

T. C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
İç Hastalıkları Anabilim Dalı
Prof. Dr. Ekrem MÜFTÜOĞLU

142403

**VÜCUT ANTROPOMETRİK ÖLÇÜLERİ İLE METABOLİK PARAMETRELER
ARASINDAKİ İLİŞKİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

(UZMANLIK TEZİ)

TEZ YÖNETİCİSİ

Doç. Dr. Mithat BAHÇECİ

Dr. M. Kasım AYDIN

DİYARBAKIR - 2004

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	3
GİRİŞ VE AMAÇ.....	4
GENEL BİLGİLER.....	6
VÜCUT BİLEŞİMİNİN ÖLÇÜLMESİ:	
Laboratuardan kliniğe.....	6
Klasik Referans Yöntemler.....	7
Vücut yoğunluğu.....	8
Toplam vücut suyu.....	9
Toplam vücut potasyumu.....	10
Multikompartman modelleri.....	11
 OBEZİTE ANTROPOMETRİK GÖSTERGELERİ VE YAĞ DEPOLARININ BÖLGESEL DAĞILIMI.....	13
ANTROPOMETRİNİN AMAÇLARI VE UYGULAMALARI.....	13
VÜCUT YAĞ MİKTARININ ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLER.....	14
Standart Laboratuvar Yöntemleri.....	14
Alan Antropometrik Yöntemleri.....	16
 ÖZEL GRUPLARDA VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN ÖLÇÜLMESİ.....	17
İnfanlar ve Çocuklar.....	17
Yaşlanma ve Yaşlılık.....	17
Atletler.....	18
Hastalık.....	18
 OBEZİTENİN ANTROPOMETRİK DEĞERLENDİRMESİ	
Total Vücut Yağının Deri Kıvrımı Kalınlıklarından Hesaplanması.....	18
 Total Vücut Yağının Bel Çevresi ve Triseps Deri Kıvrımlarının Hesaplanması.....	19
Vücut Kütle İndeksinin (Quetelet İndeksi) Hesaplanması ve Vücut Yağının Hesaplanmasında Kullanımı.....	20
 VÜCUT YAĞI DAĞILIMINDA ANTROPOMETRİK DEĞERLENDİRMELER.....	20
Bel-Kalça Oranı.....	21
Bel-Uyluk Oranı.....	21
Konisite İndeksi.....	21
Saggital Abdominal Çap.....	22
Abdominal Çapraz-Kesit Alanı.....	22
Bel Çevresi.....	22

ANTROPOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	23
Vücut Ağırlığı.....	23
Boy.....	23
Ekstremiteler Uzunluğu.....	24
Bel Çevresi.....	24
Kalça Çevresi.....	24
Uyluk Çevresi.....	24
Bel Çevresi.....	25
Deri Kıvrımı Kalınlıkları.....	25
 METABOLİK SENDROM	
TARİHÇE VE GİRİŞ.....	26
METABOLİK SENDROMUN PATOGENEZİ.....	28
1.Obesite.....	28
2. Dislipidemi.....	28
3. Hipertansiyon.....	29
4. Azalmış Karbonhidrat Toleransı veya TİP 2 DM.....	29
METABOLİK SENDROMUN TANISI.....	30
 METABOLİK SENDROMUN TEDAVİSİ	
Nonfarmakolojik tedavi.....	31
Farmakolojik tedavi.....	31
 GEREÇ VE YÖNTEM.....	32
A) OLGULAR.....	32
B) YÖNTEMLER.....	32
C) LABORATUVAR METODU.....	33
D) İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	33
 BULGULAR.....	34
TARTIŞMA.....	46
ÖZET.....	49
ABSTRACT.....	51
KAYNAKLAR.....	53

ÖNSÖZ

Obezite küresel boyutta bir halk sağlığı sorunudur. Abdominal obezite ile çok güçlü bir ilişkisi olan metabolik sendrom büyük ölçüde ortak bir arka planı olan prevalansı yüksek hastalıklardır. Arka planda obezite, insülin direnci, dislipidemi, hipertansiyon bulunur.

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Tıp fakültesi ve Diyarbakır ilinde vücut antropometrik ölçüleri ile metabolik parametreler arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi için yapıldı.

İhtisasım süresince bana yol göstererek desteklerini esirgemeyen , her konuda bana destek olan sayın hocalarım ; Rektör Prof.Dr.Fikri CANORUÇ, Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr.Ekrem MÜFTÜOĞLU, Prof.Dr.Halil DEĞERTEKİN, Prof.Dr.Bünyamin İŞİKOĞLU, Prof.Dr.Vedat GÖRAL, Doç.Dr.Emin YILMAZ, Doç.Dr.Orhan YAZANEL, Doç.Dr.Orhan AYYILDIZ, Doç. Dr. Sabri BATUM, Y.Doç.Dr.Mehmet DURSUN, Y.Doç.Dr.Kendal YALÇIN, Y.Doç.Dr.Abdurrahman İŞIKDOĞAN, Uz.Dr.Şerif YILMAZ, tez danışmanım Doç.Dr.Mithat BAHÇECİ, tezimin hazırlanmasında bana yardımları olan Y.Doç.Dr.Alpaslan TUZCU, tüm asistan, hemşire, ve sekreter arkadaşlarıma teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Dr.M.Kasım AYDIN

GİRİŞ VE AMAÇ

Tüm dünyada bir kilo fazlalığı ve obezite epidemisine tanıklık ediyoruz. Hem kilo fazlalığı hemde obezite, mortalite ve morbidite ile ilişkilidir ve koroner kalp hastalığının % 30'u, yeni tanı konan tip 2 diyabet olgularının % 75'inden sorumlu olabilir.

Toplumlari değerlendirirken, tek başına ya da düzeltme sonrası vücut ağırlığı (örneğin; beden kitle indeksi, BKİ, body mass index, BMI), obezite derecesini ve tedavinin etkinliğini değerlendirmek amacıyla en sık kullanılan parametredir. Ancak yağ rezervleri ve yağsız beden kitlesinin bilinmesi, hem obezitenin fizyopatolojisi hem de tedavinin monitorizasyonu açısından neler olup bittiği konusunda önemli ölçüde bilgi verir. Çok da uzun olmayan bir süre öncesine kadar, bu ölçümler nadiren araştırma laboratuvarının dışında gerçekleştirilirdi; ancak günümüzde tekniklerin çoğu klinikte uygulamada giderek artan bir sıklıkta kullanılmaktadır (1).

İskelet kası kitlesinin vücut ağırlığının % 40'ını oluşturduğu göz önüne alınırsa, iskelet kası kitlesinin karbohidrat ve lipid için major kullanım yolu olduğu bilinmektedir (2). Bunun, plazma trigliserid ve yağ asitleri düzeyini düzenleyen adipoz dokudaki enerji depolarının büyüklüğü üstünde önemli etkileri bulunmaktadır. Obezitenin sonucu olarak her iki dokuda ortaya çıkan düzensizlikler, en belirgin olarak insülin duyarlılığı üstünde zararlı etkilere yol açar.

Obezite konusundaki son on yıl içindeki en önemli gelişmelerden biri, vücut yağ dağılımının genel obezite derecesi kadar önemli (yani sağlık açısından zararlı) olabileceğinin anlaşılmasıdır. Visceral / intra-abdominal ve subkutan adipoz doku depoları arasındaki farklılıklar bunların, metabolik ve endokrin işlevler üzerinde önemli etkilere neden olur (3). Yağ dağılımındaki aşıkır farklılıkların yanı sıra, çeşitli metabolik ve endokrin özellikler hem vücut yağ dağılımını etkilemekte hem de yağ dağılımından etkilenmektedir. Üst vücut obezitesinin, özellikle de intra-abdominal visceral adipoz dokunun, tıbbi açıdan önemli olan insülin direnci ve dislipidemi sendromu ile yakından bağlantılı olduğuna ilişkin kanıtlar vardır (4). Bu sendrom, koroner kalp hastalığının önemli bir nedenidir.

Bir kişinin diyabetik olması için obez olması ya da obez olması için diyabetik olması gerekmez. Ancak beden kitle indeksi (BKI) > 35 olan bir kişide Tip 2 diyabet gelişme riski BKI < 23 olan bir kişiden 80 kat daha yüksektir (5).

Obezite araştırması ve fazla kilolu olma ile obezitenin tedavisi bir sınır bölgeye ulaşmıştır. Fazla kilolu olmanın öneminin bir halk sağlığı sorunu olarak ele alınması ve potansiyel genetik mekanizmaların tanımlanması, gelecek kuşakları da ilgilendiren bu sorun üzerinde daha fazla düşünülmesini ve prevansiyon ile tedavi girişimleri için daha etkili yöntemlerin geliştirilmesine yönelik bir ilginin doğmasına yol açmıştır.

Yaklaşık 7 il'e hizmet veren hastanemizde ve Diyarbakır ilinden seçtiğimiz sağlıklı kişilerde bu yöntemlerden vücut antropometrik ölçüleri ile metabolik parametreler arasındaki ilişkiyi araştırdık.



GENEL BİLGİLER

VÜCUT BİLEŞİMİNİN ÖLÇÜLMESİ

Laboratuardan Kliniğe

Ağırlık, vücudun enerji rezervlerinin kaba bir ölçümü olmasına karşın, şüphesiz, obezitenin tanımlanmasında en sık kullanılan yöntemdir. Ağırlık ayrıca, obezite tedavi programlarında, yağ depolarının başarılı bir biçimde azaldığının gösterilmesini temsil eden bir kavram olarak kullanılır. Araştırma laboratuvarlarında, 1950'lerden beri, vücut yağı için daha özgün ölçüm yöntemleri kullanılmaktadır. Ancak günümüzde gördüğümüz en önemli değişiklik, laboratuvar çalışmalarının kliniğe yansmasıdır. Bu durum kısmen, vücut ağırlığının, klinikte kullanıma uygun olarak geliştirilen diğer tekniklere paralel olarak, adipozite indeksini belirlemedeki rolünün fark edilmeye başlanmasına bağlıdır. Ayrıca, metabolik açıdan özellikle önemli olan abdominal yağ odaklanan yağ dağılımı konusuna gösterilen ilgi de artmıştır.

Vücut bileşiminin ölçülmesi, obezitenin fizyopatolojisine yeni bir bakış açısı getirmiştir. Uzun yıllardan beri, obezitenin vücut yağında fazlalık ile karakterize olduğunun bilinmesine karşın, güncel bilgilerimiz, obez kişilerde, diğer dokularda da artış olduğu doğrultusundadır. Obez kişilerde, yağdan bağımsız kitle (YBK), hem iskelet kaslarını hem de viseral organları içerecek şekilde genişlemiş; kemik mineral kitlesi artmıştır. Bu artış, obez bireylerde, zayıf kişilere göre enerji gereksiniminin arttığını göstermektedir (6). Zayıf ve obez bireylerin enerji tüketimleri arasında karşılaştırma yapabilmek için vücut bileşimlerinin kesin ölçümleri gereklidir. Örneğin; mutlak basis olarak ifade edildiğinde, obez bireylerdeki enerji tüketiminin zayıf bireylere göre daha yüksek olduğunu; ancak YBK farklılıkları için düzeltme yapıldığında arada anlamlı fark saptanmadığını göstermektedir (7).

