozisyonunu değerlendirmek amacıyla ölçülmesini kapsamaktadır (3). Antropometrik ölçümler, beslenme durumunun değerlendirilmesinde kullanılan düşük maliyetli, hızlı, kolay, invaziv olmayan yöntemler olarak kabul edilmektedir (4). Bu ölçümlerin başında boy uzunluğu (BU), vücut ağırlığı (VA), çevre ölçümleri [bel çevresi (BÇ), kalça çevresi (KÇ), vb.] ve deri kıvrım kalınlık ölçümleri yer almaktadır (3). Vücut kompozisyonunun kardiyovasküler hastalıklar (KVH), tip 2 diyabet, osteoporoz ve osteoartrit gibi çeşitli hastalıklar ile ilişkili olduğu bilinmektedir (2,5-7). Özellikle BU ve VA ölçümleri kullanılarak hesaplanan BKİ obeziteyi sınıflandırmak için oldukça yaygın olarak kullanılan bir indekstir. Ancak BKİ vücuttaki yağ dağılımı hakkında bilgi vermemesi yanında metabolik bozuklukları öngörmede de sınırlılıklara sahiptir (4). Bu nedenle BKİ'nin ötesinde antropometrik ölçüm, indeks ve yöntemlere gereksinim duyulmuştur. Dual enerji x-ray absorpsiyometre (DEXA), bilgisayarlı tomografi (CT) ve manyetik rezonans (MR) görüntüleme, vücut yağı ve abdominal yağlanmanın kesin bir şekilde belirlenmesi için kullanılan etkili yöntemlerdir. Ancak bu tür tıbbi görüntüleme yöntemleri maliyetli olup zaman alıcıdır ve radyasyona maruz kalınmaktadır. Bu nedenle epidemiyolojik çalışmalarda ve klinik uygulamalarda kullanımı pratik değildir (8). Literatürde, metabolik parametreler ve kronik hastalıklar ile ilişkilendirilen ve sıkça araştırılan ancak pratikte beden kütle indeksi

kadar kullanılmayan antropometrik indeksler bulunmaktadır. Bu derlemede beden yuvarlaklık indeksi (BYİ), kalça indeksi (Kİ), visseral adipozite indeksi (VAİ), koniklik indeksi (KOİ), beden şekil indeksi (BŞİ), abdominal hacim indeksi (AHİ) ve beden adipozite indeksi (BAİ)'nin tanımlarının, hesaplama yöntemlerinin ve bu indekslerin günümüzde sıklıkla görülen kronik hastalıklar ile ilişkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Beden Yuvarlaklık İndeksi (BYİ)

Beden yuvarlaklık indeksi (Body roundness index-BRI), toplam vücut yağını ve visseral yağ dokusunu tahmin etmek için geliştirilmiş bir antropometrik indekstir (9). Bel çevresi ve BU'ya bağlı olan BYİ, Thomas et al. (10) tarafından 2013 yılında geliştirilmiştir. Bu indeks vücut şeklini, referans aralıklara göre elips ya da oval olmak üzere geometrik iki model üzerinden sınıflandırmakta olup vücut yağlanmasının iyi bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca obezite fenotipleri ve risk değerlendirmesinde önemlidir. Aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmaktadır (10).

$$BYİ = 364.2 - (365.5 \times \sqrt{1 - (\text{Eksantriklik})})$$

Bedenin yuvarlaklık derecesi, "eksantriklik" olarak adlandırılan vücut daireselliğinin basit bir sayısal ölçüt ile belirlenmektedir. Eksantriklik dış merkezlilik değerini ifade eder ve aşağıdaki şekilde hesaplanabilir (10).

$$\text{Eksantriklik} = \frac{[\text{bel çevresi (cm)} / (2\pi)]^2}{[0.5 \times \text{boy uzunluğu (cm)}]^2}$$

Yüksek BYİ değerleri daha yuvarlak vücut şekline sahip, 1'e yakın BYİ değerleri ise daha dar vücut şekline sahip zayıf bireyler ile ilişkilidir (10). BYİ her iki cinsiyette de BÇ ile yüksek ilişki gösteren bir indekstir. Elit sporcularda yürütülen bir çalışmada BYİ, vücut yağ oranını tahmin etmede en iyi indeks olarak bulunmuştur (11).

