



Beslenme Durumunun ve Beslenme ile İlişkili Bazı Hastalıkların Saptanmasında Boyun Çevresi Ölçümü

Neck Circumference Measurement in Determination of Nutritional Status and Some Nutrition Related Diseases

Hatice Merve Bayram¹, Zehra Margot Çelik², Fatma Esra Güneş²

¹*İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü;* ²*Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye*

ABSTRACT

The balance between nutrient intake and nutritional requirement is important for optimal health; in this context, determining nutritional status is fundamental. Neck circumference (NC) is one of the anthropometric measurements used to determine the nutritional status; this is a simple technique that helps to reach the result without the need for more complex methods. In addition, NC is accessible and easy to measure; as this measurement does not change throughout the day, the usability of this method is currently being investigated. The purpose of this review is to evaluate the relationship between NC measurement and other anthropometric measurements, nutritional related diseases and related biochemical findings and metabolites. As a result of the literature review conducted for this purpose, NC is evaluated in comparison to other anthropometric measurements (body weight, body mass index, waist circumference, hip circumference and waist/hip ratio), as well as examined for high correlation for the risk of obesity and metabolic syndrome. In addition, NC also appears to be a measurement tool that can be used to identify insulin resistance, type 2 diabetes mellitus, hypertension, hyperlipidemia, cardiovascular diseases and obstructive sleep apnea syndrome.

Key words: neck; anthropometry; diet therapy; nutritional status

ÖZET

Besin ögeleri alımı ile besin ögeleri gereksinmesi arasındaki dengenin sağlanması optimal sağlık için önem taşımaktadır. Beslenme durumunun saptanması bu açıdan önemlidir. Boyun çevresi ölçümü (Neck circumference-NC) beslenme durumunun saptanmasında kullanılan antropometrik ölçümlerden biri olup, karmaşık yöntemlere gerek kalmadan sonuca ulaşmaya yardımcı olan basit bir tekniktir. Ayrıca NC erişilebilir ve ölçümü kolaydır, bunun yanı sıra gün içerisinde değişiklik göstermediği için kullanılabilirliği araştırılmaktadır. Bu derlemenin amacı, NC ölçümü ile diğer antropometrik ölçümlerin, beslenme ile ilişkili bazı hastalıkların, ilgili biyokimyasal bulguların ve metabolitlerin arasındaki ortaya konulmuş ilişkilerin

incelenmesidir. Bu amaçla yapılan literatür taraması sonucunda, NC obezite ve metabolik sendrom riski ile yüksek korelasyon göstermesinin yanı sıra diğer antropometrik ölçümlerle de (vücut ağırlığı, beden kütle indeksi, bel çevresi, kalça çevresi ve bel/kalça oranı) ilişkili olabileceği görülmüştür. Ayrıca NC, insülin direnci, tip 2 diyabet, hipertansiyon, hiperlipidemi, kardiyovasküler hastalıklar ve obstrüktif uyku apnesi sendromunun tanımlanmasında kullanılacak bir ölçüm aracı olarak görülmektedir.

Anahtar kelimeler: boyun, antropometri; diyet tedavisi; beslenme durumu

Giriş

Beslenme, hastalıkların tedavisinde olduğu kadar sağlığın korunmasında ve geliştirilmesinde de esastır. Günümüzde kardiyovasküler hastalıklar (KVH), pek çok kanser türleri, obezite, hipertansiyon, diyabet ve osteoporoz gibi birçok kronik hastalığın önlenmesinde beslenmenin anahtar rol oynadığı bilinmektedir¹.

Bireylerin ihtiyaç duydukları besin ögelerini yeterli miktarlarda karşılayıp karşılamadıklarını tespit edebilmek için beslenme durumlarını saptamak önemlidir. Besin ögeleri alımı ile besin ögeleri gereksinmesi arasındaki dengenin sağlanması optimal sağlığın korunması için gereklidir². Beslenme durumunun saptanmasında kullanılan antropometrik ölçümler; büyümenin izlenmesi, yağsız vücut kütle ve vücut yağ kütesinin belirlenmesi ve vücutta bunların dağılımının göstergesi olması nedeniyle önem taşımaktadır³. Vücut ağırlığı, boy uzunluğu, üst orta kol çevresi (ÜOKÇ), baş çevresi, bel çevresi (BÇ), kalça çevresi (KÇ), boyun çevresi (neck

İletişim/Contact: Hatice Merve Bayram, İstanbul Gelişim Üniversitesi, SBF, İstanbul, Türkiye •
Tel: 0554 991 56 58 • **E-mail:** hmbayram@gelisim.edu.tr • **Geliş/Received:** 12.05.2020 • **Kabul/Accepted:** 29.08.2020

ORCID: Hatice Merve Bayram, 0000-0002-7073-2907 • Zehra Margot Çelik, 0000-0002-4622-9252 • Fatma Esra Güneş, 0000-0003-0334-7598

circumference-NC), deri kıvrım kalınlıkları (DKK) gibi ölçümler sıklıkla kullanılan antropometrik ölçüm yöntemleridir³.

Boyun çevresi (NC), ilk kez Vague ve ark.⁴ tarafından 1956 yılında tanımlanmıştır ve her iki cinsiyet ile her yaş aralığına uygun olarak, üst vücut yağ birikimini değerlendirmek için kullanılabilir bir parametre olarak bildirilmiştir. Üst vücut yağ birikimi ile karakterize edilen abdomina obezite; glukoz intoleransı, diyabet, hipertrigliseridemi vb. metabolik bozukluklarla ilişkilidir. NC ölçümü, baş dik durumda ve gözler tam karşıya bakarken tiroid kırıkdağının en çıkıntılı olduğu yerden, yere paralel düzlemde omuzlar serbest pozisyonda iken esnek olmayan bir mezura ile yapılmaktadır⁵. Bu ölçüm, karmaşık yöntemlere gerek kalmadan sonuca ulaşmaya yardımcı olan basit bir tekniktir⁶. Ayrıca erişilebilir ve ölçümünün kolay olmasının yanı sıra, gün boyunca değişmediği ve yeni doğandan itibaren her yaşta uygulanabilirliği olduğundan dolayı NC ölçümünün kullanılabilirliğini saptamak önemlidir⁷. Ölçümün birçok avantajının olmasının yanı sıra yatan hastalarda uygulaması zor olabileceği için kullanımı bu hastalarda pratik olmayabilir.

Bu derlemenin amacı, NC ölçümü ile diğer antropometrik ölçümlerin, beslenme ile ilintili bazı hastalıkların, ilgili biyokimyasal bulguların ve metabolitlerin arasındaki ortaya konulmuş ilişkilerin incelenmesidir. Bu amaçla, İngilizce makaleler için SCOPUS ve Türkçe makaleler için Google Scholar'da literatür taraması yapılmıştır. SCOPUS'a "neck circumference & nutrition" kelimeleri ile Türkçe makalelere ulaşabilmek adına da Google Scholar'a "boyun çevresi ölçümü & beslenme" anahtar kelimeleri yazılarak toplamda 102 makaleye ulaşılmıştır. Konu ile ilgili olmayan tüm makaleler bu derleme için dışlanmıştır. Sonuç olarak toplamda 88 olmak üzere, 52 araştırma makalesi derlemeye dâhil edilmiştir.

Obezite ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) son yayınlanan raporuna göre Türkiye, Avrupa ülkeleri arasında %32,1'lik oranıyla en yüksek obezite prevalansına sahip ülkedir⁸. Türkiye genelini değerlendirmek üzere yapılan Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması-2017 (TBSA-2017) çalışmasına göre; Türkiye genelinde 15 yaş üstü bireylerde fazla kilolu ve obez olma sıklığı sırasıyla, erkeklerde %39,9 ve %23,3; kadınlarda ise %27,6 ve %32,7 olarak saptanmıştır. Tüm 15 yaş üstü bireylerde fazla kilolu olma sıklığı %34,0, obezite sıklığı ise

%27,8'dir. Morbid obez olma sıklığı 15 yaş üstü bireylerde %3,7'dir (E: %1,3, K: %6,4)⁹.