Epidemiyolojik anlamda, fazla kilo ile ilişkili olarak artarak sağlığı tehdit eden riskler, büyük ölçüde yağ fazlalığına bağlıdır. Ancak yağ birikiminin yerleşimi de ko-morbiditenin ve mortalitenin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, yağ kitlesi ve dağılımı ile ilgili ölçümler, bu risklerin göstergesi olarak yararlı olabilir. Benzer şekilde, obeziteye karşı girişimlerin sonucu olarak ortaya çıkan toplam vücut yağı veya yağ dağılımındaki değişiklikler, morbidite ve mortalite anlamında daha uzun vadeli sonuçlardan önce, tedavinin başarısının değerlendirilmesi açısından yararlı bir gösterge olabilir.

Büyük gruplarda, genellikle alan çalışmalarında veya mobil araştırma istasyonlarında, vücut bileşiminin ölçümü için kullanılan yöntemler, bireyleri şişmanlık derecesine göre doğru sıralayabilmek için basit, pratik yöntemler gerektirir.

Klinik uygulamada, hastalarda ölçüm yapılması gereksinimi, çeşitli girişimler sonrasında ortaya çıkan yağ kitlesi veya dağılımındaki küçük değişiklikleri saptamak açısından ölçüm doğruluğunun önemini vurgulamaktadır. Bu amaca yönelik zaman ve olanaklar araştırmanın yapısına bağlıdır. Eğer araştırma rutin klinik uygulamanın bir parçası ise yöntemin konsültasyona ayrılan süreyi uzatmaması önemlidir. Çok merkezli bir çalışmada merkezler arası tekrarlanabilirlik çok önemlidir. İki farklı beslenme rejiminin yağ olarak ağırlık kaybı oranına etkisini araştıran özgün bir çalışmada ise yöntemin kesinliği ve doğruluğu halk sağlığına yönelik önerilerin temelini oluşturacak ve yeni fizyolojik kavramların geliştirilmesine katkıda bulunacak güvenilir bilgilerin elde edildiğinden emin olunabilmesi için sağlanabilen en yüksek kalite olmalıdır.

Bu bölümde, vücut bileşiminin ölçümünde kullanılan yöntemler, güçlü ve zayıf yönleri belirtilerek tartışılacak, obezite ve tedavisi konusuna getirdikleri yeni bakış açısı incelenecektir.

Klasik Referans Yöntemler

Vücut bileşiminin ölçümünde kullanılan klasik yöntemler iki kompartman modeline dayanır. Vücudun yalnızca yağ ve YBK'den oluştuğunu kabul eden bu modelde YBK, vücut ağırlığı ile yağ kitlesi arasındaki farka eşittir. Bu nedenle iki kompartman modelindeki YBK, kemik minarelini, su, protein, glikojen ve diğer minör bileşenleri kapsayan çok heterojen bir kompartmandır. Ancak kadavra analizlerinden elde edilen veriler, YBK bileşiminin, yoğunluğu, su oranı ve potasyum konsantrasyonu açısından göreceli sabit olduğunu düşündürmektedir (8). Bu, vücut bileşiminin ölçülmesinde kullanılan üç klasik referans yöntemi oluşturmaktadır: toplam vücut suyu, toplam vücut potasyumu ve vücut yoğunluğu.

Yüz dört obez hasta üzerinde, vücut yoğunluğu, toplam vücut suyu ve toplam vücut potasyumu ölçüm teknikleri ile elde edilen ortalama değerler kullanılarak fazla kilonun bileşimini saptamaya yönelik olarak yapılan çalışma, ağırlık kaybı bileşiminin 74.1 ± 0.02 'sinin yağdan oluştuğunu göstermiştir (9). Bu oran yaygın olarak %75 şeklinde yorumlanarak, obezite tedavisinde standart olarak kullanılmıştır.

Üç teknikte elde edilen ortalama değerlerin kullanımı, her teknik ayrı ayrı ele alındığında geçerli olan belirti tahminlerin üstesinden gelme çabasını temsil etmekteydi, ancak bu yaklaşımın yerini günümüzde daha sofistike vücut multikompartman analizi almaktadır.

Vücut yoğunluğu

Yağ ve YBK yoğunluğunun bilinmesi koşulu ile her bileşenin oranı, vücut yoğunluğu ölçümlerinden hesaplanabilir. Yağ yoğunluğunun 0.9 kg/L, YBK yoğunluğunun 1.1 kg/L olduğu kabul edilmektedir (10). Buna bağlı olarak:

$$\% \text{ yağ} = 4.95/d - 4.50 \times 100$$

Yoğunluk, vücut kitlesi/volüm olarak hesaplanır. Geleneksel olarak, vücut volümünün ölçümü, tamamen su altında yapılır. Volüm ya doğrudan suyun yer değiştirmesi ile ölçülür yada kişinin havadaki ve sudaki ağırlıklarının farkından hesaplanır. Her iki durumda da akciğerlerdeki ve bağırsaklardaki hava volümü için düzeltme yapmak gerekir. Obez hastalarının çoğu bu işlemi zor ve ürktücü bulmaktadır ve bazı sualtı ağırlık ölçümü teknikleri obez hastaların uyum sağlamasına olanak vermemektedir. Bu sorunlar, tankın tasarımı için gösterilen yoğun bir dikkat ile en aza indirgenebilir, ancak yöntem yinede bireylerin büyük bölümü tarafından kabul edilemez olarak değerlendirilecektir. Vücut bileşiminin hesaplanması için başın su içine girmesini gerektiren bir yöntem tanımlanmış, ancak yaygın olarak kullanılmamıştır (11). Kısa zaman önce, vücut volümünün ölçümü için hava yer değişimi tekniğini kullanan bir araç geliştirilmiştir (12). İki oda arasındaki diyafram osilasyon yaparak, iki odada tamamlayıcı basınç dalgalanmalarına neden olan sinüzoidal volüm pertürbasyonları oluşturmaktadır. Dış odada kişinin varlığına bağlı olarak ortaya çıkan basınç ve volüm değişiklikleri, kişinin volümünün hesaplanabilmesini sağlar. BOD POD olarak adlandırılan bu ticari sistem ile elde edilen sonuçlar, klasik sualtı ağırlık ölçüm teknikleri ile elde edilen sonuçlarla mükemmel bir uyum göstermektedir; tekrarlanabilirliği ve hasta uyumu daha başarılıdır (13). Bu yöntem, sualtı ağırlık ölçümü sistemlerinin uygulama ile ilgili sınırlamalarının aşılmasını ve tekniğin daha yararlı hale getirilmesini sağlayabilir. Ancak yöntem ile ilgili deneyim halen sınırlıdır.

Vücut yoğunluğu, yüksek bir doğruluk ve kesinlik oranı ile ölçülebilir. Ancak yöntemin en önemli bilimsel kısıtlaması bilinen bir YBK yoğunluğu olduğunun varsayılması nedeni ile ortaya çıkan hatadır. Vücut yoğunluğundaki deviyasyonlar, hidrasyona veya kemik mineral oranına bağlı olarak gelişebilir. Obez kişilerde sistematik farklılıkların olduğuna dair kanıtlar az olmakla birlikte, değişkenlik, en azından, sağlıklı bireylerin ağırlık aralığındaki kadar olabilir.

Toplam vücut suyu

Yağın anhidroz olduğu ve YBK'nin belli oranda su içerdiği varsayılırsa, tüm vücut suyu ölçümlerinden YBK'nin ve vücut ağırlığı ile YBK arasındaki farktan yağın hesaplanması olasıdır. Günümüzde kullanılan "tracer"ın stabil, radyoaktif olmayan ve vücuttaki tüm su kompartmanları ile serbestçe karışan bir madde olması gerektiği kabul edilmektedir. Uygulamada, döteryum veya 18-oksijen sıklıkla kullanılmaktadır. Daha ucuz olması nedeni ile döteryum tercih edilmektedir. İzotop oral veya intravenöz yolla uygulanabilir ve vücut suyu örneği, söz gelimi tükürük, idrar veya plazma uygulamadan önce ve izotopun dengeye ulaşmasından sonra toplanır. Bu basit işlem, hemen hemen her koşul altında, yöntemin bireylerin çoğu için uygulanabilir olmasını sağlamaktadır.

İzotopun vücut suyu içindeki ölçümü, bazı ticari laboratuvarların analiz hizmeti sunmasına karşın daha karmaşıktır. Hem döteryum hem de 18-oksijen kitle spektrometri yöntemi ile ölçülebilir. Döteryumun kızılötesi spektrofotometrisi ile ölçümüne yönelik bir teknik de tanımlanmıştır (14). Çok daha yüksek dozlar, yaklaşık 0.5 g döteryum/kg vücut ağırlığı önerildiği halde, doğruluk kitle spektrometrisindeki eşdeğerdir. Ancak mass spektrometrinin genellikle özel merkezlerdeki uygulamalar ile sınırlı kalmasına karşın bu yöntem, birçok laboratuvarın uygulama olanakları içindedir.

Tüm vücut suyu ölçümleri için (hata payı) %1-2'dir. Ancak vücut yağının belirlenmesindeki hata, YBK'nin tahmini hidrasyon fraksiyonunun hatalı olması halinde çok daha fazla olacaktır. Sağlıklı, obez olmayan bireyler üzerinde yapılan yakın zamanlı bir çalışmada, ortalama değerin %73.8 ve ağırlığın %69.4-78.4 olduğu gösterilmiştir (15). Buna göre, elli litre vücut suyu olan 90 kg ağırlığındaki bir kişi için vücut yağı 18-26 kg aralığındadır. Obez kişilerde yağsız doku hidrasyonunda sistematik bir artış olabileceği öne sürülmüştür (16). Ayrıca çoğu obez kişide saptanan ödem nedeni ile YBK'nin gerçek hidrasyon fraksiyonunu doğru tahmin etmek güç olabilir. Bu teknik ile ağırlık kaybının erken dönemlerinde, glikojene bağlı olarak ortaya çıkan su kaybının, kaybedilen kg su başına 1.73 kg yağsız doku kaybı olarak yorumlanması nedeni ile bileşimdeki değişiklikleri belirlemekte sorun olabilir.

Toplam vücut potasyumu

Potasyum yalnız YBK'de bulunan hücre içi bir katyondur. Vücuttaki potasyum konsantrasyonun ölçümü YBK değerinin tahmininde kullanılabilir. Potasyumun doğada bulunan bir izotopu olan 40-potasyum miktarının ölçümü için tüm vücut sayıcıları kullanılmaktadır. Bu değer toplam vücut potasyumunun belli bir oranı (tipik olarak ≈ 0.012) temsil ettiği düşünülürse, toplam vücut potasyumu hesaplanabilir.

Hayvan ve insan kadavralarında potasyum konsantrasyonunun ölçümü sonucunda erkekler için 2.46-2.66 mEq/kg, kadınlar için 2.28-2.5 mEq/kg değerlerine ulaşmıştır (17).

Ne yazık ki YBK'nin potasyum içeriği, kasta daha fazla, diğer yağsız dokularda daha az bulunması nedeni ile değişkendir (18). Ayrıca yaş (19), hastalık ve bazı ilaçlara, özellikle diüretiklere (20) bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle, toplam vücut potasyumu ölçümleri, YBK ölçümünde kullanımı açısından güvenilir değildir. Ayrıca tekniğin uygulama güçlüklerine bağlı kısıtlamaları bulunmaktadır. Tüm-vücut sayıcıları yalnızca bazı merkezlerde bulunabilmekte ve ölçüm çok düşük düzeylerdeki 40-potasyumu saptayabilmek amacı ile sürebilmektedir. Bireyler background radyasyon kaynaklarından korunan kapalı bir tüm-vücut sayıcısı içine yerleştirilir ve bu işlem özellikle klostrofobi öyküsü olanlar için yıldıracı olabilir.