Vücut yağ oranının ve visseral yağ oranının doğru bir şekilde tahmin edilmesi, klinik uygulamalar için oldukça avantajlıdır. Beden yuvarlaklık indeksinin KVH ve risk faktörlerini saptanma potansiyeline sahip olduğu bildirilmiştir (12). Yapılan bir çalışmada ise BYİ'nin her iki cinsiyette tip 2 diyabet için iyi bir belirleyici olduğu bulunmuştur (13). Çin'in Ulusal Sağlık Beslenme Araştırması sonucunda, özellikle kadın bireylerde, BYİ'nin BKİ, BÇ, Bel/Boy Oranı (BBO) gibi geleneksel antropometrik ölçümlere göre kardiyometabolik hastalık riskinin saptanmasında daha üstün olduğu belirlenmiştir (14). Hipertansif popülasyonda yapılan bir çalışmada diyabetin BYİ ile pozitif bir şekilde ilişkili olduğu gösterilmiştir ve BYİ hipertansif popülasyonda yüksek diyabet riski taşıyan bireylerin erken tespit edilmesine yardımcı olabilecek en üstün indeks olarak bulunmuştur (15). Ayrıca antropometrik indekslerin diyabeti saptama kapasitelerinin karşılaştırıldığı kesitsel bir çalışmada BYİ'nin diyabeti taramasında etkili bir indeks olduğu ancak bu etkinin BÇ ve BBO ile benzer olduğu bildirilmiştir (13). Bir meta-analiz çalışmada BYİ'nin, BKİ ve bel-kalça oranına (BKO) göre metabolik sendrom için daha iyi tahmin değerine sahip olduğu gösterilmiştir (9).

Kalça İndeksi (Kİ)

Kalça indeksi (Hip Index-HI), Krakauer et al. (16) tarafından 2016 yılında KÇ, BU ve VA'ya dayalı yeni bir antropometrik indeks olarak geliştirilmiştir. Kalça indeksi, KÇ'nin BKİ ile güçlü korelasyonunu ortaya koymak için tasarlanmıştır (17). Vücut büyüklüğünün göreceli bir ölçümü olarak değerlendirilmektedir (18). Kalça indeksinin formülü aşağıda gösterildiği gibidir (16).

$$Kİ = KÇ \text{ (cm)} \times \left(\frac{\text{Boy uzunluğu (cm)}}{\{\text{Boy uzunluğu (cm)}\}} \right)^{0.310} / \left(\frac{\text{Vücut ağırlığı (kg)}}{\{\text{Vücut ağırlığı (kg)}\}} \right)^{-0.492}$$

{Boy uzunluğu}= 166 cm ve {vücut ağırlığı}= 73 kg, toplum ortalama değerleridir (16).

Kalça indeksi ile mortalite arasındaki pozitif ilişki Amerika Birleşik Devletleri popülasyonunda gösterilmiştir (16). Ancak Kİ ile tip 2 diyabet arasındaki

ilişkiye dair veriler sınırlıdır (19). Çinli bireylerde, Kİ ile tip 2 diyabet arasındaki spesifik ilişkiyi inceleyen bir çalışmada, Kİ'nin diyabet ile ilişkisinin olmadığı ve bağımsız bir risk faktörü olarak kabul edilemeyeceği gösterilmiştir (19).

Kalça indeksi, kronik hastalık riskleri ve mortalite oranlarının belirlenmesinde BKİ'den bağımsız olarak risk tahminlerine olanak tanımaktadır (18). Klinik çalışmaların gücünü artırma potansiyeline sahip bir indeks olduğu düşünülmektedir (17).