Beden Kütle İndeksi (BKİ) hesaplaması kolay ve pratik olduğu için hem çocuklarda hem de yetişkinlerde obeziteyi değerlendirmek amacıyla en çok kullanılan yöntem olmakla beraber¹⁰, yağsız vücut kütlesi yüksek olan sağlıklı bireyleri de obez olarak sınıflandırabilmesi nedeniyle, kesin olmayan bir tarama aracıdır^{11,12}. Ek ölçümler içeren tarama araçları, beslenme ile ilintili hastalıkları tanımlamak için daha iyi birer belirleyici olabilirler. Bu tarama araçlarından olan NC, BÇ, KÇ ve bel-kalça oranı kolayca elde edilen ölçümlerdir ve beslenme ile ilintili hastalıkları saptamada yararlı olabilirler^{13,14}.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, BÇ ölçümüne ek bir alternatif olarak, NC ölçümünün, tok veya aç karına olmaktan veya solunum hareketlerinden etkilenmeyen ve abdominal obeziteyi tespit etmek için daha tutarlı sonuçlar sağlayan basit, güvenilir ve pratik bir parametre olduğundan dolayı kullanılmasını önermektedir¹⁵⁻¹⁷. Pek çok çalışma hem kadınlarda hem de erkeklerde NC ile BKİ ve BÇ arasında pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Bu çalışmalarda, BKİ ve BÇ arttıkça NC de artmıştır¹⁸⁻²⁴. TBSA-2107 verilerine göre Türk toplumunda boyun çevresi ortalamaları; 15 ve üzeri yaş; 38,9±3,51, 19 ve üzeri yaş; 39,2±3,42, 19-64 yaş; 39,1±3,40, 65 ve üzeri yaş; 39,8±3,47 cm olarak saptanmıştır⁹.

Pei ve ark.²⁵, 2018 yılında 1169 yetişkin ile yaptıkları çalışmalarında, NC; BÇ ve BKİ ile pozitif yönde orta derecede korelasyon bulmuşlardır. Obezite tanısı için NC'nin kesim noktalarını erkeklerde NC >37,1, kadınlarda NC >32,6 cm olarak göstermişlerdir. Wang ve ark.'nın²³ 2015 yılında 3307 yetişkin ile yürüttükleri çalışmada, NC her iki cinsiyette de BKİ, sistolik kan basıncı (SBP) ve BÇ ile pozitif korelasyon göstermiştir. Aynı çalışmada, obez erkeklerde NC ile açlık plazma glukozu (APG) arasında pozitif korelasyon ve NC ile yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) arasında negatif korelasyon bulmuşlardır. Bu çalışmada, erkeklerde NC ≥38,5 cm, kadınlarda NC ≥34,5 cm obeziteyi değerlendirmek için bulunan kesim noktalarıdır. NC ölçümü değerlendirmesinin sadece yetişkinler için değil, diğer yaş gruplarında da kullanılabilirliği gösterilmiştir. Örneğin; Giordano ve ark.²⁶, 2017 yılında 136 yetişkin ve yaşlıda yaptıkları çalışmalarında diğer çalışmalarla benzer olarak, NC ile BKİ ve BÇ arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Yan ve ark.²⁷, 2014 yılında 2092 yaşlı birey ile yaptıkları

çalışmalarında NC ile BKİ ve BÇ arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır. Ayrıca bu çalışmada obezite tanısı için erkeklerde NC ≥ 38 cm, kadınlarda NC ≥ 35 cm kesim noktaları olarak saptanmıştır.

Adölesanlar ile yapılan çalışmalar da benzerlik göstermektedir. De Souza ve ark.²⁸, 2016 yılında 1474 adölesan ile yürüttükleri çalışmalarında, NC ile BKİ ve BÇ arasında pozitif yönde korelasyon bulmuşlardır. NC'nin kesim noktaları ise; hafif kiloluluk için; 12–14 yaş erkeklerde NC $>34,1$ cm, kızlarda NC $>32,05$ cm; 15–17 yaş erkeklerde NC $>36,85$ cm, kızlarda NC $>32,95$ cm olarak ve obezite için; 12–14 yaş erkeklerde NC $>34,9$ cm, kızlarda NC $>33,85$ cm; 15–17 yaş erkeklerde NC $>38,4$ cm, kızlarda NC $>35,85$ cm olarak saptanmıştır. Ferreira ve ark.²⁹, 2019 yılında 45 adölesan ile yaptıkları çalışmalarında, NC, BÇ ve KÇ ölçümleri ile KVH riski, obezite ve metabolik sendrom (MetS) ile pozitif yönde korelasyon göstermiştir. Namazi ve ark.³⁰ tarafından 2018 yılında yapılan meta-analiz çalışması, NC ile BKİ ve BÇ arasındaki korelasyonu doğrulamaktadır. NC ölçümü ile BKİ ve BÇ korelasyonu dışında, NC; vücut ağırlığı^{15,31}, KÇ¹⁵, bel/kalça oranı ile de ilişkili bulunmuştur^{15,22,23}.

Metabolik Sendrom (MetS) ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Metabolik Sendrom (MetS) pek çok risk faktörünü bir arada bulunduran kompleks bir hastalıktır. MetS, “The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III) (ATP III)” raporuna göre; aşağıdaki kriterlerden üç veya daha fazlasının bulunması şeklinde tanımlanmaktadır³³.

Bu kriterler:

Abdominal obezite (BÇ değerleri erkeklerde >102 cm, kadınlarda >88 cm)

Trigliserit ≥ 150 mg/dl

HDL değerleri; erkeklerde <40 mg/dl, kadınlarda <50 mg/dl

Kan Basıncı $\geq 130/ \geq 85$ mmHg

Açlık kan şekeri ≥ 110 mg/dl

Görüldüğü üzere BÇ, MetS'in viseral yağ ve abdominal obeziteyi temsil eden temel bir özelliğidir. BÇ, bel/kalça oranı ve bel/boy oranları, yağ dağılımını ve abdominal obeziteyi tanımlamak için yaygın olarak kullanılan antropometrik ölçümlerdir³⁴. Ancak, bu

ölçümlerin bazı sınırlılıkları vardır. Farklı BÇ ölçüm pozisyonlarının yanı sıra tokluk ve solunum hızları ölçülen değerlerde farklılıklara yol açabilir ve tekrarlanabilirliğini etkileyebilmektedir³⁵. Mevcut kanıtlara dayanarak, üst vücut yağ birikimi sistemik serbest yağ asidi mevcudiyetinde önemli bir faktördür ve kardiyometabolik bozuklukların insidansında önemli bir rol oynamaktadır^{36,37}. Boynun etrafında yağ birikmesi, üst subkütanöz yağ dokusunun bir göstergesidir ve bu ölçümün solunum ve mide dolgunluğundan bağımsız olması gibi bazı avantajları da vardır^{18,38}.

Türkiye’de ve farklı ülkelerde yapılan pek çok çalışma NC ölçümü ve MetS riski arasında pozitif yönde korelasyon göstermiştir^{27,32,38–40}. Hingorjo ve ark.³⁸, 2016 yılında 164 yetişkin ile yaptıkları çalışmalarında, NC erkeklerde BÇ ve kadınlarda vücut yüzey alanı ile güçlü pozitif yönlü bir korelasyon göstermiştir. MetS’yi değerlendirmek için kesim noktaları ise, erkeklerde NC >38 cm, kadınlarda NC >34 cm olarak bulunmuştur. Benzer olarak, Hoebel ve ark.⁴¹, 2010 yılında 200 yetişkinde yaptıkları çalışmalarında, MetS’li kadınlarda NC ile pozitif yönlü bir ilişki saptamışlardır. Ayrıca MetS’li kadınlarda NC ile mikroalbumineri arasında korelasyon gösterilmişken; yine böbrek yetmezliği olan kadınlarda NC ve BÇ arasında pozitif yönde korelasyon bulunmuştur. Ben-Noun ve ark.¹⁶, 2003 yılında 561 yetişkinde yaptıkları çalışmalarında, daha yüksek NC ölçümünün MetS risk faktörleri ile pozitif korelasyonu olduğunu bulmuşlardır. Stabe ve ark.¹⁸, 2013 yılında 1053 yetişkinin katıldığı çalışmalarında, NC hem erkeklerde hem de kadınlarda BÇ ve BKİ ile pozitif korelasyon göstermiştir. Her iki cinsiyette de NC; trigliserit (TG), APG, açlık insülini ve insülin direnci testi (HOMA-IR) ile pozitif bir korelasyon gösterirken; HDL ile negatif bir korelasyon göstermiştir. Türkiye’de Onat ve ark.²¹, 2009 yılında 1912 yetişkin ile yürüttükleri çalışmalarında, NC ölçümünün yüksek olmasının MetS riskini 2–3 kat arttırdığını tespit etmişlerdir. Gülmez ve ark.⁴⁰, 2017 yılında 179 yetişkinde yaptıkları çalışmalarında MetS tanısı olan hastalarda, NC ile viseral yağlanma oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon olduğunu göstermişlerdir. Kalkan ve ark.³², 2010 yılında 88 yetişkinde (36 MetS, 52 normal vücut ağırlığına sahip) yaptıkları çalışmalarında, MetS ile NC arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulmuşlardır. MetS olan kadınlarda NC ile BKİ ve bel/kaça oranının; MetS olan erkeklerde ise NC ile BKİ, bel/kalça oranı, BÇ ve vücut yağ yüzdesinin pozitif yönde korele olduğunu saptamışlardır.