Obez kişilerde, bu yöntem ile ilgili iki önemli sınırlama söz konusudur. Yağsız dokuların potasyum konsantrasyonu adipoziteye bağlı olarak değişkenlik gösterir. Öyle ki obez kişilerde potasyum konsantrasyonu, zayıflara göre daha düşüktür (21) (22). Bunu dışında adipoz doku, altındaki yağsız doku kompartmanı için koruyucu görev üstlendiği için, obez kişilerde, benzer YBK'si olan zayıf kişilere göre daha düşük potasyum içeriği saptanır. Belli miktarda radyoaktif 42-potasyum enjeksiyonundan sonra sayımlardaki azalmaya dayanarak, düzeltmeler yapılabilir. Ancak bu kalibrasyon faktörlerinin derivasyonu, 42-potasyum uygulamasındaki teknik ve etik güçlükler nedeni ile genellikle sınırlıdır. New York'taki Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda bulunan en sofistike tüm vücut sayıcılarından birine kaynak olarak 137-sezyum kullanılmakta; kaynak scanning table (tarayıcı masa) altına yerleştirilerek gama emisyonları kaydedilmektedir (23). Bu yöntem ile kişinin vücut geometrisini ve adipoz dokunun koruyucu etkisini göz önüne alan bireysel atenuasyon faktörü hesaplanabilmektedir. Bu koşullar altında, vücut yağı ölçümünün yaklaşık %3'tür.

Uygulamada, tüm vücut sayıcılarının performansı, “hardware”deki farklılıklara ve atenüasyon kalibrasyonlarına bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Bunlar, YBK’nin değişken potasyum içeriğine bağlı hataların yanı sıra, yöntemin doğruluğunu ve mutlak kesinliğini etkilemektedir.

Ağırlık değişikliği dönemlerinde, tüm vücut potasyumu ölçümlerinin değeri konusu tartışmalıdır. Bazı çalışmalar ciddi enerji açıklarında potasyum tükenmesinin, azot kaybını aştığını, böylece aşikar yağsız doku kaybını arttırdığını ve yağ kaybını en aza indirdiğini düşündürmektedir (24).

Multikompartman modelleri

Son yıllarda, klasik referans yöntemlerindeki belirsizliklerin, vücudun fiziksel özelliklerinin ölçümündeki hatalardan çok, iki kompartman modelindeki sınırlamalar ile ilgili olduğu giderek fazla kesinlik kazanmıştır. Buna bağlı olarak, YBK’nin bazı bileşenlerinin bağımsız olarak ölçüldüğü daha sofistike vücut modelleri geliştirilmiştir.

1961’de Siri, üç kompartmanlı bir model (yağ,su ve kuru YBK) oluşturmak için vücut suyu ve vücut yoğunluğunun eşzamanlı ölçülmesini önermiştir (25). Ancak bu görüş kemik mineralini göz önüne alınmaktadır. Murgatroyd ve Coward, vücut bileşimindeki kısa süreli değişkenliklerin ölçümünde, kemik mineralinin sabit kaldığının kabul edilebileceğini öne sürmüşler ve yağ ve protein değişikliklerinin ölçümü için, yine tüm vücut suyu ile yoğunluk ölçümlerine dayanan bir model geliştirilmiştir (26). Yağ kitlesindeki değişiklikler ile yağ dengesini kıyaslayan bu iki dolaylı tekniğin karşılaştırılması, ikinci yaklaşımın doğruluğunun daha yüksek olduğunu göstermiştir (27). Bu yöntem ile üç ağırlık döngüsü döneminde, vücut bileşimindeki değişikliklerin ölçüm sonuçlarını göstermektedir. Yağ kaybı, çok düşük kalorili diyetin ilk iki haftasında, ağırlık kaybının %82’sini ve diyetin sürdürüldüğü 18 hafta sonunda %88’ini oluşturmaktadır (28).

Son yıllarda, tüm vücut kemik minarelinin ölçümüne yönelik olarak dual enerjili X ışını absorpsiyometri sistemlerinin (DXA) geliştirilmesi, kemiğin ek bir kompartman olarak ölçülmesini kolaylaştırılmıştır. Günümüzde, dört kompartman modelleri DXA sonuçlarına dayanan kemik mineral ölçümlerini döteryum dilüsyonu ölçümleri ile kombine ederek, YBK’nin gerçek yoğunluğunun hesaplanmasına olanak tanımaktadır. Bu yolla, kalan kompartman vücut yoğunluğuna dayanarak yağ ve proteine bölünebilir. Glikojen. yoğunluğunun protein yoğunluğuna çok benzer olması nedeni ile protein kompartmanının bir bölümü olarak düşünülebilir.

Bu, kurumsal olarak, invivo vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılan en keskin yöntemlerden biridir (15). “referans kişide”n türetilen ölçüm hatası 0.75 kg yağdır (18). Bu yaklaşım, beklide bir bölümünün özellikle obez kişilerde uygulanmasının zor olduğu çok sayıda tekniği içeren yöntemin uygulama ile ilgili sınırlamalarına bağlı olarak henüz yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Bu yöntemi kullanarak YBK’nin gerçek hidrasyonu ve yoğunluğu hesaplanabilir. Bir grup obez kadında ($BMI > 30 \text{ kg/m}^2$) Bu yaklaşımın uygulandığı bir çalışmada, YBK’nin ortalama hidrasyonunun $\%71.2 \pm 1.6$ ($\%68.2-75.1$ aralığında) ve YBK yoğunluğunun $1.104 \pm 0.0006 \text{ kg/L}$ ($1.093-1.117 \text{ kg/L}$ aralığında) olduğu gösterilmiştir (29). Obez kişilere ilişkin daha fazla veri toplanması sonucunda geleneksel iki kompartman modellerinde kullanılan YBK bileşimi ile ilgili varsayımlar olasılıkla yeniden tanımlanacak ve kesinlikleri geliştirilecektir.

OBEZİTE ANTROPOMETRİK GÖSTERGELERİ VE YAĞ DEPOLARININ BÖLGESEL DAĞILIMI

Şişmanlık ve vücut şekilleri sağlık endişeleri nedeniyle asırlardır insanların ilgisini çeken konular olmuştur fakat bilimsel değerlendirme ve sunular moda ve bir dizi söylentilerle bir birine karışmıştır. Epidemiyolojik alan çalışmalar veya klinik kullanım için vücut yağlılığının ölçülmesinde bir çok yöntem geliştirilmiştir ve bu yöntemler klasik bir “altın standart” olan su-altı kilo ölçümü gibi laboratuvar yöntemleri temelinde oluşturulmuştur. Bu iki kompartıman modeli vücut kompozisyonunu yağsız vücut kitlesi (1.1 kg/L) ve yağ dokularının (0.9 kg/L) yoğunluklarının sabit olduğu varsayımına göre hesaplar (30). Obezite göstergeleri o andaki vücut kompozisyonu ve sağlığını değerlendirmek ve gelecekteki sağlığı öngörmek için oluşturulmuştur. Sıradan insanların kendi durumlarını belirlemek ve takip etmeleri nadiren özel bir yöntem geliştirilmiştir. Vücut kompozisyonu araştırmasının ümitlerini boşa çıkartan bir özelliği diğer yöntemleri kalibre edecek gerçek hiçbir altın standardın bulunmamasıdır. Kimyasal analizle doğrudan ölçümün makroskopik diseksiyon ya da lipid ekstraksiyonu ile değeri sınırlıdır. Çünkü in vivo ölçümlerle ilişkilendirilememektedir.

ANTROPOMETRİNİN AMAÇLARI VE UYGULAMALARI

Basit ve ucuz antropometrik yöntemler genel toplumdaki çok sayıdaki deneğin epidemiyolojik taraması için yararlıdır. Klinik kullanım için ise antropometrik yöntemler tanı ve hasta takibinde yararlı araçlardır. En uygun yöntemler çapraz-kesit veya longitüdüal değerlendirmenin gerekip gerekmediğine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Araştırma çalışmalarında kişilerin fizyolojik özelliklerinin belirlenmesinde bir dizi antropometrik ölçümlerle yapılan değerlendirmeler kullanılır. Antropometrik ölçümlerin vücut yağının değerlendirilmesinde kullanılmasındaki en temel konulardan biri tahmini hesap eşitliklerinin bu eşitliklerin uygulandığında benzer bir popülasyonda değerlendirilmesi zorunluluğudur.

VÜCUT YAĞ MİKTARININ ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

Standart Laboratuvar Yöntemleri

Küçük çalışmalar için total vücut yağı standart yöntemlerle hesaplanır (Tablo 1); su altı kilo ölçümü, potasyum-40 (40K) sayımı veya dual enerji X-ışını absorbsiyometrisi (DEXA) (yöntemin kendisi su altı kilo ölçümüne göre kalibre edilir), bilgisayarlı tomografi (BT) görüntülemesi ve magnetik rezonans görüntülemesi (MRI) gibi daha yeni görüntüleme teknikleri gibi. Tüm bu yöntemler “ortalama” dokuların kompozisyonu hakkında tahmini bilgiler sağlar, örnek yağ yoğunluğu, kasların sabit 40K’u veya yağ ve yağsız dokularda X-ışınlarının yoğunlaşması gibi; yani tüm bu yöntemlerin doğasından kaynaklanan kusurları vardır. Aşırı hidrasyon ve dehidrasyon da vücut kompozisyonu hesabını etkiler. Bu sorunları aşmak için yapılan girişimlerde vücut kompozisyonunu belirlemek için üçlü ve dörtlü kompartıman modelleri geliştirilmiştir; bu modeller vücut yağı kas kitlesi, vücut suyu ve kemikleri ayrı, ayrı ölçer. Bu çoklu- kompartıman yöntemleri ölçümün doğruluğunu artırabilir fakat hastalara bir çok test yapılması gereklidir. Zaman ve maliyetler incelenecek deneklerin sayısını kısıtlar ve bu yöntemlerden kaynaklanan kümülatif hatalar da bu modelin çekiciliğini çok azaltmaktadır. Hava yer değişimini temel alan en son teknik (BOD POD; Life Measurements Instruments, Concord, Kanada) piyasaya yeni tanıtılmıştır. Bu yöntem ölçümü hızla yapar ve belirsizdir; yani çocukların ve yaşlıların vücut kompozisyonunun ölçülmesinde yararlıdır. Vücut kompozisyonu analizi için aslında hiçbir altın standart veya referans yöntemi olmadığını bilmek önemlidir. Yani görüntüleme yöntemleri görüntülemenin çözünürlüğüne bağlıdır ve karaciğer, kaslar ve kemiklerin içindeki yağın belirlenmesinde başarısızdırlar. kadavra diseksiyonu ve eşliğinde yapılan kimyasal analizin teorik olarak bu sorunu aşması gereklidir fakat diseksiyon için gerekli zaman ve doku hidrasyonundaki değişiklik nedeniyle gerçek uygulamada ciddi kısıtlamalara neden olmaktadır.

Vücut yağı ve yağ dağılımının ölçüm yöntemleri (Tablo 1).