Visseral Adipozite İndeksi (VAİ)

Visseral adipozite indeksi (Viseral Adiposity Index-VAI), Amato et al. (20) tarafından antropometrik ve biyokimyasal ölçümler ile visseral adipoziteyi doğrudan yansıtan matematiksel bir formül olarak tanımlanmıştır. Hesaplanması cinsiyete özgü olduğundan kadın ve erkeklerde farklılık göstermektedir. Sağlıklı obez olmayan, normal adipoz dağılımı ve normal TG ve HDL düzeyi olan bireylerde VAI=1 olarak düşünülmüştür (21). Hesaplanırken, BKİ değerinin yanı sıra BÇ ölçümleri, trigliserit (TG, mg/dL) ve yüksek yoğunluklu lipoprotein kolesterol (HDL-K mg/dL) düzeyleri kullanılmaktadır ve formülü aşağıdaki gibidir (21).

$$VAİ \text{ (Erkek)} = [BÇ \text{ (cm)} / 39.68 + (1.88 \times BKİ)] \times (TG/1.03) \times (1.31/HDL-K)$$

$$VAİ \text{ (Kadın)} = [BÇ \text{ (cm)} / 36.58 + (1.89 \times BKİ)] \times (TG/0.81) \times (1.52/HDL-K)$$

Brezilya'da genç yetişkinlerle yapılan bir araştırmada, yüksek VAI'nin metabolik sendromun bileşenleriyle ve hipertrigliseridemi, düşük HDL-K arasında pozitif yönde ilişkili olduğu bulunmuştur (22). VAI'nin visseral yağ dokusunun etkili bir göstergesi olduğu, insülin direnci ve tip 2 diyabet gelişimi ile ilişkili olduğu ifade edilmektedir. Polikistik over sendromlu kadınlarda insülin direncini belirlemede kullanılan HOMA-IR değeriyle VAI arasında pozitif yönlü korelasyon olduğu ve VAI'nin kardiyometabolik bozuklukların erken tanısında etkili olduğu bildirilmiştir (23).

Koniklik İndeksi (KOİ)

Koniklik indeksi (Conicity Index-CI), Motamed et al. (24) tarafından geliştirilen BU, VA ve BÇ ölçümleri kullanılarak hesaplanan bir indeks olarak tanımlanmaktadır. Obezite ve vücut yağ dağılımının bir göstergesi olarak geliştirilmiştir. Bir toplumun 10 yıllık KVH riskini belirlemede BÇ, BKO ve BBO'dan daha ayırt edici olduğu bildirilmiştir (24). Karın çevresinde daha fazla yağ birikimi olan bireylerin çift koni şekline sahip olduğu, orta bölgede daha az yağ birikimi olan kişilerin ise silindir şekline sahip olduğu hipotezine dayanmaktadır. Beden yuvarlaklık indeksi ile vücut yağ dağılımının göstergesi olarak oluşturulmuş olup vücudun karın bölgesinde yağ birikmesine göre artmaktadır. Hesaplanması aşağıdaki gibidir (25).

$$KOİ = \frac{\text{Bel Çevresi (m)}}{\sqrt{0.109} \sqrt{\text{Ağırlık(kg)/boy uzunluğu(m)}}$$

Yapılan bir çalışmada, KOİ arttıkça kadınlarda özellikle yaş arttıkça tip 2 diyabet ve hipertansiyon görülme olasılığının arttığı gösterilmiştir. Artan KOİ aynı zamanda kardiyovasküler hastalık riskinin önemli bir belirleyicisi olan düşük plazma HDL-K (mg/dL) konsantrasyonlarıyla ve yüksek BKİ değerleriyle de ilişkilendirilmiştir (26). Tahran'da postmenopozal kadınların dahil olduğu kesitsel çalışmada BKİ, BÇ, BKO ve sistolik kan basıncıyla KOİ arasında pozitif yönlü korelasyon saptanırken, kardiyovasküler risk faktörleriyle (serum LDL-K ve HDL-K, glikoz ve insülin düzeyleri) önemli düzeyde bir ilişki bulunamamıştır (27).