Yetişkinler dışında diğer yaş gruplarında da sonuçlar obezitede olduğu gibi benzerlik göstermektedir. Örneğin; Kurtoğlu ve ark.⁴², 2012 yılında 581 çocuk ve adölesanda yaptıkları çalışmalarında; pubertal erkek ve kızlarda APG ve pubertal kızlarda total kolesterol seviyeleri ile NC arasında bir korelasyon bulunamamış ancak NC; HDL ile negatif, BÇ, kan basıncı, insülin ve TG ile pozitif bir korelasyon bulunmuştur. Hassan ve ark.⁷, 2015 yılında 100 çocukta (50 obez, 50 normal kilolu) yaptıkları çalışmalarında, MetS tanısı olmayan obez çocuklarda NC; yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, BÇ, KÇ ile pozitif, düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) ile negatif korelasyon; MetS tanısı olan çocuklarda ise NC; yaş, vücut ağırlığı, boy uzunluğu, BKİ, BÇ, KÇ ve diyastolik kan basıncı (DBP) ile pozitif korelasyonda olduğunu saptamışlardır. Silva ve ark.⁴³, 2014 yılında 388 çocuk ve adölesan ile yaptıkları çalışmalarında, NC hem çocuklukta hem de ergenlik döneminde BKİ ve BÇ ile pozitif bir korelasyon göstermiştir. MetS belirteçleri ile ilgili pubertal kızlarda NC; SBP, DBP, TG, plazma ürik asit, Gama-Glutamil Transpeptidaz (GGT) ve Alanin Transaminaz (ALT) ile pozitif, HDL ile negatif korelasyon gösterirken; prepubertal erkeklerde NC; SBP, DBP, plazma ürik asit ve GGT arasında pozitif; pubertal erkeklerde NC; SBP, DBP, LDL, TG, plazma ürik asit ve GGT ile pozitif; HDL ile negatif korelasyon göstermiştir. Formisano ve ark.⁴⁴ da 2016 yılında 15,673 çocukta yaptıkları çalışmalarında 5–6 yaş grubu hariç çocuklarda özellikle kız çocuklarında NC ölçümünün MetS'ye yakalanma riski ile güçlü bir korelasyonu olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, MetS tanısı için NC değerleri; 4 yaş erkek çocuklarda NC >26,2 cm ve kız çocuklarda NC >24,9 cm; 9–10 yaş erkek çocuklarda NC >30,9 cm ve kız çocuklarda NC >29,6 cm olarak saptanmıştır.

İncelenen çalışmalar göstermektedir ki NC ölçümü MetS riski taşıyan hastaların erken teşhisinde kullanılabilir, basit, ucuz ve hata payı düşük bir antropometrik ölçümdür. NC ölçümü alacak olan personelin eğitilmesi ve ölçüm yönteminin standartlaştırılması gerekmektedir.

İnsülin Direnci ve Tip 2 Diyabet ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Diyabetes Mellitus (DM) temel özelliği hiperglisemi olmakla birlikte karbonhidrat, protein ve lipid metabolizmalarında da bozukluklar görülen karmaşık bir hastalıktır⁴⁵. Özellikle tip 2 diyabetin (T2DM) gelişiminde ve ilerlemesinde obezite kritik bir role sahiptir. Artan vücut ağırlığı ve obezite prevalansı ile T2DM

görülme sıklığı artmaktadır⁴⁶. T2DM'li hastaların yaklaşık %80'inin obez olduğu rapor edilmiştir⁴⁷. Hatta BKİ >25 kg/m² olması erkeklerde 2, kadınlarda 8 kat ve BKİ >35 kg/m² olması erkeklerde 42 ve kadınlarda 93 kat T2DM riskini artırmaktadır⁴⁷.

Birçok çalışmada T2DM ve insülin direnci ile NC arasında pozitif yönlü korelasyon bulunmuştur^{18,20,39,43,48–51}. Khalangot ve ark.⁴⁸, 2016 yılında 202 kişi ile yaptıkları bir çalışmalarında diyabetin izlenmesinde NC ölçümünün kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Assyov ve ark.³⁹, 2017 yılında 255 kişinin katıldığı çalışmalarında, erkeklerde NC ile APG, açlık insülini ve diyabet riskini ortaya koyan FINDRISC skorları arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır. ROC analizleri NC'nin T2DM, insülin direnci, MetS ve hipertansiyon ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Baena ve ark.²⁰, 2016 yılında 364 kişi ile yürüttükleri bir çalışmada, NC ile insülin direnci, kan basıncı, LDL ve HDL arasında korelasyon gözlemişlerdir. Luy ve ark.⁴⁹, 2018 yılında 323 prediyabet ve T2DM'li hasta ile yaptıkları çalışmalarında, bazal metabolizma hızı (BMH) ile erkek cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, BKİ, NC, bilek çevresi, BÇ, KÇ, bel/kalça oranı ve yağsız vücut kütlesi ile pozitif korelasyon; yaş ile negatif korelasyon göstermişlerdir. Yang ve ark.⁵⁰, 2010 yılında 3182 T2DM'li hasta ile yürüttükleri çalışmalarında NC ile BKİ, BÇ ve MetS ile pozitif yönlü bir korelasyon bulmuşlardır. T2DM ile ilişkili bir parametre olan ve insülin direnci tespiti için kullanılan HOMA-IR değeri de bazı çalışmalarda NC ile korele bulunmuştur^{18,43}. Silva ve ark.⁴³, pubertal ve prepubertal kızlarda insülin direncini tanımlamak için NC değerlerini kızlarda pubertaller için >34,1 cm ve prepubertaller için >32,0 cm; erkekler için ise sırası ile >34,8 cm ve >30,3 cm olarak önermiştir. Ayrıca Abdolahi ve ark.⁵¹, 2014 yılında 213 diyabetli kişide yaptıkları çalışmalarında erkeklerde veya kadınlarda farklı oral glikoz tolerans testi (OGTT) sonuçları arasında NC'de fark görülmemiştir fakat vücut ağırlığı, BKİ, BÇ ve KÇ her iki cinsiyette de NC ile güçlü pozitif korelasyon göstermiştir. KhushBakht ve ark.⁵², 2018 yılında diğer çalışmalardan farklı olarak NC'nin gestasyonel diyabet ile ilişkisini incelemek için 90 gebeyi değerlendirmiş ve 16 haftalık gebelerde ölçülen NC değeri ile 24. haftada OGTT yapıldıktan sonra gestasyonel diyabet tanısı alma oranı arasında pozitif yönlü bir korelasyon saptamışlardır.

Yapılan çalışmalar göstermektedir ki NC ölçümü insülin direnci ve T2DM hastalığının tanısında ve izleminde kullanılan birçok antropometrik ve biyokimyasal parametre ile ilişkili olan bir ölçüm aracıdır.