Yöntemler	Doğruluk	Uygulanabilirlik	Değişikliğe duyarlılığı	Ucuzluk	Yağ dağılımının belirlenmesi
Laboratuvar: 'standart' yöntemler					
Su altı kilo ölçümü	++++	++	+++	+++	—
Potasyum-40 ölçümü	+++	+++	+	+++	—
Dual-enerji --- X-ışını absorpsiyometrisi	+++	++	++	++	++
Bilgisayarlı tomografi	+++++	+++	+++	+	+++++
Magnetik rezonans görüntüleme	+++++	++++	+++	+	+++++
Çok-kompartmanlı modeller	+++	+	+	+	—
Hava-yer değişimi (BOD POD)	?	++++	?	++	—
Alan: Antropometrik yöntemler					
Deri kıvrımı kalınlığı	+++	++++	+++	+++++	—
Vücut çevresi	+++	++++	+++	+++++	+++++
Beden-kitle indeksi (BMI)	+++	++++	++++	+++++	—

Alan Antropometrik Yöntemleri

Vücut yağının hesaplanmasında su altı kilo ölçümü yöntemi kullanılması geniş alan çalışmalarında mümkün değildir çünkü deneklerin ve uzman araştırmacıların yeterli düzeyde bulunmasını ve yoğun bir uyumunu gerektirmektedir. Su altı kilo ölçümü ile hesaplanan vücut yağını tahminen verebilecek vekil antropometrik yöntemler kullanılmaktadır; deri kıvrımları (31), vücut kitle indeksi (BKI), () ve çeşitli vücut çevreleri (3-5) ile kombine deri kıvrımları. Bu eşitliklerle öngörülen vücut yağı su altı kilo ölçümü ile hesaplananla yüksek düzeyde uyum gösterir ve hesap hataları görece olarak küçüktür. Bununla birlikte bu eşitliklerin bağımsız popülasyonlarda özel popülasyon alt gruplarına uygulanabilirliği veya genellenebilirliklerinin test edilmesi kapsamında az sayıda majör doğrulayıcı görüş vardır. Total yağ için en yaygın kullanılan alan yöntemi dört- deri kıvrımı yöntemidir ve su altı kilo ölçümünden üretilmiştir (31). Değişik yağ dağılımı olan alt popülasyonlardaki vücut yağının hesaplanmasındaki olası hataları da kabul ederek bel çevresini içeren regresyon eşitliklerinin total vücut yağının bu değişkenin yağ dağılımında kısmen hesaba katılarak hesaplanmasında bazı avantajları var görülmektedir (35). Bel çevresi tek başına sağlık için vücut kompozisyonu kadar iyi bir göstergedir (36) ve halk sağlığı teşvik çalışmalarında kullanılması önerilir (37,38).

Daha önceden sıradan insanlar için kullanılabilecek bir adipozite indeksi geliştirilmesi pek de önemsenmemekteydi. BKI obezite için geleneksel indeks olarak kullanılmaktadır fakat bu kavram ve hesap bir çok kişi tarafından kolaylıkla kavranamamaktadır. Aşırı kilo ve obezitenin sınıflandırılma kriterleri uyum sağlayamamıştır. Kadınlar ve erkekler için aynı kriterleri kullanan klasik BKI sınıflandırması yaşam sigortası ve epidemiyolojik veriler temelinde oluşturulmuştur. Waaler (39) BKI ve mortalite oranları arasında U-şeklinde bir ilişki olduğunu ve BKI yüksek ($> 30 \text{ kg/m}^2$) veya BKI düşük ($< 20 \text{ kg/m}^2$) yetişkin kişilerde mortalitenin logaritmik olarak arttığını göstermiştir. BKI'nin yorumlanması için kullanılan bu kriterler BKI normalde yetişkinlerden çok daha düşük olan çocuklara uygulanmaz. Aşırı kilo için 25 ve obezite için 30 kg/m^2 BKI sınır değerleri Amerika'daki Ulusal Sağlık Enstitüleri (37) ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından artık kabul edilmektedir. Bu sınır değerler Avrupa'da yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır.

ÖZEL GRUPLARDA VÜCUT KOMPOZİSYONUNUN ÖLÇÜLMESİ

Yaşın vücut kompozisyonu üzerinde majör etkileri vardır; bu antropometrik yöntemlerin her zaman geçerli olmayabileceğini gösterir. Yalnızca bir popülasyon grubuna dayanarak vücut yağının hesaplanması için elde edilen eşitliklerin diğer spesifik popülasyon gruplarındaki doğruluğu kanıtlanmadan sorgulanmaksızın kullanılması majör bir tehlikedir.

İnfantlar ve Çocuklar

İnfantlarda vücut kompozisyonunun belirlenmesinde kullanılan “referans” yöntemler ^{18}O izotop dilüsyonu (41) ve DEXA’yı (13) içerir. Ponderal indeks (kilo bölü boyun karesi) vücut yağlılığının değerlendirilmesi için kullanılan bir antropometrik yöntemdir. Çocukların vücut kompozisyonunun ölçülmesi sorunludur çünkü bunların doku kompozisyonu gelişimle birlikte değişir ve gelişimin hızı ve zamanlaması çok değişkendir ve fiziksel aktivite yağsız kitle kompozisyonunu etkiler (43). Çocukların gelişimini takip etmek ve total vücut sıvısını hesaplamak ve bu yolla vücut kompozisyonunu belirlemek için iki yönlü işaretlenmiş kullanan bir çok çalışma vardır. Britanyalı çocuklar için değerleri Tanner ve çalışma arkadaşları (44-46) tarafından oluşturulmuştur fakat Tanner kilo referans değerleri Britanya’da artık kullanılmamaktadır.

Bu çalışmanın doğruluğunu sınavan bir çalışmada Reilly ve arkadaşları (47) deri kıvrımı yönteminin 9 yaşındaki çocukların vücut yağının hesaplamasında büyük hatalara yol açtığını göstermiştir. Bu araştırmacılar referans yöntem olarak su altı kilo ölçümünü kullanmışlar ve bu yöntemin çok küçük çocuklar için bile kabul edilebilir olduğunu bulmuşlardır. Bir genelleme olarak çocuklarda vücut yağının hesaplamasında antropometrik yöntemler güvenilir değildir. BKİ kullanılabilir fakat aynı yaşta değişik gelişme evrelerinde bulunabildiğinden dikkatle yorumlanması zorunludur. Cole ve arkadaşları (48) tarafından Çocuk Gelişme Vakfı için geliştirilmiş standart BKİ eğrileri vardır.

Yaşlanma ve Yaşlılık

İntra- abdominal yağ yaşla ve hareketsizlikle birlikte artar ve subkutan deri kıvrımı yöntemlerinin doğruluğunu azaltır. Postmenopozal kadınlarda vücut yağı hormonal değişikliklerin bir sonucu olarak intra-abdominal olarak birikebilir. Bunun sonucunda subkutan deri kıvrımı yöntemleri total vücut yağını olduğundan az gösterebilir.

Atletler

Atletlerde BMI vücut yağını çok iyi yansıtmaz özellikle de kas kitlesi geniş olan güçlü atletlerde Antropometrik hesap eşitliklerindeki yanlışlıklar su altı ölçümü gibi referans yöntemlerden köken alır; bunun nedeni bu kişilerin yağsız vücut kitlesinin yoğunluğunun “normal” popülasyonun vücut kompozisyonunun hesaplanmasında kullanılan 1.1 kg/L değerinden önemli ölçüde daha yüksek olmasından kaynaklanır. Kas kitlesi total yağsız vücut kitlesinin bir bölümü olarak önemli değişkenlikler gösterir.

Hastalık

Klasik antropometrik hesap eşitlikleri görece, vücut kompozisyonundaki değişikliklerle bozulur. Örneğin ilerlemiş tüberküloz veya kanseri veya benign özefajiyal stenozu olan hastaların BKİ’leri kilo kaybından kaynaklanana benzerdir fakat kas kaybı kaşektik enflamatuvar bir hastalıkta daha yüksek olma eğilimindedir. Bu nedenle aynı vücut kompozisyonu hesap eşitliklerinin kullanılması hatalara yol açacaktır. Önemli miktarda mineral veya spesifik dokuların kaybından kaynaklanan hastalıklar –edinsel immün yetmezlik sendromu (AIDS) hastalarındaki kas erimesi gibi- klasik hesap eşitlikleri kullanıldığında vücut yağı olduğundan çok hesaplanmasına yol açabilir.

Aksine insüline bağımlı olmayan diyabetes mellitus (NIDDM)(Tip2 Diyabet) hastalarında intra-abdominal yağ artmıştır ve deri kıvrımı yöntemi kullanıldığında vücut yağı olduğundan az bulunacaktır çünkü bu hastalıkta santral yağ depo miktarı artar (49). Bir uzvu kesilmiş kişilerde vücut kompozisyonu ölçümü sorunludur çünkü bunların önemli miktarda kas kitlesinin amputasyonla kaybı gerçek dışı BKİ değerlerine yol açacaktır. Yatağa veya tekerlekli sandalyeye bağımlı hastalarda BKİ hesaplanması için gerekli boy ölçümü yapılamaz. Kol açıklığı ve alt ekstremita uzunluğu gibi alternatif yöntemler 4 cm hata payı ile boyun hesaplanması için kullanılabilir.

OBEZİTENİN ANTROPOMETRİK DEĞERLENDİRMESİ

Total Vücut Yağının Deri Kıvrımı Kalınlıklarından Hesaplanması

Dört-deri kıvrımı kalınlığı klasik olarak kullanılan ölçümlerdir; biceps, triseps, subskapular ve suprailliyak; total vücut yağının hesaplanması için lineer çoklu regrasyonda bu dört deri kıvrımının toplamı (eşitlik1) yaş ile birlikte veya yalnızca triseps (eşitlik 2) deri kıvrımı kullanılır.

Yetişkinlerde (31) kullanımı için orijinal eşitlikler ayrı bir örnekte çapraz doğrulama yöntemi ile değerlendirilmiş ve 20-60 yaş arası yetişkinlerde doğru sonuçlar verdikleri (35) fakat yaşlılarda özellikle de kadınlarda (35,51) önemli ölçüde olduğundan düşük sonuçlar verdikleri bulunmuştur.

$$\text{Vücut yağı \% (erkekler)} = [30.9 \times \log_{10} \sum_4 \text{deri kıvrımları (mm)}] + [0.271 \times \text{Yaş (yıl)}] - 39.9$$

$$\text{Vücut yağı \% (kadınlar)} = [30.8 \times \log_{10} \sum_4 \text{deri kıvrımları (mm)}] + [0.274 \times \text{Yaş (yıl)}] - 31.7$$

$$\text{Vücut yağı (erkekler)} = (1.31 \times \text{Triseps} + (0.430 \times \text{Yaş}) - 9.2$$

$$\text{Vücut yağı (kadınlar)} = (0.944 \times \text{Triseps} + (0.279 \times \text{Yaş}) - 4.6$$

Total Vücut Yağının Bel Çevresi ve Triseps Deri Kıvrımlarının Hesaplanması

Han ve Lean (49) yaşlıları ve tip 2 diyabeti olanları da içererek intra-abdominal yağ kitlesi artmış kişilerde subkutan deri kıvrımı kalınlıkları (31) kullanılan eşitliklerle vücut yağının sistematik olarak daha az hesaplandığını gözlemişlerdir; bunun nedeni yüksek bel çevresi veya bel-kalça oranıdır. Bel çevresinin hem intra-abdominal hem de total yağ kitleleri ile büyük ölçüde orantılı olduğu bulunmuş ve intra-abdominal yağ kitlesinin düzeltilmesi için yeni regresyon eşitliklerinin geliştirilmesi amacıyla deri kıvrımı kalınlıkları ve bel çevresinin kendi değeri ile birlikte kullanılmıştır (35). Bu eşitlikler önceki yağ dağılımı çalışmasındaki geniş bir Hollanda örneğinde doğrulanmıştır (32).