Beden Şekil İndeksi (BŞİ)

Beden şekil indeksi (A Body Shape Index-ABSI), 2012 yılında Krakauer et al. (28) tarafından BÇ, BU ve VA'ya dayalı bir indeks olarak geliştirilmiştir. İndeks değerinin yüksek olması BÇ'nin belirli bir BU ve VA için beklenenden daha yüksek olduğunu ve vücut hacminin merkezde toplandığını göstermektedir. Beden şekil indeksinin hesaplanması aşağıda gösterildiği gibidir (28).

$$BŞİ = \frac{\text{Bel çevresi (cm)}}{BKİ^{\frac{2}{3}} \times \text{Boy uzunluğu (cm)}^{\frac{1}{2}}}$$

Beden şekil indeksinin hem visseral adipoziteyi hem de genel adipoziteyi ve erken mortaliteyi BÇ ve BKİ'den daha iyi tahmin edebildiği ifade edilmektedir. Beden şekil indeksindeki artışın mortalite ile ilişkili önemli bir risk faktörü olduğu bildirilmiştir (28). Çin'de yürütülen bir araştırmada BŞİ'nin erkeklerde KVH gelişimini öngörmeye en iyi antropometrik indeks olduğu saptanmıştır (29). Ancak Maessen et al. (12) BŞİ'nin KVH risk faktörlerini tanımlamak için uygun bir indeks olmadığını ifade etmiştir.

Abdominal Hacim İndeksi (AHİ)

Abdominal hacim indeksi (Abdominal Volume Index-AVI), Guerrero-Romero ve Rodriguez-Moran (30) tarafından 2003 yılında, silindir ve koni şekilleri için hacim formülleri kullanılarak hesaplanmıştır ve formülü aşağıda belirtildiği gibidir.

$$AHİ = \frac{2 \times [\text{Bel Çevresi(cm)}]^2 + 0.7 \times [\text{Bel Çevresi(cm)} - \text{Kalça Çevresi(cm)}]^2}{1000}$$

Bu indeksin, abdominal hacmi değerlendirerek visseral yağ içeriğini dolaylı olarak yansıttığı ve metabolik sendromun iyi bir öngörücüsü olduğu bildirilmektedir (31). İspanya'da lise öğrencileri ile yapılan çalışmada, AHİ ve BÇ'nin metabolik sendrom için en iyi ayırt edici antropometrik parametreler olduğu sonucuna varılmıştır (32). Bunun aksine Adejumo et al. (33) tarafından Güneybatı Nijerya'da metabolik sendrom görülen ve görülmeyen toplam 535 bireyle yapılan bir çalışmada ise AHİ değeri metabolik sendromu ön görmeye anlamlı sonuç göstermemiştir. Wang et al. (34) tarafından yapılan çalışmada, Çin popülasyonunda bel çevresi ile karşılaştırıldığında çeşitli antropometrik ölçümlerin tip 2 diyabeti öngörme kapasitesi 15 yıl süreyle takip edilmiştir. Çalışma sonucundaki, AHİ, BAİ ve BYİ'nin tip 2 diyabetin başlangıcını bağımsız olarak öngörebileceği ifade edilmiştir (34).

Beden Adipozite İndeksi (BAİ)

Beden adipozite indeksi (Body Adiposity Index-BAI), 2011 yılında Bergman et al. (35) tarafından KÇ ve BU kullanılarak geliştirilen bir indekstir. Vücut ağırlığı ölçümüne gereksinim duyulmaksızın vücut yağ oranının güçlü bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Beden adipozite indeksi aşağıda belirtilen formülle hesaplanmaktadır (35).

$$BAİ: \frac{\text{Kalça çevresi (cm)}}{\text{Boy uzunluğu (m)} \times \sqrt{\text{Boy uzunluğu (m)}}} - 18$$