Gestasyonel diyabette kullanılabilirliği ile ilgili ise çalışmalar çok sınırlıdır. Bu nedenle kesinliği belirlemek adına daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Lipid Profili, Hipertansiyon ve Kardiyovasküler Hastalıklar (KVH) ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Kardiyovasküler hastalıklar (KVH), kalp yetmezliği, hipertansiyon, inme, atriyal fibrilasyon ve ani kardiyak ölüm dâhil olmak üzere geniş bir hastalık spektrumuna sahiptir. Obezite, KVH morbiditesini ve mortalitesini doğrudan ve dolaylı olarak artırabilmektedir⁵³. Artan vücut ağırlığına uyum sağlamak için kardiyovasküler sistemin yapısal ve fonksiyonel adaptasyonlarının yanı sıra inflamasyon ve vasküler homeostaz üzerindeki adipokine aracılık ederek doğrudan etki gösterir. Dolaylı yoldan KVH risk faktörlerine etkisi ise obezite, insülin direnci, hiperglisemi, hipertansiyon ve displidemi gibi eşlik eden komplikasyonlar nedeniyle olabilmektedir⁵³. Yağ dokusunun toplam miktarı yanı sıra kalitesi ve işlevselliği, kardiyometabolik risk için daha önemlidir. Obezitede yağ dokusunun genişlemesinin sonuçları lokal ve sistemiktir. Bunlar lokal olarak; inflamasyon, hipoksi, düzensiz adipokin sekresyonu ve bozulmuş mitokondriyal fonksiyonlar ile sistemik olarak; insülin direnci, anormal glukoz/lipid metabolizması, hipertansiyon, pro-inflamatuvar, pro-trombotik durumlar ve endotel disfonksiyonunu içerir. Bu durumların hepsi obezite ile KVH arasındaki ilişki için bağlantı mekanizmaları sağlar⁵³.

Viseral yağ kütlesi artışı ile birlikte üst vücut yağı kütlesindeki artış da KVH riskiyle ilişkilidir bu da metabolik riskte önemli bir rol oynadığını düşündürmektedir¹⁹. Preis ve ark.¹⁹, 2010 yılında 3307 kişi ile yaptıkları bir çalışmada NC ile vücut yağ kütlesi ve BKİ arasında her iki cinsiyette ve aynı zamanda NC ile KVH arasında pozitif yönlü bir korelasyon bulmuştur. Selvan ve ark.⁵⁴, 2016 yılında 451 kişide yaptıkları çalışmalarında NC ile HDL arasında negatif bir korelasyon saptamışlardır. MetS'li hastalarda BÇ en iyi ölçüm aracı olarak tespit edilirken bunu sırasıyla boyun çevresi/boy uzunluğu (NHtR), NC ve BKİ izlemiştir, hatta NHtR'nin NC'ye göre KVH riskini tahmin etmede daha iyi bir indeks olabileceği görülmüştür.

Mondal ve ark.⁵⁵, 2018 yılında 188 kişide yaptıkları çalışmalarında da benzer olarak NHtR değeri yüksek olan prediyabetik bireylerde BKİ, hipertansiyon, MetS, APG, HOMA-IR, HbA1 c, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) seviyelerinin yüksek ve HDL seviyelerinin düşük olduğunu göstermişlerdir.

Ferreira ve ark.²⁹, 2019 yılında 45 kişide yaptıkları çalışmalarında BÇ, NC, KÇ ölçümleri KVH riski, obezite ve MetS riski ile pozitif korelasyon bulmuşlardır. Torriani ve ark.'nın³⁷ 2014 yılında 303 kişide yaptıkları çalışmalarında ise NC, KVH riski ile (özellikle kadınlarda); viseral yağ kütlesi ve TG ile pozitif yönde korelasyon göstermiştir. NC, kadınlarda SBP ile zayıf, erkeklerde DBP ile orta derecede korelasyon gösterirken; kadınlarda NC'nin HDL ve TG ile pozitif yönlü korelasyon gösterdiği saptanmıştır. Turan ve ark.⁴⁵, 2015 yılında 264 kişi ile yürüttükleri çalışmalarında da benzer olarak her iki cinsiyette de NC ile SKB, DKB ve TG arasında pozitif; HDL ile negatif korelasyon gözlemişlerdir. Zhou ve ark.⁵⁶, 2013 yılında 4201 kişide yaptıkları çalışmalarında, her iki cinsiyette de (kadınlarda total kolesterol hariç) NC; SBP, DBP, APG, TG, total kolesterol ve LDL ile pozitif; HDL ile negatif korelasyon bulmuşlardır. Bu çalışmada kesim noktası olarak erkeklerde NC ≥ 37 cm ve kadınlarda NC ≥ 33 cm olarak saptanmıştır. Namazi ve ark.³⁰, 2018 yılında yaptıkları meta-analiz çalışmasında da NC ile HDL hariç diğer kan lipidleri, SBP ve DBP ile pozitif; HDL ile negatif korelasyon bulunmuştur.

Görüldüğü üzere yapılan çalışmalar, NC ölçümü ile KVH riski arasında bir korelasyon olduğunu saptamışlardır. Bunun en büyük nedeni obezite ile KVH riski arasındaki bağlantıdan kaynaklanmakta olup; yine kan lipidleri ile kan basıncı arasında da korelasyon göstermesi KVH riskini saptamak adına NC ölçümünün uygun bir ölçüm aracı olabileceğini göstermekle birlikte, kesin kanıt olarak kabul edilebilmesi adına daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Obstrüktif Uyku Apne Sendromu ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Obstrüktif uyku apne sendromu (OSAS), uyku sırasında yineleyen üst solunum yolunun tam veya parsiyel obstrüksiyonları ve sıklıkla buna eşlik eden artan solunum eforu, oksijen satürasyonunda azalma, intermittan hipoksi ve uyanma reaksiyonları ile karakterize bir sendromdur⁵⁷. Prevalansı birçok kronik hastalıkla (astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH), T2DM ve koroner arter hastalığı gibi) karşılaştırılabilecek düzeyde olup⁵⁸, %9–38 arasında değiştiği ve yaşın ilerlemesi ile birlikte bu oranın %90'lara kadar çıktığı gösterilmiştir⁵⁹. Bu prevalans, obezite eşlik ettiği zaman hem çocuk hem yetişkinlerde daha fazla yükselebilmektedir⁶⁰.

Hastalığın tanısında polisomnografik (PSG) incelemenin altın standart tetkik olduğu bilinmektedir. Fakat PSG'nin pahalı, zaman alıcı ve özel ekipman gerektiren bir tetkik olması, ayrıca çalışma yapabilecek laboratuvar sayısının oldukça sınırlı olması nedeniyle PSG yapılacak hastaların seçilmesinde BKİ ve NC ölçümünün önemli parametreler olduğu düşünülmektedir⁶¹.

Hoffstein ve ark.⁶², 1992 yılında 670 kişi üzerinde yaptıkları çalışmalarında apneik hastalarda BKİ, NC ve BÇ değerlerinin, non-apneik hastalardan belirgin biçimde yüksek olduğunu saptamışlardır. Ayrıca NC ile BKİ ve horlama arasında pozitif korelasyon bulmuşlardır. Sarı ve ark.⁶¹, 2011 yılında 100 kişi ile yaptıkları çalışmalarında, OSAS'lı hastalarda BKİ ve NC değerlerinin her iki cinsiyette de AHI (Apnea Hypoapnea Index) ile pozitif yönde korelasyon gösterdiğini saptamışlardır. Özellikle erkeklerde kadınlara oranla daha yüksek bir korelasyon gözlemlenmiştir. Yine Ayyıldız ve ark.⁶³, 2016 yılında 105 kişi ile yürüttükleri çalışmalarında, ağır OSAS'lı erkek bireylerin ortalama BKİ ve NC değerleri, orta OSAS'lı erkek bireylere göre daha yüksek bulunmuştur. Ağır OSAS'lı kadın bireylerin ortalama BÇ, BKİ değeri ve vücut yağ yüzdesi hafif OSAS'lı kadın bireylere göre daha yüksektir. LaBerge ve ark.¹⁷, 2009 yılında 101 çocuk ile yaptıkları çalışmalarında da yetişkinlerle benzer sonuçlar gözlenmiş olup; uyku apnesi sendromu ile NC ölçümü özellikle 6–10 ve 11–16 yaş grupları arasında güçlü bir korelasyon göstermiştir.