Yalnızca bel çevresi kullanılan eşitlikler- yaşa göre düzeltilmiş (eşitlik 3) – bağımsız Hollanda örneğinde ($r^2 = \%78$) diğer eşitlikler gibi benzer hesap hata oranı ile vücut yağının hesaplanmasında iyi sonuç vermiştir. Bu eşitlikler subkutan deri kıvrımı yönteminde oluşan vücut yağının sistematik olarak olduğundan az hesaplanmasına maruz kalmaksızın yaşlılarda vücut yağının özellikle iyi düzeyde hesaplanmasında kullanılmaktadır.

$$\text{Vücut yağı \% (erkekler)} = [0.567 \times \text{Bel çevresi (cm)}] + [0.101 \times \text{Yaş (yıl)}] - 31.8 \quad (3)$$

$$\text{Vücut yağı \% (kadınlar)} = [0.439 \times \text{Bel çevresi (cm)}] + [0.221 \times \text{Yaş (yıl)}] - 9.4$$

Bel çevresi ve triseps deri kıvrımını kombine olarak kullanan eşitliklerin- yaşa göre düzeltilmiş (eşitlik4)- intra-abdominal yağ kitlesi artmış tip 2 diyabetli kişilerde yalnızca subkutan deri kıvrımlarının kullanıldığı eşitliklere göre sistematik hatalar oluşmaksızın vücut yağının hesaplanmasında daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir.

$$\text{Vücut yağı \% (erkekler)} = [0.353 \times \text{Bel(cm)}] + [0.756 \times \text{Triseps (mm)}] + [0.235 \times \text{Yaş (yıl)}] - 26.4$$

$$\text{Vücut yağı \% (kadınlar)} = [0.232 \times \text{Bel(cm)}] + [0.657 \times \text{Triseps (mm)}] + [0.215 \times \text{Yaş (yıl)}] - 5.5$$

Vücut Kütle İndeksinin (Quetelet İndeksi) Hesaplanması ve Vücut Yağının Hesaplanmasında Kullanımı

Daha büyük insanlar – hem uzun hem şişman olanlar- daha küçük insanlara göre daha ağırdırlar. Vücut ağırlığı yağ, kas ve diğer organları içerir. Aynı boydaki insanlar için kilodaki değişkenliklerin çoğundan vücut yağının farklı miktarlarda olması sorunludur. BKİ boya göre kiloyu vücut ağırlığına (veya vücut yağına) maksimum oranlama ve boya minimum oranlama ile tanımlamayı amaçlar (24). BKİ kilogram cinsinden kilonun boyun karesine (m^2) bölünmesi ile hesaplanır. BKİ boyu kullanıldığından boy ölçümlerinin doğru olması gereklidir. Erkekler ve kadınlar için aynı kriterleri kullanan BKİ sınıflandırması artık NIH (37) ve WHO (54) tarafından da kabul edilmektedir. 18.5 ve 24.9 kg/m^2 arasındaki BKİ değeri normal aralıkta kabul edilmekte, 25 kg/m^2 üzerinde ise aşırı kilo ve 30 kg/m^2 üzerinde ise obez olarak kabul edilmektedir. Belirli amaçlar için obez kategorisi WHO tarafından alt sınıflara ayrılmıştır (54); 30-34.9 arası orta derecede obez, 35-39.9 arası şiddetli obez ve 40'ın üzeri çok şiddetli obez.

BKİ yaş ve cinsiyete göre düzeltilerek su altı kilo ölçümünden ($r=0.79$) vücut yağının hesaplanması için kullanılabilmektedir (32). Bizim BKİ kullanarak vücut yağı hesaplanması için oluşturduğumuz eşitlikler Deurenberg ve arkadaşları (32) tarafından sağlanan bağımsız örneklerle doğrulanmış ve halen kullanılmakta olan diğer eşitliklere benzer düzeyde vücut yağını iyi hesapladığı gösterilmiştir. (eşitlik 5)

$$\text{Vücut yağı \% (erkekler)} = [1.33 \times \text{BKİ (kg/m}^2\text{)}] + [0.236 \times \text{Yaş(yıl)}] - 20.2$$

$$\text{Vücut yağı \% (kadınlar)} = [1.21 \times \text{BKİ (kg/m}^2\text{)}] + [0.262 \times \text{Yaş(yıl)}] - 6.7$$

VÜCUT YAĞI DAĞILIMINDA

ANTROPOMETRİK DEĞERLENDİRME

Santral yağ dağılımı gösteren insanlar her iki cinsiyette de ayırıcı bir vücut şekli oluşturma eğilimindedir ve bu şeklin elmaya benzediği söylenir; metabolik anormallikler ve kronik hastalıklarla ilişkili olma eğiliminde olan fiziksel bir erkek özelliğidir (Vague tarafından “android” olarak adlandırılır)(26-31)

Vücut çevreleri ve bunların oranları vücut yağı dağılımının gösterilmesinde kullanılır. Sağlık ilişkileri açısından en önemli değişkenler subkutan bölgelerin farklı bir formu olarak internal ortamdaki yağ miktarları arasındakilerdir; temel olarak intra-abdominal bölgelerde. Bu bölgelerdeki yağ depolarının ölçümü için “altın standart” MRI görüntülemesidir. BT hemen aynı düzeyde bilgi sağlar fakat küçük de olsa radyasyona maruz kalma kullanılabilişliğini sınırlamaktadır.

Bel-Kalça Oranı

Bel-kalça çevrelerinin oranı metabolik hastalıklarla ilişkili yağ dağılımının bir göstergesi olarak epidemiyolojik araştırmalardan geliştirilen ilk antropometrik yöntemdir. Bel-kalça oranı intra-abdominal yağ kitlesinin mutlak miktarına göre intra- abdominal yağ/ekstra- abdominal yağ kitlesi oranı ile daha yakından ilişkilidir (61) ve BMI'nden bağımsız olarak koroner kalp hastalığı ve tip 2 diyabet nedenli mortalite ile de ilişkili olduğu gösterilmiştir (57,58). Vücut yağını gösteren değerlerin çoğu bel çevresinden elde edilmektedir; kalça çevresi olasılıkla kemikler ve kaslar gibi bir çok başka vücut dokusunu da yansıtmaktadır. Bel-kalça oranı yağ birikimi kadar kas azalmasını da içeren hastalıklar yansıtmada özel bir değere sahip olabilir, örneğin tip 2 diyabet (62).

Bel-Uyluk Oranı

Bazı çalışmalarda bel- uyluk oranı metabolik risk faktörleri ile ilişkili yağ dağılımı için bir indeks olarak kullanılmıştır (63). Bu oran da uyluğun yağ kitlesi, kas kitlesi ve kemik yapıları kadar abdominal yağdan etkilenmektedir ve hem abdominal yağ birikimi hem de iskelet kası erimesini içeren NIDDM gibi bazı sağlık sorunlarının güçlü bir göstergesi olabilir.

Konisite İndeksi

Konisite indeksi Valdez (64) tarafından abdominal yağın hesaplanması için formüle edilmiştir; daha zayıf kişilerin silindire benzeyen bir vücut şekline sahip olma eğiliminde olmaları fakat yağ batın civarında biriktiği için vücut şeklinin çift koni şekline (belde ortak bir tabanı olan iki koni) doğru değiştiği teorisi üzerine temellendirilmiştir. Ortalama insan vücudu yoğunluğunun 1.05 kg/m^3 olarak kabul edilmesi ile eşitlik aşağıdaki gibi oluşmaktadır:

$$\text{Konisite indeksi} = \frac{\text{Bel}}{(0.09 \times \text{kilo/boy})} \quad (35)$$

Konisite indeksinin teorik olarak doğası itibarı ile boy ve kiloya göre düzenlenebilir olduğu kabul edilmektedir yani abdominal obezite değişken boyları ve kiloları olan farklı popülasyonlar arasında karşılaştırılabilir (65). İndeks bel-kalça oranında olduğu gibi intra-abdominal yağ/ekstra abdominal yağ kitlesi oranına bağlıdır ve kalça ölçümü yapılamadığı durumlarda yararlı olabilir. Valdez ve arkadaşları (65) konisite indeksinin bel-kalça oranında olduğu gibi farklı ülkelerde kardiyovasküler risk faktörleri ile uyumlu olduğunu bulmuştur. İndeksin uygulanabilirliğinin çapraz olarak doğrulanmaması önemli bir dezavantajdır.

Saggital Abdominal ap

Saggital bel çapının kullanımı anteroposterior eksenindeki yağ birikiminin lateral yağ birikiminden daha “tehlikeli” olduğu teorisi temel alınarak abdominal yağlılığının bir göstergesi olarak tasarlanmıştır. Bu indeks bağımsız bir popölasyonda doğrulanmamıştır. Saggital ap ayakta durur pozisyonda bir pelviometre kullanılarak ölçülebilir veya yatar pozisyonda hareketli bir stadiometrenin modifiye edilmesi ile daha karmaşık bir yöntemle de ölçülebilir (66). Aletler esnek bir alt plaka ile birlikte satılmaktadır bu nedenle çok büyük hatalara yol açmaktadır. Belin saggital çapının ölçümü çok yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu yöntem kısa süre önce BT görüntölmesi ile sınanmış ve sonuçlarının büyük ölçüde doğru olduğu gösterilmiştir.

Abdominal apraz-Kesit Alanı

Abdominal apraz-kesit alanı (CSAA) da Kooy ve arkadaşları (67) tarafından bir abdominal yağ indeksi olarak tasarlanmıştır ve bel saggital (WSD) ve bel transvers çaplarından (WTD) hesaplanır: $CSAA = (4 \times WSD \times WTD) \times p$. Fakat bu çok daha karmaşık yöntem bel çapının tekli bir ölçümünden çok daha farklı değildir.

Bel evresi

Bel evresinin vücut yağı ve yağ dağılımı için tekil bir ölçüm olarak kullanılması için yapılan son öneriler artık bir çok majör halk sağlığı teşvik kurumu ve organizasyonları tarafından kabul görmektedir (37,38,50).

Bel evresi yüksek BKİ veya yüksek bel-kalça oranı olan kişilerin tanımlanmasında basit bir ölçüm olarak önerilmektedir. Bel evresi BMI ile anlamlı düzeyde bir uyum gösterir (hem erkekler hem de kadınlarda: $r = 0,89$; $P < 0,001$). Lean ve arkadaşları (68) 2000’in üzerinde kadın ve erkekte bel çevresi temelinde kilo tedavisi için “harekete geçme düzeyleri” oluşturulmuştur. Harekete geçme düzeyi 1: Erkeklerde bel çevresinin ≥ 94 cm olması veya kadınlarda ≥ 80 cm olması BKİ $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ ve yüksek bel-kalça oranı (erkekler için $\geq 0,95$ ve kadınlar için $\geq 0,80$) ile birlikte sağlık risklerinin artmış olduğunu gösteren aşırı kilo olarak tanımlanır.