Bedenadipozite indeksi, vücut yağ miktarını BKİ'ye göre daha spesifik bir şekilde değerlendirmektedir. Ancak cinsiyet, yaş, kas kütlesi gibi özellikleri içermemesi indeksin sınırlılıkları arasındadır (36). Kişinin vücut yağ miktarını ve sağlık risklerini öngörmeye BKİ'ye alternatif olarak kullanılabilir (37). Brezilyalı yetişkinlerde koroner kalp hastalıkları riskinin taranması için BAİ'nin yararlı bir araç olduğu bildirilmiştir (36). Ancak Tayland'da yapılan bir çalışmada hipertansiyon varlığını tahmin etme konusunda BAİ diğer indekslere göre yetersiz kalmıştır (38). BAİ'nin Amerikan popülasyonunda tip 2 diyabet gelişim riskini belirlemede etkili bir indeks olduğu ve BÇ ve BKİ'ye göre daha kullanışlı olduğu gösterilmiştir (39). Veny et al.'un yapmış olduğu bir çalışmada BAİ'nin metabolik sendrom riskini belirlemede BKİ'den daha zayıf olduğu belirlenmiştir (40).

SONUÇ

Uzun yıllardır sıklıkla kullanılan antropometrik ölçümlerin yanı sıra bazı antropometrik indeksler literatüre eklenmiştir. Bu indekslerin özellikle metabolik sendrom bileşenleri olan obezite, insülin direnci, tip 2 diyabet, hipertansiyon ve dislipidemi ile ilişkisini belirleyen çalışmalar mevcuttur. Ancak hastalıkları öngörmedeki etkinliğini araştıran daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır. İndekslerin hesaplanmaları için gerekli olan ileri matematiksel işlemler, kullanımlarına engel oluşturan bir faktördür. İndekslerin doğru hesaplanması için kolay yolların araştırılması gerekmektedir.

Yazarlık katkısı • Author contributions: Çalışmanın tasarımı: ABG; İlgili literatürün taranması: AD, ASİ, MAT, BG; Makale taslağının oluşturulması: AD, ASİ, MAT, BG, ABG; İçerik için eleştirel gözden geçirme: ABG; Yayınlanacak versiyonun son onayı: : AD, ASİ, MAT, BG, ABG • Study design: ABG; Literature review: AD, ASİ, MAT, BG; Draft preparation: AD, ASİ, MAT, BG, ABG; Critical review for content: ABG; Final approval of the version to be published: AD, ASİ, MAT, BG, ABG.

Çıkar çatışması • Conflict of interest: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ederler. • The authors declare that they have no conflict of interest.

KAYNAKLAR

1. Pekcan G. Beslenme durumunun saptanması. 2.bs. Ankara: T.C. Sağlık Bakanlığı; 2012.
2. Kuriyan R. Body composition techniques. Indian J Med Res. 2018;148(5), 648-58.
3. Rumbo-Rodríguez L, Sánchez-SanSegundo M, Ferrer-Cascales R, García-D'Urso N, Hurtado-Sánchez JA, Zaragoza-Martí A. Comparison of body scanner and manual anthropometric measurements of body shape: a systematic review. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(12):6213.
4. Costo-Muriel C, Calderón-García JF, Rico-Martin S, Sánchez-Bacaicoa C, Escudero-Sánchez G, Galán-González J, et al. Association of subclinical carotid atherosclerosis assessed by high-resolution ultrasound with traditional and novel anthropometric indices. Curr Probl Cardiol. 2022;48:101574.
5. Chung JY, Kang HT, Lee DC, Lee HR, Lee YJ. Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: a focus on sarcopenic obesity. Arch Gerontol Geriatr. 2013;56(1):270-8.
6. Zhao X, Hu F. Relationship between physical fitness, anthropometric measurement, and bone health in adult men. Clin Nurs Res. 2023;32(4):733-41.
7. Lipsky LM, Gee B, Liu A, Nansel TR. Glycemic control and variability in association with body mass index and body composition over 18 months in youth with type 1 diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2016;120:97-103.
8. Omura-Ohata Y, Son C, Makino H, Koezuka R, Tochiya M, Tamanaha T, et al. Efficacy of visceral fat estimation by dual bioelectrical impedance analysis in detecting cardiovascular risk factors in patients with type 2 diabetes. Cardiovasc Diabetol. 2019;18:137.