İncelenen çalışmalar hem çocuklarda hem de yetişkinlerde NC ile uyku apnesi sendromu arasındaki pozitif yönde olan korelasyonu göstermektedir. Obezite, uyku apnesi sendromu ve horlama arasındaki ilişki açık olduğu için NC değerinin artışı bu durumlarla ilişki bulunmuştur. Ayrıca OSAS tanı yönteminin pahalı ve zaman alıcı olması nedeniyle NC ölçümünün kullanılması ve geçerliliğinin uygunluğunun tespiti klinikte testlerin uygulanacağı kişilerin belirlenmesinde yarar sağlayabilecektir.

Bazı Biyokimyasal Parametreler ve Diğer Hastalıklar ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Adipoz doku, sadece enerji depolayan bir organ olmayıp, aynı zamanda toplu olarak adipositokinler olarak bilinen çoklu biyoaktif araçları salgılayan bir endokrin organdır. Bunlar enerji metabolizması, inflamasyon, diyabet ve ateroskleroz gibi birçok sürecin düzenlenmesinde yakından rol oynarlar⁶⁴. Adiponektin, leptin, tümör nekroz faktör- α (TNF- α), interlökin-6 (IL-6), interlökin-10 (IL-10) ve diğer kemokinler gibi

anti-inflamatuar ve pro-inflamatuar adipositokinler, adipoz dokular tarafından üretilir ve bunların insülin direnci, adipogenez ve inflamasyon patogenezinde rol oynadığı gösterilmiştir⁶⁵. Attle ve ark.'nın⁶⁶ 2019 yılında, 90 obez kadında tükürük adipositokinleri ve bunun besin alımı ve fiziksel aktivite ile ilişkisini değerlendiren çalışmalarında, tükürük TNF- α 'sı, BKİ ve NC ile pozitif korelasyon gösterirken, adiponektin BKİ ile negatif korelasyon göstermiştir. Ayrıca ilginç bir şekilde diyet kalitesi ile NC arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur.

D vitamini eksikliği toplumlarında sıklıkla görülmektedir ve bu durumun bireysel bileşenleri (obezite, hiperlipidemi, dislipidemi) arasındaki ilişki son yıllarda oldukça tartışılmaktadır^{67,68}. D vitamini kalsiyum ve fosfor homeostazisinde önemli bir rol oynamaktadır. Çalışmalar, D vitamininin kalp, endotel ve düz kas fonksiyonları üzerindeki etkileri olduğunu ve özellikle kardiyovasküler sağlıkta önemli olduğunu göstermiştir⁶⁹. Fu ve ark.⁷⁰, 559 MetS'li adölesan ve genç bireyde D vitamini seviyesini değerlendirmek için yaptıkları bir çalışmada 25 (OH) D vitamini seviyelerinin HbA1c, vücut yağı, NC, LDL, APG ve OGTT ile negatif ilişkili olduğunu saptamışlardır.

Obezite, genellikle polikistik over sendromunun (PCOS) özellikleri, yani yumurtlama fonksiyonunun bozulması, infertilite ve androjen fazlalığı ile ilişkilidir⁷¹. Son 30 yılda, PCOS patogenezinde insülin direncinin anahtar rolü vurgulanmıştır ve PCOS'un, MetS'da olduğu gibi insülin direncinin bir sonucu olduğu kabul edilmektedir ve MetS'li kadınlarda PCOS gelişim riskinde artış olduğu görülmektedir⁷². Ayrıca PCOS, insülin direnci ve artmış testosteron seviyeleri nedeni ile yüksek OSAS riski ile ilişkilendirilmiştir⁷³. Dixon ve ark.⁷¹, 2002 yılında 107 kadında yaptıkları çalışmada, menapoz öncesi obez kadınlarda NC'nin androjen hormonları ile pozitif yönde korelasyonu olduğunu saptamışlardır.

Özellikle sanayileşmiş ülkelerde obezite, çocukluk döneminde görülen astım ile ilişkili olup, günümüzde artan obezite prevalansı nedeniyle bunun ilerde çok daha büyük sorunlara yol açabileceği düşünülmektedir⁷⁴. Hacıhamdioglu ve ark.⁷⁴, 2015 yılında 127 çocukta yaptıkları çalışmalarında ciddi astımı olan çocuklarda NC değerlerinin normale kıyasla daha yüksek olduğunu saptamışlardır. Maltz ve ark.⁷⁵, 2016 yılında 116 çocuk ve adölesanda yaptıkları benzer bir çalışmada, özellikle yüksek NC değerinin erkek adölesanlarda ciddi astım ile pozitif yönlü korelasyon gösterdiğini bulmuşlardır.

Akın ve ark.'nın⁷⁶ 2016 yılında 196 çocukta yaptıkları başka bir çalışmada ise benzer sonuçlara varılmış olup, NC değerleri 90. persentilden yüksek olan çocuklarda astım prevalansı daha yüksek olarak saptanmıştır.

NC ölçümünün obezite ve ilişkili hastalıklar kadar yetersiz beslenme için de bir araç olarak kullanılabilceği düşünülmektedir. Wakabayashi ve ark.⁷⁷, 2016 yılında uzun süreli bakım gerektiren yaşlı bireylerde NC ölçümü, disfaji ve beslenme yetersizliği arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için, 385 yaşlıda yaptıkları çalışmada NC'nin DSS (disfaji ağrı skalası) ile pozitif korelasyonlu olmadığı görülürken; beslenme yetersizlikleri ile pozitif yönde korelasyon saptanmıştır. Beslenme durumunun izlenmesinde NC ölçümünün uygun bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır. Uygur ve ark.⁷⁸, 2013 yılında 5–12 yaşlarındaki 32 hemiplejik serebral palsi (HSP)'li çocuk ile kontrol grubu olarak da aynı yaş grubundaki 40 sağlıklı çocuğu dâhil ettikleri çalışmalarında, HSP'li çocukların baş antropometrik ölçümlerinin düşük olmasını beyin gelişiminin nörodejenerasyona bağlı olarak az olmasına ve NC'nin düşük olmasının nedenini de beslenme bozukluklarından kaynaklı olduğu sonucuna bağlamışlardır.

Yardimci ve ark.⁷⁹, 2015 yılında 36 diyaliz hastası ve 36 sağlıklı birey ile yaptıkları çalışmada el kavrama gücünün; boy uzunluğu, vücut ağırlığı, NC, ÜOKÇ, C-Reaktif Protein (CRP) ve total protein ile pozitif, HDL ve HbA1c ile negatif korelasyonu olduğu göstermişlerdir. Bu çalışmada cinsiyet, boy, NC, ÜOKÇ ve nöropati varlığı el kavrama gücü ile pozitif korelasyon göstermiştir.

İncelenen makaleler ışığında NC ölçümünün farklı hasta gruplarında beslenme ile ilintili hastalıkların takibinde hem fazla beslenme sonucu gelişen hastalıkların hem de farklı gruplarda (yaşlılar, kronik hastalığı olan çocuklar ve yetişkinler) yetersiz beslenme durumunun takibinde kullanılabilceği düşünülmektedir.

Metabolomikler ile Boyun Çevresi Ölçümü Arasındaki İlişki

Metabolomikler, patofizyolojik bir durumdaki düşük moleküler ağırlıklı metabolitlerde karakteristik değişiklikleri incelemek için kullanılan yüksek hassasiyetli, yüksek verimli bir profil oluşturma yöntemidir^{80,81}. Bu nedenle metabolitlerin ayrıntılı ölçümü hastalıkların tanısı için ideal bir yöntem olabilir⁸².