Bu kişilere vücut ağırlıklarının daha fazla artmamasını sağlamaları ve fiziksel aktivitelerini artırmaları önerilir. Harekete geçme düzeyi 2: Erkeklerde bel çevresi $\geq 102\text{cm}$ ve kadınlarda $\geq 80\text{cm}$ olması BKi $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ ve yüksek bel-kalça oranı (erkekler için $\geq 0,95$ ve kadınlar için $\geq 0,80$) ile birlikte sağlık risklerinin artmış olduğunu gösteren aşırı kilo olarak tanımlanır. Kilo verilmesi ve sağlık profesyonelleri ile konsültasyon önerilir. Bu harekete geçme düzeylerinin duyarlılığı (kilo verme tedavisi gerektiren kişileri doğru olarak tanımlar) ve spesifikliğı (harekete geçme düzeylerinin altında bel çevresi olan kilo verme tedavisi gerektirmeyen kişileri doğru olarak tanımlar) bel-kalça oranı yüksek aşırı kilolu obez kişilerin tanımlanmasında %96'nın üzerindedir. Bel çevresi boydan önemli düzeyde etkilenmez (69) yani bel çevresi adipozite indeksi olarak kullanıldığında belin boya bölünmesi gereksizdir. Bel ölçümü sırasında aşırı sıkımayı önlemek için özel olarak tasarlanmış bir "Bele Hassas" bir mezura geliştirilmiştir; üzerinde bel çevresi harekete geçme düzeylerinin sınır değerlerini gösteren üç renkli şerit vardır.

ANTROPOMETRİK ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Vücut Ağırlığı

Kilo dijital tartılar veya 100 kg kapasiteli kantarla ölçülür. Ayağa kalkamayanlar için elektronik sandalye tartıları vardır (Weghcare C, Marsden Ltd, Londra). Alan çalışması için taşınabilir tartılar kullanılır. Tartılar düzenli olarak standart ağırlıklarda (4 x 10kg 8 x 10kg) kalibre edilir ve test ağırlığının sonuçları bir deftere kaydedilir. Denekler hafif elbiselerle, açken ve boş bir mesane ile tartılır, tartma işlemlerinin günün aynı saatinde yapılması tercih edilir.

Boy

Boy en yakın milimetreye göre stadiometre ile ölçülür; araç kullanımdan önce metrik bir cetvel ile kalibre edilir. Mümkün olduğunda duvara monte edilmiş bir stadiometre tercih edilir. Alan çalışması için taşınabilir bir stadiometre kullanılır (Leicester Height Measure, Child Growth Foundation, London, UK). Denekler çıplak ayaklarını bitiştirerek ve ileriye götorecek şekilde tutarak ayakta durur. Baş horizontal Frankfurt düzlemi ile hizalanır (göz çukurunun alt sınırından auditör meatusa uzanan hat). Deneklerin mastoid proseslere hafif basınç uygulayarak yukarı doğru gerilmeleri istenir ve boy denek maksimum ölçüm için derin bir nefes alırken kaydedilir.

Ekstremitte Uzunluğu

Yatağa veya tekerlikli sandalyeye bağımlı kişilerde boy ölçümü yapılmadığı zaman uygulanır. Boy kol açıklığı veya alt ekstremitte uzunluğuından tahminen hesaplanır (50). Kol açıklığı denek duvara dayalı ayakta dururken parmak uçlarının arası ölçülerek bulunur ve her iki kol da horizontal olarak tam gergin olmalıdır. Yarı-kol açıklığı orta ve dördüncü parmakların arasındaki boşluktan sternal çentiğin orta noktası arasındaki horizontal uzaklık ölçülerek bulunur. Alt bacak uzunluğu denekler diz boyu sandalye hizasına getirilip çıplak ayak üzerinde alt bacaklar 90 derece dik tutularak ölçülür. Bir ucu yere dayalı bir cetvel patellanın st cuna getirilerek ölçülür. Alt bacak uzunluğu cetvelin orta noktasından tahta bir metrik cetvel ile tabana olan mesafesi en yakın milimetrik değer olarak belirlenir.

Bel evresi

Bel evresi alt kaburga sınırı ile krsta illiyaka arasındaki orta noktadan hafif ekspirasyon sonunda ayak açıklığı 20-30 cm olacak şekilde horizontal bir mezura ile ölçülür. lm yapılan kişilere midelerini kasmamaları istenir ve ölçüm sırasında sabit gerilimli destekli bir mezura kullanılması hata oranlarını azaltır. Bel evresi ölçümü vct yağını yansıtır ve kemik yapıların çoğunu (omurga hariç) ve büyük kas kitlelerini kapsamaz ve bu nedenle kişiler arasındaki değişkenlikler hata oranlarını çok etkilemez.

Kalça evresi

Maksimum kalça çevresi horizontal elik bir mezura ile horizontal pozisyonda ayak açıklığı 20-30 cm olacak şekilde trokanterlerin en geniş kısmından ölçülür. İnter-abdominal yağ kitlesinden çok subkutan yağ ile daha yakından ilişkilidir. Kalça evresinin değerı vct kompozisyonu hesabında sınırlıdır. Kalça çevresini kişiler arasında değişkenlik gösteren gluteal kas kitlesi ve pelvis boyutu etkilediği gibi yağ da etkiler.

Uyluk evresi

Uyluk evresi bacak öne doğru uzatılıp hafif bükülüp gevşetilererek gluteal kıvrım düzeyinden ölçülür. Bu pozisyonda vct ağırlığı diğer bacağa aktarılır. Uyluktaki yağı yansıtır fakat kas kitlesinden etkilenir.

Bel Çevresi

Abdominal yağ birikimi ayrıca medial (yağ abdomenin ortasında birikir) ve lateral (yağ abdomenin iç taraflarında birikir) olarak sınıflandırılır. Bel çapları pelviometre veya daha pahalı bir araç olan sırt üstü sagittal abdominal çapı ölçüm bir alet kullanılarak ölçülür (66). Pelviometre bir çift büyük kuşağa benzeyen ucuz bir araçtır ve bel çapını alt kaburga sınırı ile kuilliyaka arasında orta noktadan ölçer. Bel sagittal ayakta iken abdomenin arkasından önüne kadar olan uzaklık olarak ölçülür. Bel transvers çapı abdomenin yan tarafları arasındaki uzaklık olarak ölçülür.

Deri Kıvrımı Kalınlıkları

Deri kıvrımı kalınlıkları vücudun sol tarafından hassas metreler kullanılarak (Holtain Ltd, Crymych, UK) 0,2 mm hata payı ile ölçülür. Ölçümlerin yapılacağı bütün alanlar vücut üzerindeki referans noktalarından uzaklıkları ölçülerek belirgin bir şekilde işaretlenmelidir. Ölçüm yapılacak kişiler kaslarını gevşetince kası örten subkutan yağ dokusu (sıklıkla deri kıvrımı kalınlığı olarak adlandırılır) görece olarak gevşer ve kolaylıkla iki parmak arasına alınıp (baş parmak ve işaret parmağı) ölçüm boyunca sıkıca tutulur (40). Kıvrım mürekkep işaretinin 1-2 cm yukarısından kavranır çünkü böylece hassas metrenin ağzı işarete kolaylıkla denk getirilebilir. Deri kıvrımının kalınlığı hassas metrenin ağzı kapatıldıktan sonra iki saniye boyunca okunur.

Biceps ve triceps deri kıvrımı kalınlıkları akromion proses ile bükülmüş dirseğin ucu arasında üst kolun orta noktasından alınır. Subskapular deri kıvrımı kalınlığı omuz kuşağının 2-3 cm altında bulunan doğal kıvrımdan oblik açı ile ölçülür. Suprailliyak deri kıvrımı krsta illiyakının 2-3 cm üzerinden lateral taraftan veya midaksiller hattan vertikal veya oblik açı ile ölçülür. Deri kıvrımı hassas metresinin üst sınırı 50 mm'dir ve BKİ 40 kg/m²'den daha yüksekse subskapular bölgede bu sınırı aşılır. Yani çok aşırı kilolu kişiler için başka yöntemlerin kullanılması gerekir.

METABOLİK SENDROM

TARİHÇE VE GİRİŞ

Obezite ve Tip 2 diyabet arasındaki ilişki onlarca yıldır bilinmektedir. Artık obezitenin kardiyovasküler hastalık ve inme ile de ilişkisi bilinmektedir. 1920'lerde Kretschmer'in etkisi ile vücut yapısı piknik olanlarda abdominal obezite, gut, apopleksi ve bozuk glukoz toleransı olduğu fikri ortaya çıkmıştır. Vague bu gözlemleri daha da ileriye götürmüş ve obezite tiplerini android (erkek-tipi) ve ginoid (kadın-tipi) olarak ayırmıştır ve genelde cinsiyete özgü olmasına rağmen kadınlarda da android obezite olabileceği ve tersinde mümkün olduğunu belirtmiştir.

Metabolik sendrom 1960'lardan beri bilinen, patogenezinde en önemli neden olarak insülin rezistansının yattığı bir sendromdur. İlk defa 1988 yılında G.Reaven bu sendromun komponentlerini derlemiş ve tam olarak bilinmeyi ifade eden X harfi ile simgeleyip sendrom X adını vermiştir.

iç hastalıklarının disiplinleri arasında olan kardiyolojide de sendrom X adlı bir koroner arter hastalığı vardır.

Kardiyolojik sendrom X tipik anjinal ağrıları olan kişide yapılan koroner anjiyografide normal koroner damarların görülmesi ile karakterizedir.

Fakat kardiyolojik sendrom X'de gerçekten myokard hipoksisi vardır. Bunu objektif olarak tesbit etmek için eforlu EKG veya Talyum sintigrafisi yapılır. Kardiyolojik sendrom X'de hücre düzeyinde hipoksi vardır. Bugün metabolik sendrom X'li hastaların bir bölümünde Kardiyolojik sendrom X'e rastlandığı bazı araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. ilk olarak 1988'de Dr. Reaven tarafından karakteristikleri güzel bir şekil de derlenen sendrom X hakkında bilgiler artınca bilinmeyi ifade eden X harfi tanımlamadan çıkartılmıştır ve metabolik sendrom plurimetabolik sendrom, polimetabolik sendrom olarak isimlendirilmeye başlanmıştır.

Metabolik Sendromun (MS) esas patogenetik faktörü insülin rezistansı ve buna bağlı olarak gelişen hiperinsülinemidir. Etiyolojiyi anlamak için biraz vücuttaki yağın dağılımı ve işlevinden bahsetmek lazımdır. Vücut yağı bilindiği gibi metabolizma için enerji deposudur. Organizma yakıt olarak yemekle alınan karbonhidratları kullanır. Açlık uzayınca karaciğer ve kasta depolanmış olan glikojen parçalanıp enerji maddesi olarak kullanılır.

Açlık hali bir kaç gün sürerse artık vücut glikojen depoları da tükendiği için yağ dokusundaki trigliseridler gliserol ve serbest yağ asitlerine (Free Fatty Acid) dönüşür.

Bir trigliseridden 3 tane serbest yağ asidi (FFA) oluşur. Bunlar dolaşıma girip karaciğerde beta-Oksidasyona girerler, kasta da kullanılırlar. Epidemiyolojik çalışmalarda insanlarda yağ depolanma biçiminin iki türlü olabileceği saptanmıştır. Yağ kalçalarda veya batının içinde bulunabilir.

Yağ kalçada lokalize ise kadın tipi şişmanlık, armut tipi şişmanlık, batın içinde lokalize ise erkek tipi şişmanlık elma tipi şişmanlık ifadesi kullanılır. Kalçada ve batında lokalize yağın metabolik aktivitesi çok değişiktir. Kalça yağı metabolik olarak epey inaktif olup, kadınlarda gebelik sırasında fetusun ihtiyaçları için kullanılır. Batın içi yağ metabolik olarak çok aktiftir. Aktif olan batın içi yağ dokusundan FFA açığa çıkar, portal sistem ile karaciğere ulaşır. Karaciğerde yüksek serbest yağ asidi varlığı insülin rezistansına ve feed back mekanizma ile hiperinsülinemiye yol açar. Bu olay ilk kez 1960'larda İngiliz biyokimyacı Dr. Randle tarafından gösterilmiştir.