9. Rico-Martín S, Calderón-García JF, Sánchez-Rey P, Franco-Antonio C, Martínez Alvarez M, Sánchez Muñoz-Torrero JF. Effectiveness of body roundness index in predicting metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev.* 2020;21(7):e13023.
10. Thomas DM, Bredlau C, Bosity-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D, et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity (Silver Spring).* 2013;21(11):2264-71.
11. Santos DA, Silva AM, Matias CN, Magalhães JP, Minderico CS, Thomas DM, et al. Utility of novel body indices in predicting fat mass in elite athletes. *Nutrition.* 2015;31(7-8):948-54.
12. Maessen MF, Eijsvogels TM, Verheggen RJ, Hopman MT, Verbeek AL, Vegt F. Entering a new era of body indices: the feasibility of a body shape index and body roundness index to identify cardiovascular health status. *PloS One.* 2014; 9(9):e107212.
13. Chang Y, Guo X, Chen Y, Li Z, Yu S, Yang H, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China. *BMC Public Health.* 2015;15:794.
14. Tian S, Zhang X, Xu Y, Dong H. Feasibility of body roundness index for identifying a clustering of cardiometabolic abnormalities compared to BMI, waist circumference and other anthropometric indices: the China Health and Nutrition Survey, 2008 to 2009. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(34):e4642.
15. Liu Y, Liu X, Guan H, Zhang S, Zhu Q, Fu X, et al. Body roundness index is a superior obesity index in predicting diabetes risk among hypertensive patients: a prospective cohort study in China. *Front Cardiovasc Med.* 2021;8:736073.
16. Krakauer NY, Krakauer JC. An anthropometric risk index based on combining height, weight, waist, and hip measurements. *J Obes.* 2016;8094275.
17. Krakauer NY, Krakauer JC. Untangling waist circumference and hip circumference from body mass index with a body shape index, hip index, and anthropometric risk indicator. *Metab Syndr Relat Disord.* 2018;16(4):160-5.
18. Christakoudi S, Tsilidis KK, Evangelou E, Riboli E. A Body Shape Index (ABSI), hip index, and risk of cancer in the UK Biobank cohort. *Cancer Medicine.* 2021;10(16):5614-28.
19. He S, Zheng Y, Chen X. Assessing a new hip index as a risk predictor for diabetes mellitus. *J Diabetes Investig.* 2018;9(4):799-805.
20. Amato MC, Giordano C. Clinical indications and proper use of Visceral Adiposity Index. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2013;23(8):e31-2.
21. Amato MC, Giordano C, Galia M, Criscimanna A, Vitabile S, Midiri M, et al. Visceral Adiposity Index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk. *Diabetes Care* 2010;33:920-2.
22. Schuster J, Vogel P, Eckhardt C, Dal S, Morelo SDB. Applicability of the visceral adiposity index (VAI) in predicting components of metabolic syndrome in young adults. *Nutrición Hospitalaria.* 2014;30(4):806-12.
23. Anık İlhan G, Yıldızhan B, Pekin T. The impact of lipid accumulation product (LAP) and visceral adiposity index (VAI) on clinical, hormonal and metabolic parameters in lean women with polycystic ovary syndrome. *Gynecological Endocrinology.* 2019;35(3):233-6.
24. Motamed N, Perumal D, Zamani F, Ashrafi H, Haghjoo M, Saeedian FS, et al. Conicity index and waist-to-hip ratio are superior obesity indices in predicting 10-year cardiovascular risk among men and women. *Clinical Cardiology.* 2015;38(9):527-34.
25. Shidfar F, Alborzi F, Salehi M, Nojomi M. Association of waist circumference, body mass index and conicity index with cardiovascular risk factors in postmenopausal women. *Cardiovasc J Afr.* 2012;23(8):442-5.
26. Andrade MD, De Freitas MCP, Sakumoto AM, Vieira VL, De Andrade SC, Pappiani C, et al. Association of the conicity index with diabetes and hypertension in Brazilian women. *Arch Endocrinol. Metab.* 2016;60:436-42.
27. Nkwana MR, Monyekei KD, Lebelo SL. Body Roundness Index, A Body Shape Index, Conicity Index, and their association with nutritional status and cardiovascular risk factors in south African rural young adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2021; 18(1):281.
28. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PloS One.* 2012;7(7):e39504.
29. Wang F, Chen Y, Chang, Y, Sun G, Sun Y. New anthropometric indices or old ones: which perform better in estimating cardiovascular risks in Chinese adults. *BMC Cardiovasc Disord.* 2018;18(1):14.
30. Guerrero-Romero F, Rodríguez-Morán M. Abdominal volume index. An anthropometry-based index for estimation of obesity is strongly related to impaired glucose tolerance and type 2 diabetes mellitus. *Arch Med Res* 2003;34: 428-32.