Xu ve ark.⁸³, 2016 yılında 60 OSAS'lı, 30 sağlıklı ve 30 sadece horlama problemi olan kişi ile yaptıkları

çalışmalarında; OSAS'lı kişilerde sağlıklı gruba göre NC değerlerini daha yüksek bulmuşlardır. Ayrıca sadece horlama problemi olan grubu sağlıklı gruptan ayıran 21 metabolit tespit etmişlerdir. Bunlardan, fosfolipid biyosentezinin yağ asitleri ve metabolomik profillerinin çoğu önemli ölçüde artmış olarak bulunmuştur. Aspartil-serin, izolösin-treonin (Ile-Thr) ve metiyonin seviyeleri horlama grubunda artarken, 3-hidroksiantanilik asit ve 5-hidroksitriptofan seviyesi azalmıştır. İndoller ve türevleri, glutamat metabolitleri, steroidler, nükleik asit ve trikarboksilik asit döngüsündeki (TCA) diğer ara maddelerin metabolitleri de önemli ölçüde değişiklik göstermiştir. Bunların yanı sıra OSAS olan hastalarda OSAS olmayanları ayıran toplam 28 metabolit saptanmıştır. Tüm verilerin analizi sonucunda ise OSAS'lı hastaları diğer gruplardan ayıran ve tanı için kullanılabilcek olan toplam 6 metabolit (4-hidroksipentenoik asit, arabinoz, GCDCA-3-sülfat, izolösin, serin ve ksantin) içeren bir model oluşturulmuştur. Benzer olarak, Cho ve ark.⁸⁴, 2017 yılında 48 erkek ile yaptıkları çalışmalarında da, NC ölçümünü OSAS'lı grupta yüksek bulmuşlardır. Ayrıca OSAS için idrar metabolik işaretleri olarak C14:1'in uzun zincirli doymamış asilkarnitinlerinin, simetrik dimetilargininin biyojenik aminlerinin ve sfingomiyelin C18:1'in artmış konsantrasyonlarını göstermişlerdir. Yine Lebkuchen ve ark.'nın⁸⁵ 2018 yılında 37 OSAS'lı ve 16 sağlıklı kişide yaptıkları çalışmalarında, OSAS'lı bireylerin NC değerlerinin yüksek olduğunu saptamışlardır. NC >40 cm değerinin OSAS tanısı için kullanılan NoSAS skorlarını 4 puan artmıştır. OSAS'lı hastalarda 6 metabolit ile 22 lipid kontrol grubuna göre farklı bulunmuştur. Tüm analiz yapıldıktan sonra ise OSAS tanısı için glukoz ve inflamatuvar yollarda yer alan üç metabolitin (glutamik asit, deoksi şeker ve araşidonik asit) ve üç lipidin (PE 35:1, SM d18:1/12:0 ve LPC 27:1) en iyi performansla sahip olduğu gösterilmiştir.

Troisi ve ark.⁸⁶, 2019 yılında 23 obez ve 18 normal kilolu çocukta yaptıkları çalışmalarında, NC değeri obez grupta daha yüksek bulunurken, karaciğer yağlanması olan obez çocuklarda anlamlı şekilde daha yüksek olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca, obeziteyle ilişkili olarak de novo yağ asidi biyosentezi; doymuş yağ asidi β-oksidasyonu; bütanoat metabolizması; glikoliz ve glukoneogenez; trikarboksilik asit döngüsü; üre döngüsü; prolin, glutamat, aspartat ve asparagin metabolizması; valin, lösin ve izolösin (BCAA) bozulması; amino şeker metabolizması, pürin metabolizması ve gliserofosfolipid metabolizması metabolitleri bulunmuştur. Bu çalışma, tükürük metabolomiklerinin ek

bilgiler elde etmek için yararlı bir araç olabileceğini ve pediatrik obezitede de yeni hastalık tanısı biyobelirteç verilerini ayırmak için olası bir ipucu olabileceğini göstermektedir. Ayrıca yine kan ve idrar metabolitlerine bakıldığında dallı zincirli aminoasitlerden olan valin ve izolösinin obezite ile en ilişkili aminoasitler olduğu görülmektedir fakat NC değeri ile bu metabolitler arasındaki ilişkiyi değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamıştır^{87,88}.

Görüldüğü üzere metabolik hastalıklar ile NC ölçümü arasında önemli bir korelasyon saptanmıştır. Fakat son yıllarda gündemde olan ve birçok hastalığın tanısında ve takibinde kullanılabileceği düşünülen metabolomikler ile NC arasında direkt bir ilişkiyi inceleyen çalışmalar literatürde oldukça sınırlıdır. Bu güncel alanda yapılacak çalışmalar ile NC ve metabolomikler arasındaki ilişkinin aydınlatılabileceği düşünülmektedir.

Sonuç

Boyun çevresi ölçümü, ön tanı ve tedavi sürecinin takibinde faydalı olabilecek uygulaması kolay, ucuz, tekrarlanabilirliği yüksek ve gün içerisinde farklı durumlardan etkilenmediği için değişiklik göstermeyen bir antropometrik ölçümdür. Beslenme durumunun saptanmasında kullanılabilecek pratik bir yöntem olarak görülmektedir. Son yıllarda ise kronik hastalıklar ve hastalıkların biyokimyasal bulguları ile oldukça ilişkili olduğu saptanan NC'nin tüm yaş grupları için değerlendirilerek ülkemize özgü kesim noktaları belirlenmesi önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, boyun çevresi ölçümünün obezite ve obezite ile ilişkili olan metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalıklar, obstrüktif uyku apne sendromu ve tip 2 diyabet gibi kronik hastalıklara yakalanma riski ile yüksek korelasyon göstermesinin yanı sıra diğer antropometrik ölçümlerle de (vücut ağırlığı, beden kütle indeksi, bel çevresi, kalça çevresi ve bel/kalça oranı) ilişkili olduğu bulunmuştur.

Kaynaklar

1. Baysal A. Beslenme ve sağlık. In: Baysal, A. ed. Beslenme. Turkey: Hatipoğlu Yayınları, 2012:9.
2. The British Dietetic Association. Assessment of nutritional status. In: Gandy, J. ed. Manual of Dietetic Practice. Chichester: Wiley, 2019:46.
3. Madden A, Smith S. Body composition and morphological assessment of nutritional status in adults: a review of anthropometric variables. *J Hum Nutr Diet* 2016;29(1):7–25.

4. Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities: a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout, and uric calculous disease. *The am J Clin Nutr* 1956;4(1):20–34.
5. Vague J, Vague P, Jubelin J, Barre A. Fat distribution, obesities and health: evolution of concepts. In: Bouchard, C, Johnston, F. E. ed. Fat distribution during growth and later health outcome. New York: Alan R Liss, 1988:9–41.
6. Saka M, Türker P, Ercan A, Kızıltan G, Baş M. Is neck circumference measurement an indicator for abdominal obesity? A pilot study on Turkish Adults. *Afr Health Sci* 2014;14(3):570–5.
7. Hassan NE, Atef A, El-Masry S, Ibrahim A, Al-Tohamy M, Rasheed EA. Is neck circumference an indicator for metabolic complication of childhood obesity? *Open Access Maced J Med Sci* 2015;3(1):26–31.
8. World Health Organisation (WHO). Obesity-adult prevalence rate(%), <https://www.indexmundi.com/g/g.aspx?c=tu&v=2228/>;2016 [accessed 23 03 2020].
9. T. C. Sağlık Bakanlığı. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2017. Ankara, 2019.
10. Giugliano R, Melo AL. Diagnosis of overweight and obesity in schoolchildren: utilization of the body mass index international standard. *Jornal de Pediatria* 2004;80(2):129–34.
11. da Silva Pinto IC, Arruda I, da Silva Diniz A, da Silca A, Cavalcanti A. Prevalence of overweight and abdominal obesity according to anthropometric parameters and the association with sexual maturation in adolescent school children. *Cadernos de Saúde Pública* 2010;26:1727–37.
12. Rezende FAC, Rosado LEFPL, Franceschini SCC, Rosado GP, Ribeiro RCL. The body mass index applicability in the body fat assessment. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte. Rev Bras Med Esporte* 2010;16(2):90–4.
13. Brann LS. Classifying preadolescent boys based on their weight status and percent body fat produces different groups. *J Am Diet Assoc* 2008;108(6):1018–22.
14. Portilla MG. Body mass index reporting through the school system: potential harm. *J. Acad Nutr Diet* 2011;111(3):442–5.
15. Ben Noun L, Sohar E, Laor A. Neck circumference as a simple screening measure for identifying overweight and obese patients. *Obes Res* 2001;9(8):470–7.
16. Ben Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to cardiovascular risk factors. *Obes Res* 2003;11(2):226–31.
17. LaBerge RC, Vaccani JP, Gow RM, Gaboury I, Hoey L, Katz SL. Inter and intrarater reliability of neck circumference measurements in children. *Pediatr Pulmonol* 2009;44(1):64–9.
18. Stabe C, Vasques ACJ, Lima MMO, Tambascia MA, Pareja JC, Yamanaka A et al. Neck circumference as a simple tool for identifying the metabolic syndrome and insulin resistance: results from the Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Clin endocrinol* 2013;78(6):874–81.
19. Preis SR, Massaro JM, Hoffmann U, D'Agostino Sr RB, Levy D, Robins SJ et al. Neck circumference as a novel measure of cardiometabolic risk: the Framingham Heart study. *J Clin Endocrinol Metab* 2010;95(8):3701–10.