Bu tarihten kısa bir süre önce Fransız Dr. Vague android tipte şişmanlarda aterosklerozun daha fazla görüldüğü, jinoid tipte şişmanlarda ise artmış bir ateroskleroz prevalansı olmadığı saptamasını yapmıştır. MS'un çeşitli elemanları vardır. Reaven, İnsülin rezistansı, abdominal obesite, hipertansiyon azalmış karbonhidrat toleransı veya Non insülin Dependan Diabetes Mellitus (NIDDM) hipertrigliseridemi HDL-kolesterol düzeyi düşüklüğü olarak bu patolojileri sıralamıştır. Klinik kardiyolog olan N. Kaplan bu metabolik-kardiovasküler patolojileri klinik hastalıklar temelinde değerlendirmiş ve klinisyenler için daha kolay akılda kalacak bir derleme yapmıştır. Kaplan'a göre MS'un öğeleri şunlardır; Obezite, Dislipidemi, Hipertansiyon, Bozulmuş karbonhidrat toleransı ve Tip 2 DM dir.

Bu dört elemanın hepsi bilindiği gibi kardiovasküler bir risk faktörüdür ve Ateroskleorotik Kalp Hastalığı (ASKH) geliştirip ölüme neden olabilir. Bu yüzden Dr. Kaplan MS'a alternatif olarak, Ölümcül Dörtlü (Deadly Quartet) adını kullanmıştır.

METABOLİK SENDROMUN PATOGENEZİ

1.Obesite

Girişte de belirtildiği gibi android tipte obesite Metabolik sendrom içinde yer alır.

Bu günkü görüş obesite ve obesite tipinin çevre faktörlerinden ziyade genetik olarak belirlendiği şeklindedir. Keza obesitenin derecesinden ziyade batın içi yağ dokusu fazlalığının obesitenin metabolik komplikasyonları ve ASKH'na neden olacağı anlaşılmıştır. Bu yüzden obesite değerlendirmesinde bel, kalça oranı giderek önem kazanmaktadır. Kadında 0.8'in üstünde, erkekte 0.95'in üstünde bir bel kalça oranı android obesite olarak değerlendirilir.

2. Dislipidemi

MS'da klasik olarak hipertrigliseridemi (HiperTg) ve düşük HDL-Kolesterol (Düşük HDL-K) düzeyi mevcuttur. insülin karaciğerde VLDL sentezini ve TG'lerin dolaşıma geçmesini baskılar. insüline rezistans olduğu için VLDL sentezi ve dolaşıma geçişi artar. Keza insülin VLDL ve şilomikron katabolizmasındaki Lipoprotein Lipase (LPL) enziminin aktivitesi üzerine de etkilidir. LPL aktivitesi düşük olduğu için şilomikronların klirensi azalır. Dolaşımda şilomikron ve şilomikron bakiyelerinin düzeyi artar. Keza VLDL ve VLDL remnantları da yetersiz LPL aktivitesi nedeniyle dolaşımda artmıştır. HDL, VLDL yıkım ürünlerinden yapılır. VLDL yıkımı az olduğu için HDL düzeyi düşüktür. LDL molekülü VLDL'den lipoprotein lipase etkisi ile oluşur. Sirkülasyonda fazla miktarda VLDL bulunduğundan düşük LPL aktivitesine rağmen normal veya hafif artmış düzeyde LDL vardır. Fakat LDL'nin kompozisyonu değişmiştir.

LDL'nin iki alt grubu vardır. A ve B patternleri diye adlandırılır. B tipi LDL daha atherojeniktir. B tipi LDL'si yüksek oranda olanlarda myokard infarktüsü üç misli daha sık görülür.

	A tipi LDL	B tipi LDL
Sinonimi	Büyük ve yüzey	Küçük ve yoğun
Partikül çapı ortalaması	270 (angstrom)	260 (angstrom)
Partikül içeriği	TG'den fakir	TG'den zengin
	HDL'den zengin	HDL'den fakir

3. Hipertansiyon

Esansiyel hipertansiyonu olan, klasik testler ile karbonhidrat metabolizması normal kişilerde yapılan çalışmalarda insüline direnç saptanmıştır. 1987 yılında Ferrannini hiperinsülinemik-öglisemik klamp tekniği ile esansiyel hipertansiyonda insülin rezistansı olduğunu göstermiştir. MS'lu kişilerde primer olarak insülin rezistansı ve bundan dolayı hiperinsülinemi vardır. İnsülin, böbreklerde Na ve su retansiyonunu artırır. insülin ve IGF-1 (insülinlike Growth Factor-1) damardaki düz kas hücrelerinin (Smooth Muscle Cell) proliferasyonunu artırır. Yukarıda sıralanan faktörler hiperinsülinemik kişilerde hipertansiyonun patogeneziyi açıklamaktadırlar.

4. Azalmış Karbonhidrat Toleransı veya TİP 2 DM

Android obes kişilerde insülin tayini ile beraber yapılan oral glukoz tolerans testinde (OGTT) kontroller ile karşılaştırıldığında glisemi düzeyleri aynı olmasına rağmen yüksek insülin düzeyleri saptanmıştır. Yani obes kişinin kan şekerini belli bir düzeyde tutmak için nonobes kişiye nazaran daha fazla insüline gereksinimi vardır. Daha sofistike olan hiperinsülinemik klamp tekniği ile yapılan çalışmalarda da bu gösterilmiştir. Sürekli insülin üretimini yüksek düzeyde tutmak zorunda kalan pankreas beta hücresi zaman içinde insülin sentez ve sekresyon kapasitesini yitirmekte, daha fazla yükselen kan şekeri de beta hücre desensitizasyonu yapmakta ve azalmış karbonhidrat toleransı, Tip 2 DM gelişebilmektedir. Normon Kaplan'ın ölümcül dörtlü adını verdiği MS'un klinik bir tanımlamasının komponentlerini inceledikten sonra son zamanlarda daha da netleşen MS'un aterosklerotik prosese neden olan diğer bazı elemanlarını da belirtmekte yarar vardır.

Fibrinolitik sistem tromboza karşı koruyucu bir sistemdir. insülin rezistansı ve hiperinsülinizmde fibrinolitik plazminojen aktivatör inhibitörün (PAI-1) düzeyi artmıştır. Muhtemelen insülin PAI-1 sentezini arttırmaktadır. Yüksek PAI-1 düzeyi fibrinolitik aktivitenin azalmasına neden olup, damar çeperinde oluşan pıhtıların iyisi yeterli olmaz. Bu da aterosklerotik plağın büyümesine neden olabilir.

METABOLİK SENDROMUN TANISI

(ATP III)

1-Abdominal obezite	Erkek bel > 102 cm Kadın bel > 88 cm
2-Trigliserid seviyesi	≥ 150 mg/dl
3-HDL-kolesterol	Erkek < 40 mg/dl Kadın < 50 mg/dl
4-Kan basıncı	≥ 130/85 mmhg
5-Açlık kan şekeri	≥ 110 mg/dl

3 veya daha fazla risk faktörü = Metabolik sendrom

Thirđ Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP)

Expert panel (Adult treatment panel III) JAMA 285, 2001

Dünya sağık örgütüne (DSÖ) göre metabolik sendrom tanı kriterleri

En az birisi (+)

- Bozulmuş glukoz toleransı
- Tip 2 DM
- İnsülin rezistansı

= Metabolik Sendrom

En az ikisi (+)

- Kan basıncı yüksekliğı
- Trigliserid yüksekliğı
- HDL-kolesterol düşükliğı
- Mikroalbüminüri

Bu tanımlama içinde olabilecek parametreler

- Hiperürisemi
- Kuagulasyon hastalıkları
- PAI-1 yüksekliğı

METABOLİK SENDROMUN TEDAVİSİ

Nonfarmakolojik tedavi

MS'un tüm komponentlerinin beraber görülmesi nadirdir. Genelde 2- 3 tane komponent ile hasta hekime başvurur. Hipertansiyon, obezite veya Tip2 DM obezite gibi. Android obesitesi belirgin olanlarda zayıflamak en önemli tedavi yöntemi midir. Başlangıçta belirtildiği gibi batın içi yağ dokusu azalınca bu sendromun ana patogenetik faktörü insülin rezistansı-hiperinsülinizm geriler. Obesitesi çok fazla olmayan kişide zayıflama yanında fizik egzersizin çok faydası vardır. Fizik aktivite sonucu dokuların insülin sensitivitesi artar, kompensatuar hiperinsülinemi geriler.

Farmakolojik tedavi

Ön planda olan komponente yönelik yapılır. Obesite için dexfenfluramine kullanılabilir. Hem iştahı keser, hem de insülin sensitivitesini artırır. Bugünkü klinik uygulamalarda çok uzun süre kullanılması uygun görülmez.

Bıraktıktan sonra rebound kilo alımına yol açabilir. Tip 2 DM'li ise tercih edilecek oral antidiyabetik (OAD) metformindir. Metformin pankreas insülin sekresyonunu arttırmaz. Periferide insülin sensitivitesini artırır, sülfonilürelerin aksine kilo aldırılmaz, kilo kaybettirir. Hipertansiyon için seçkin ilaç grubu ACE inhibitörleridir. insülin sensitivitesini artırır. Tersine Beta bloker ve Thiazide diüretiklerinin insülin rezistansına yol açabileceği bilinmektedir.

Piyasada olan bir ilaç grubunun insülin rezistansını azaltmakta çok etkili olduğu bilinmektedir. Thiazolidinedione deriveleri ve bu grubun en fazla araştırılmış olan üyesi Troglitazone.insülin.sensitivitesini.arttırır.

GEREÇ VE YÖNTEM

A) OLGULAR:

Çalışmaya Mayıs-2002 ile Eylül-2003 tarihleri arasında Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Diyarbakır ilinden 199 kişi alınmıştır. 20 ile 73 yaş arası (yaş ortalamaları 35 ± 11 yıl), 86'sı kadın (yaş ortalamaları $33,8 \pm 11,7$ yıl) ve 113'ü erkek (yaş ortalamaları $36,5 \pm 11,3$), BKI'leri $16,3 \text{ kg/m}^2$ ile 41 kg/m^2 (ortalama $25,7 \pm 4,5 \text{ kg/m}^2$) olan toplam 199 kişi alınmıştır. Çalışmaya, herhangi bir hastalığı ve ilaç kullanma öyküsü olmayan üniversite personeli ve sağlıklı olan hasta yakınları alındı.

B) YÖNTEMLER:

1) Antropometrik-ölçümler:

a) **Bel çevresi:** Bel çevresi spina iliaca anterior superior ile arkus kostalis arasındaki tam orta noktadan çepeçevre santimetre cinsinden ölçüldü.

b) **Kalça çevresi:** En geniş yerinden santimetre cinsinden ölçüldü.

c) **Beden kitle indeksi (BKI):** Vücut ağırlığın boyun karesine oranı ile elde edildi. (kg/m^2)

d) **Bel-kalça oranı:** Bel çevresinin kalça çevresine oranı ile elde edildi.

e) **Vücut ağırlığı:** Kişiler hafif elbiseler ile aç karna sabah saat $08^{\circ\circ}$ - $10^{\circ\circ}$ arasında elektronik tartı aleti ile tartıldı.

f) **Boy:** Kişiler ayakta durur vaziyette çıplak ayakla ve ayakları birleştirilmiş bir şekilde stadiometre (Leicester Height measure) ile ölçüldü.

g) **Ense çevresi:** Boynun tam ortasından santimetre cinsinden ölçüldü.

h) **Deri kıvrım kalınlıklarına:**

I) **Biseps ve triseps deri kıvrımı kalınlıkları** akromion prosesi ile bükülmüş dirseğin ucu arasında üst kolun orta noktasından milimetre cinsinden ölçüldü.