31. Costo-Muriel C, Calderón-García JF, Rico-Martin S, Sánchez-Bacaicoa C, Escudero-Sánchez G, Galán-González J, et al. Association of subclinical carotid atherosclerosis assessed by high-resolution ultrasound with traditional and novel anthropometric indices. *Curr Probl Cardiol.* 2022;48:101574.
32. Perona JS, Schmidt Rio-Valle J, Ramírez-Vélez R, Correa-Rodríguez M, Fernández-Aparicio Á, González-Jiménez E. Waist circumference and abdominal volume index are the strongest anthropometric discriminators of metabolic syndrome in Spanish adolescents. *Eur J Clin Invest.* 2019;49:e13060.
33. Adejumo EN, Adejumo AO, Azenabor A, Ekun AO, Enitan SS, Adebola OK, et al. Anthropometric parameter that best predict metabolic syndrome in Southwest Nigeria. *Diabetes Metab Syndr.* 2019;13(1):48-54.
34. Wang Z, He S, Chen X. Capacity of different anthropometric measures to predict diabetes in a Chinese population in southwest China: a 15-year prospective study. *Diabet Med.* 2019;36:1261-7.
35. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, et al. A better index of body adiposity. *Obesity.* 2011;19(5):1083-9.
36. Almeida RT, Pereira AC, Fonseca M, Matos S, Aquino E. Association between body adiposity index and coronary risk in the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil). *Clin Nutr.* 2020;39(5):1423-31.
37. Yeşil E, Köse B, Özdemir M. Is body adiposity index a better and easily applicable measure for determination of body fat? *J Am Coll Nutr.* 2020;39(8):700-5.
38. Nguyen Ngoc H, Kriengsinyos W, Rojroongwasinkul N, Aekplakorn W. Association of adiposity indices with hypertension in middle-aged and elderly Thai population: National Health Examination Survey 2009 (NHES-IV). *J Cardiovasc Dev Dis.* 2019;6(1):13.
39. Alvim RdO, Mourao-Junior CA, de Oliveira CM, Krieger JE, Mill JG, Pereira AC. Body Mass Index, Waist Circumference, Body Adiposity Index, and risk for type 2 diabetes in two populations in Brazil: General and Amerindian. *PLoS One,* 2014;(6):e100223.
40. Bennasar-Veny M, Lopez-Gonzalez AA, Tauler P, Cespedes ML, Vicente-Herrero T, Yañez A, et al. Body Adiposity Index and cardiovascular health risk factors in Caucasians: A comparison with the Body Mass Index and others. *PLoS One,* 2013;8(5):e63999.