20. Baena CP, Lotufo PA, Fonseca MG, Santos IS, Goulart AC, Bensenor IMJ. Neck circumference is independently associated with cardiometabolic risk factors: cross-sectional analysis from ELSA-Brasil. *Metab Syndr Relat Disord* 2016;14(3):145–53.
21. Onat A, Hergenç G, Yüksel H, Can G, Ayhan E, Kaya Z. Neck circumference as a measure of central obesity: associations with metabolic syndrome and obstructive sleep apnea syndrome beyond waist circumference. *Clin Nutr* 2009;28(1):46–51.
22. Ben-Noun L, Laor A. Relationship between changes in neck circumference and cardiovascular risk factors. *Exp Clin Cardiol* 2006;11(1):14–20.
23. Wang X, Zhang N, Yu C, Ji Z. Evaluation of neck circumference as a predictor of central obesity and insulin resistance in Chinese adults. *Int J Clin Exp Med* 2015;8(10):19107–13.
24. Kumar NV, Ismail MH, Mahesha P, Girish M, Tripathy M. Neck circumference and cardio-metabolic syndrome. *J Clin Diagn Res* 2014;8(7):23–5.
25. Pei X, Liu L, Imam MU, Lu M, Chen Y, Sun P. Neck circumference may be a valuable tool for screening individuals with obesity: findings from a young Chinese population and a meta-analysis. *BMC public health* 2018;18(1):529–39.
26. Giordano F, Berteotti M, Budui S, Calgaro N, Franceschini L, Gilli F. Multidimensional improvements induced by an intensive obesity inpatients rehabilitation programme. *Eat Weight Disord* 2017;22(2):329–38.
27. Yan Q, Sun D, Li X, Zheng Q, Li L, Gu C, et al. Neck circumference is a valuable tool for identifying metabolic syndrome and obesity in Chinese elder subjects: A community-based study. *Diabetes Metab Res Rev* 2014;30(1):69–76.
28. de Souza MFC, Gurgel RQ, Barreto ID, Saravanan S. Neck circumference as screening measure for identifying adolescents with overweight and obesity. *J Hum Growth Dev* 2016;26(2):260–6.
29. Ferreira YAM, Kravchychyn ACP, Vicente SCF, da Silveira Campos RM, Tock L, Oyama LM. An interdisciplinary weight loss program improves body composition and metabolic profile in adolescents with obesity: Associations with the dietary inflammatory index. *Front Nutr* 2019;6:77–89.
30. Namazi N, Larijani B, Surkan PJ, Azadbakht L. The association of neck circumference with risk of metabolic syndrome and its components in adults: a systematic review and meta-analysis. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2018;28(7):657–74.
31. Remacre MLTC, Sousa RV, Ferreira CDSM. Cut-off points of neck circumference for identification of overweight in adults: Transversal study. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria* 2018;38(4):90–4.
32. Kalkan İH, Savaş ÖÖ, Yılmaz T, Suher M. Can neck circumference be used as a new anthropometric measurement to detect metabolic syndrome? *Turk J Med Sci* 2009;3(2):10–3.
33. Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001;285(19):2486–97.
34. Bener A, Yousafzai MT, Darwish S, Ah-Hamaq AO, Nasralla EA, Abdul-Ghani M. Obesity index that better predict metabolic syndrome: body mass index, waist circumference, waist hip ratio, or waist height ratio. *J Ones* 2013;2013:269038.
35. World Health Organisation (WHO). Waist circumference and waist-hip ratio: report of a WHO expert consultation, Geneva 8–11 December 2008;2011.
36. Jensen MD. Role of body fat distribution and the metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2008;93(11_supplement_1):57–63.
37. Torriani M, Gill CM, Daley S, Oliveira AL, Azevedo DC, Bredella MA. Compartmental neck fat accumulation and its relation to cardiovascular risk and metabolic syndrome. *Am J Clin Nutr* 2014;100(5):1244–51.
38. Hingorjo MR, Zehra S, Imran E, Qureshi MA. Neck circumference: a supplemental tool for the diagnosis of metabolic syndrome. *J Pak Med Assoc* 2016;66(10):1221–6.
39. Assyov Y, Gateva A, Tsakova A, Kamenov Z. A comparison of the clinical usefulness of neck circumference and waist circumference in individuals with severe obesity. *Endocr Res* 2017;42(1):6–14.
40. Gülmez H, Kut A. Metabolik sendromu olan hastalarda visceral yağlanma oranı ve boyun çevresi arasındaki ilişki. *Genel Tıp Dergisi* 2017;27(1):15–22.
41. Hoebel S, De Ridder JH, Malan L. The association between anthropometric parameters, the metabolic syndrome and microalbuminuria in black Africans: the SABPA study. *Cardiovasc J Afr* 2010;21(3):148–52.
42. Kurtoglu S, Hatipoglu N, Mazicioglu MM, Kondolot M. Neck circumference as a novel parameter to determine metabolic risk factors in obese children. *Eur J Clin Invest* 2012;4(6):623–30.
43. Silva CC, Zambon MP, Vasques AC, Rodrigues AMB, Camilo DF, Antonio MA, et al. Neck circumference as a new anthropometric indicator for prediction of insulin resistance and components of metabolic syndrome in adolescents: Brazilian Metabolic Syndrome Study. *Rev Paul Pediatr* 2014;32(2):221–9.
44. Formisano A, Bammann K, Fraterman A, Hadjigeorgiou C, Herrmann D, Iacoviello L, et al. Efficacy of neck circumference to identify metabolic syndrome in 3–10 year-old European children: Results from IDEFICS study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2016;26(6):510–6.
45. Turan E, Savut B, Kulaksizoglu M, Uyar M, Turan Y, Kaya A. Diabetik hastalarda bel ve boyun çevresi ölçümü ile glukoz, lipid ve HbA1c parametreleri arasındaki ilişki. *Bozok Tıp Dergisi* 2015;5(2):16–8.
46. Genser L, Mariolo JC, Gissey LC, Panagiotopoulos S, Rubino F. Obesity, type 2 diabetes, and the metabolic syndrome: pathophysiologic relationships and guidelines for surgical intervention. *Surgical Clinics* 2016;96(4):681–701.
47. Narayan KV, Boyle JP, Thompson TJ, Gregg E, Williamson DF. Effect of BMI on lifetime risk for diabetes in the US. *Diabetes care* 2007;30(6):1562–6.

48. Khalangot M, Gurianov V, Okhrimenko N, Luzanchuk I, Kravchenko V. Neck circumference as a risk factor of screen-detected diabetes mellitus: community-based study. *Diabetol Metab Syndr* 2016;8(1):12–20.
49. Luy SC, Dampil OA. Comparison of the Harris-Benedict Equation, Bioelectrical Impedance Analysis, and Indirect Calorimetry for Measurement of Basal Metabolic Rate among Adult Obese Filipino Patients with Prediabetes or Type 2 Diabetes Mellitus. *JAFES* 2018;33(2):152.
50. Yang GR, Yuan SY, Fu HJ, Wan G, Zhu LX, Bu XL, et al. Neck circumference positively related with central obesity, overweight, and metabolic syndrome in Chinese subjects with type 2 diabetes: Beijing Community Diabetes Study. *Diabetes care* 2010;33(11):2465–7.
51. Abdolahi H, Iraj B, Mirpourian M, Shariatifar B. Association of neck circumference as an indicator of upper body obesity with cardio-metabolic risk factors among first degree relatives of diabetes patients. *Adv Biomed Res* 2014;3:237–62.
52. KhushBakht SM, Mazhar S, Bhalli A, Rashid A, Khan K, Jahanzaib U. Correlation between neck circumference and gestational diabetes mellitus and associated risk factors during pregnancy. *Cureus* 2018;10(5):1–10.
53. Koliaki C, Liatis S, Kokkinos A. Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship. *Metabolism* 2019;92:8–107.
54. Selvan C, Dutta D, Thukral A, Nargis T, Kumar M, Mukhopadhyay S, et al. Neck height ratio is an important predictor of metabolic syndrome among Asian Indians. *Indian J Endocrinol Metab* 2016;20(6):831–7.
55. Mondal SA, Dutta D, Kumar M, Singh P, Basu M, Selvan C, Mukhopadhyay S. Neck Circumference to Height Ratio is a Reliable Predictor of Liver Stiffness and Nonalcoholic Fatty Liver Disease in Prediabetes. *Indian J Endocrinol Metab* 2018;22(3):347–354.
56. Zhou JY, Ge H, Zhu MF, Wang LJ, Chen L, Tan YZ et al. Neck circumference as an independent predictive contributor to cardio-metabolic syndrome. *Cardiovasc Diabetol* 2013;12(76):1–7.
57. Aydın S, Özdemir C. Obstrüktif Uyku Apne Sendromu Tanı ve Tedavisinde Güncel Güçlükler. *Türkiye Klinikleri J Pulm Med-Special Topic* 2018;11(2):161–7.
58. Kohli P, Balachandran JS, Malhotra A. Obstructive sleep apnea and the risk for cardiovascular disease. *Curr Atheroscler Rep* 2011;13(2):138–46.
59. Senaratna CV, Perret JL, Lodge CJ, Lowe AJ, Campbell BE, Matheson MC et al. Prevalence of obstructive sleep apnea in the general population: a systematic review. *Sleep Med Rev* 2017;34:70–81.
60. Dong Z, Xu X, Wang C, Cartledge S, Maddison R, Islam SMS. Association of overweight and obesity with obstructive sleep apnoea: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Medicine* 2020;17:100185.
61. Sarı H, Tekin M, Özdamar Oİ, Yakut H, Acar G. Obstrüktif uyku apne sendromlu hastalarda vücut kitle indeksi ve boyun çevresi ölçümlerinin apne hipopne indeksiyle korelasyonu. *Türk Otolarengoloji Arşivi* 2011;49(4):67–73.
62. Hoffstein V, Mateika S. Differences in abdominal and neck circumferences in patients with and without obstructive sleep apnea. *Eur Respir J* 1992;5(4):377–81.
63. Ayyıldız F, Toka O, Köktürk O, Rakıcıoğlu N. Obstrüktif Uyku Apne Sendromu Antropometrik Ölçümler ve Vücut Bileşimi ile İlişkili midir? *Beslenme ve Diyet Dergisi* 2016;44(2):132–43.
64. Ronti T, Lupattelli G, Mannarino E. The endocrine function of adipose tissue: an update. *Clin Endocrinol* 2006;64(4):355–65.
65. Srikanthan K, Feyh A, Visweshwar H, Shapiro JI, Sodhi K. Systematic review of metabolic syndrome biomarkers: a panel for early detection, management, and risk stratification in the West Virginian population. *Int J Med Sci* 2016;13(1):25–38.
66. Attlee A, Hasan H, AlQattan A, Sarhan N, Alshammari R, Ali S, et al. Relationship of salivary adipocytokines, diet quality, physical activity, and nutrition status in adult Emirati females in United Arab Emirates. *Diabetes Metab Syndr* 2019;13(1):40–6.
67. Murni IK, Sulistyoningrum DC, Oktaria V. Association of vitamin D deficiency with cardiovascular disease risk in children: implications for the Asia Pacific Region. *Asia Pac J Clin Nutr* 2016;25(Suppl 1):8–19.
68. Bener A, Al-Hamaq AO, Kurtulus EM, Abdullatef WK, Ziric M. The role of vitamin D, obesity and physical exercise in regulation of glycemia in Type 2 Diabetes Mellitus patients. *Diabetes Metab Syndr* 2016;10(4):198–204.
69. Wimalawansa SJ. Non-musculoskeletal benefits of vitamin D. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2018;175:60–81.
70. Fu J, Han L, Zhao Y, Li G, Zhu Y, Li Y, et al. Vitamin D levels are associated with metabolic syndrome in adolescents and young adults: The BCAMS study. *Clin Nutr* 2019;38(5):2161–7.
71. Dixon JB, O'Brien PE. Neck circumference a good predictor of raised insulin and free androgen index in obese premenopausal women: changes with weight loss. *Clin Endocrinol* 2002;57(6):769–78.
72. Pasquali R. Metabolic syndrome in polycystic ovary syndrome, in metabolic syndrome consequent to endocrine disorders. In: Popovic V, Korbonits M editors. *Metabolic Syndrome Consequent to Endocrine Disorders*. Basel: Karger; 2018;114–130.
73. Fogel RB, Malhotra A, Pillar G, Pittman SD, Dunaif A, White DP. Increased prevalence of obstructive sleep apnea syndrome in obese women with polycystic ovary syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86(3):1175–80.
74. Hacıhamdioglu B, Arslan M, Yeşilkaya E, Gök F, Yavuz ST. Wider neck circumference is related to severe asthma in children. *Pediatr Allergy Immunol* 2015;26(5):456–60.
75. Maltz L, Matz EL, Gordish-Dressman H, Pillai D, Teach SJ, Camargo CA. Sex differences in the association between neck circumference and asthma. *Pediatr Pulmonol* 2016;51(9):893–900.
76. Akın O, Sarı E, Arslan M, Yeşilkaya E, Hacıhamdioglu B, Yavuz ST. Association of wider neck circumference and asthma in obese children. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2016;116(1):514–17.

77. Wakabayashi H, Matsushima M. Dysphagia assessed by the 10-item Eating Assessment Tool is associated with nutritional status and activities of daily living in elderly individuals requiring long-term care. *J Nutr Health Aging* 2016;20(1):22–7.
78. Uygur R, Özen O, Baş O, Uygur E, Songür A. Hemiplejik Serebral Palsili Çocuklarda Gövde Antropometrik Ölçümlerinin Değerlendirilmesi. *Int J Basic Clin Med* 2013;1(1):7–14.
79. Yardımcı B, Sumnu A, Kaya I, Gursu M, Aydın Z, Karadağ S. Is handgrip strength and key pinch measurement related with biochemical parameters of nutrition in peritoneal dialysis patients? *Pak J Med Sci* 2015;31(4):941–5.
80. Davies SK, Ang JE, Revell VL, Holmes B, Mann A, Robertson FP et al. Effect of sleep deprivation on the human metabolome. *Proc Natl Acad Sci USA* 2014;111(29):10761–6.
81. Weljie AM, Meerlo P, Goel N, Sengupta A, Kayser MS, Abel T, et al. Oxalic acid and diacylglycerol 36:3 are cross-species markers of sleep debt. *Proc Natl Acad Sci USA* 2015;112(8):2569–74.
82. Gibney MJ, Walsh M, Brennan L, Roche HM, German B, Ommen BV. Metabolomics in human nutrition: opportunities and challenges. *Am J Clin Nutr* 2005;82(3):497–503.
83. Xu H, Zheng X, Qian Y, Guan J, Yi Q, Zou J, et al. Metabolomics profiling for obstructive sleep apnea and simple snorers. *Sci Rep* 2016;6:30958.
84. Cho K, Yoon DW, Lee M, So D, Hong IH, Rhee CS et al. Urinary metabolomic signatures in obstructive sleep apnea through targeted metabolomic analysis: A pilot study. *Metabolomics* 2017;13(88):1–11.
85. Lebkuchen A, Carvalho VM, Venturini G, Salgueiro JS, Freitas LS, Dellavance A et al. Metabolomic and lipidomic profile in men with obstructive sleep apnoea: implications for diagnosis and biomarkers of cardiovascular risk. *Sci Rep* 2018;8:11270.
86. Troisi J, Belmonte F, Bisogno A, Pierri L, Colucci A, Scala G et al. Metabolomic salivary signature of pediatric obesity related liver disease and metabolic syndrome. *Nutrients* 2019;11(2):274–91.
87. Goffredo M, Santoro N, Trico D, Giannini C, D'Adamo E, Zhao H et al. A branched-chain amino acid-related metabolic signature characterizes obese adolescents with non-alcoholic fatty liver disease. *Nutrients* 2017;9(7):642–54.
88. Wu N, Wang W, Yi M, Cheng S, Wang D. Study of the metabolomics characteristics of patients with metabolic syndrome based on liquid chromatography quadrupole time-of-flight mass spectrometry. *Ann Endocrinol* 2018; 79(1):37–44.