II) **Subskapuler deri kıvrımı kalınlığı** omuz kuşağının 2-3 cm altında bulunan doğal kıvrımdan milimetre cinsinden ölçüldü.

III) **Suprailiak deri kıvrımı kalınlığı** kristailiakanın 2-3 cm üstünden midaksiller hattın oblik açısı ile milimetre cinsinden ölçüldü.

IV) **Yanak kıvrımı kalınlığı** zigomatik kemik üstünden vomere oblik açısı ile milimetre cinsinden ölçüldü.

Deri kıvrım kalınlıklarının ölçümünde 0-150 mm lik dijital kaliper kullanıldı (Erste qualitat, Almanya)

2) Kan basıncı : Sistolik ve diastolik kan basınçları kişi oturur durumda 5 dk dinlenme periyodundan sonra sağ koldan manşet büyüklüğü uygun olan civalı sfigmomanometre ile ardışık olarak iki kez ölçüldü.

3) Biyokimyasal yöntemler :

Her olgudan 12 saatlik açlıktan sonra sabah saat 08⁰⁰-09⁰⁰ arasında serum lipitleri (trigliserit,total kolesterol,HDL-k,LDL-k,VLDL-k),açlık kan şekeri ve bazal inşülin ölçümü için kan örnekleri alındı.

LDL-kolesterol Freidwald eşitliği kullanılarak ($LDL-kolesterol = Total-kolesterol - (HDL-k + Triglicerid/5)$) hesaplandı.

4) İnsülin direnci : HOMA-IR testi ile ölçüldü.

HOMA (Homeostasis-model assessment)=insülin($\mu U/ml$)xGlukoz($mmol/l$)/ 22,5

5) Vücut yağ yüzdesi ve kitlesi : Biyoelektrik impedans yöntemi ile TANITA Body Composition Analyzer Type TBS-300 M cihazında ölçüldü.

C) LABORATUVAR METODU:

1) Biyokimya: Glukoz ve lipit profilleri Abbott Aeroset Autoanalizör cihazında colorimetrik yöntemle çalışıldı.

2) Hormon: İnsülin düzeylerine Roche 170E Modular Analytics cihazında electrochemiluminescence yöntemiyle bakıldı.

Biyokimyasal ölçümler Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi merkez laboratuvarında çalışıldı.

D) İSTATİSTİKSEL ANALİZ:

Çalışmaya alınan tüm bireylere ve erkek ve kadın gruplarına bel ve BKİ göz önüne alınmaksızın ayrı ayrı **pearson** korelasyonu (2 tailed) uygulandı.Anlam olarak **P<0,05** kabul edildi.

Alt grup olarak Erkekler için (bel çevresi<102,bel çevresi>102 olmak üzere) iki grup ve Kadınlar için (bel çevresi<88,bel çevresi>88olmak üzere) iki grup oluşturuldu.

Erkek ve kadınlar için BKİ (beden kitle indeksi) < 25 kg/m² ve BKİ >25 kg/m² olmak üzere iki altgrup oluşturuldu. Altgruplara **independent t-testi** uygulandı. Grup karşılaştırmalarında ortalama $\pm$ standart sapmalar kullanıldı. Anlam olarak **P<0,05** kabul edildi.

İstatistiksel analizler SPSS versiyon 8 ile yapıldı.

BULGULAR:

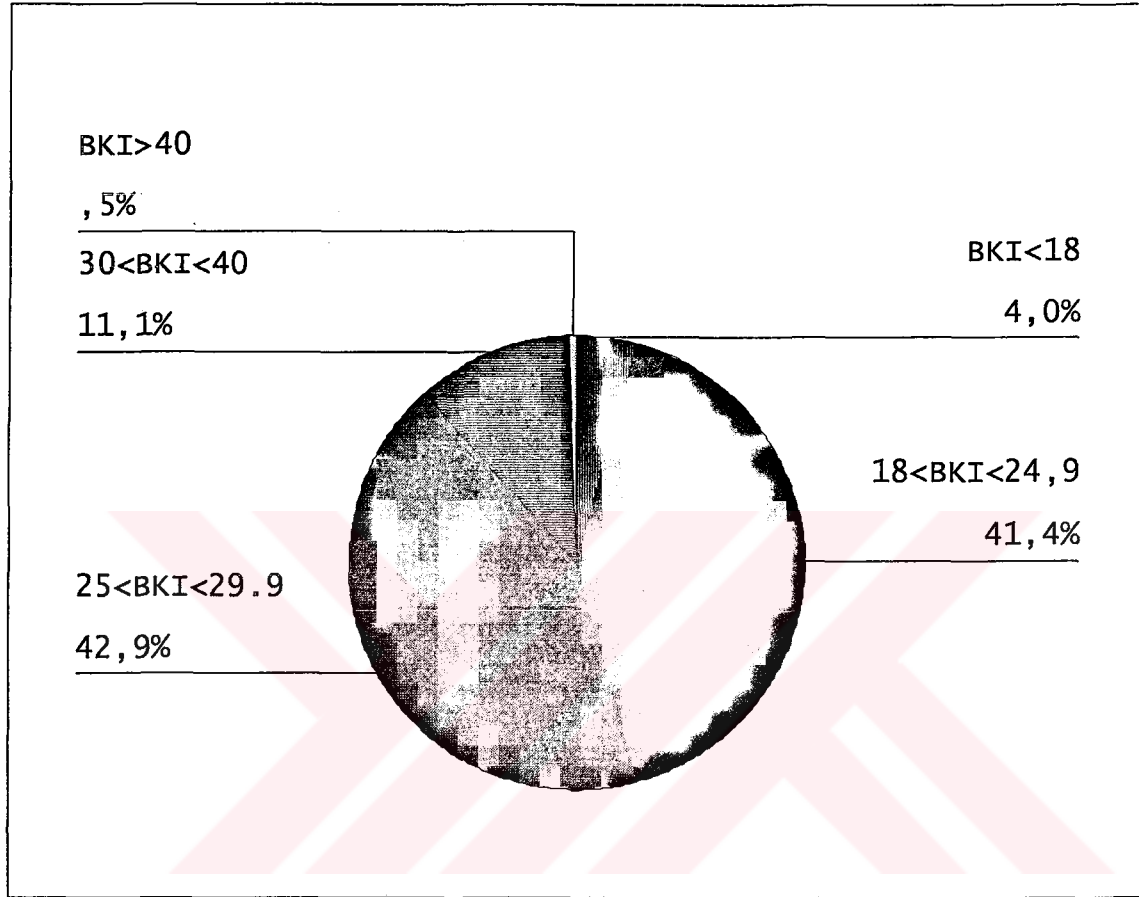
A) Kadın ve erkeklerde genel çalışma parametreleri : Kadın ve erkeklerin sistolik ve diastolik kanbasınçları, beden kitle indeksleri, bel-kalça oranları, total kolesterol ve LDL-kolesterol düzeyleri, insülin ve glukoz düzeyleri benzerdi. Erkeklerde boy daha uzun, ağırlık, bel çevresi, kalça çevresi, boyun çevresi, trigliserid düzeyi daha yüksek, HDL-kolesterol düzeyi daha düşük bulundu (tablo 1).

(Tablo 1) çalışma grubunun karakteristikleri

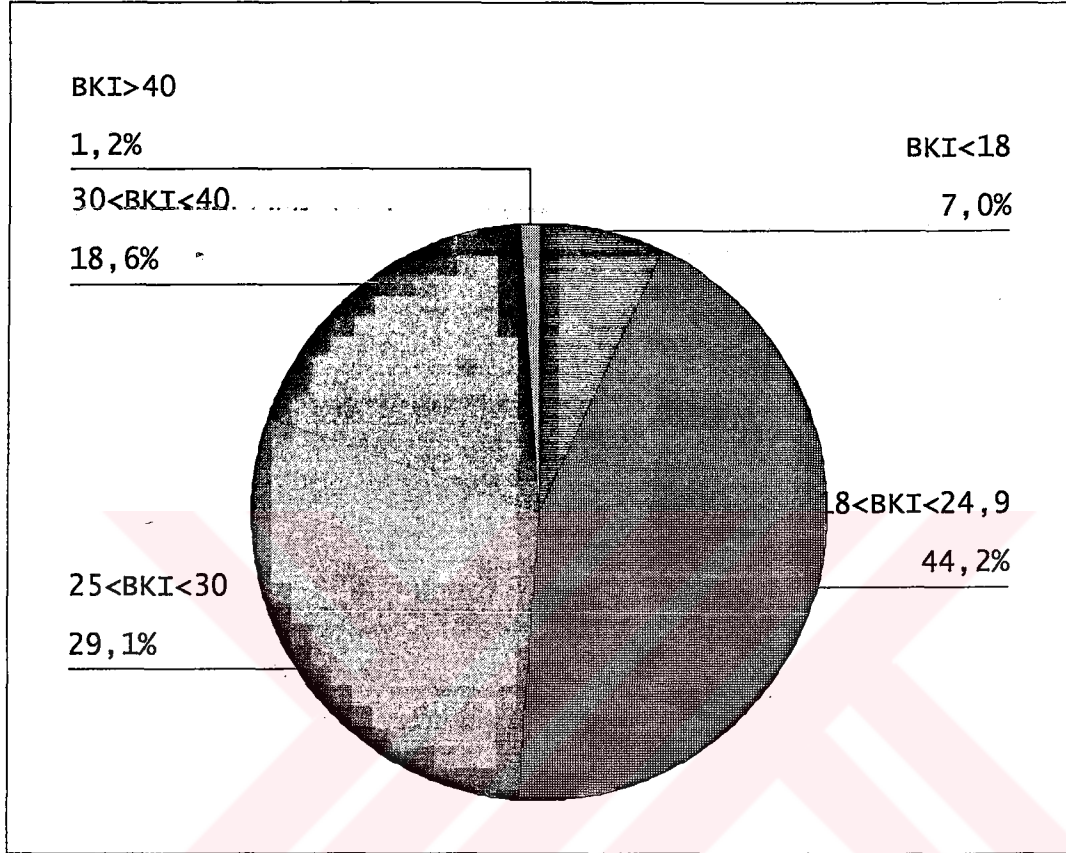
	Erkek	Kadın
Olgu sayısı	113	86
YAŞ (yıl)	36,5 ± 11,3	33,8 ± 11,7
STA (mmHg)	117,6 ± 15,1	113 ± 15,6
DTA(mmHg)	74,4 ± 9,9	69,8 ± 11,7
BOY (m)	173 ± 5,9	160 ± 6,7
AĞIRLIK (kg)	77,1 ± 11,4	65,7 ± 13,8
BEL ÇEVRESİ (cm)	94 ± 10,6	83,7 ± 13,4
KALÇA (cm)	113 ± 8,5	106 ± 12,4
ENSE (cm)	38,6 ± 2,7	34,3 ± 3,1
TRG (mg/dl)	164 ± 71	132 ± 118
T.KOL (mg/dl)	178 ± 37	185 ± 44
HDL-K (mg/dl)	35 ± 6,6	41,5 ± 12,2
LDL-K (mg/dl)	112 ± 35	109 ± 43
INSÜLİN (uU/ml)	10,1 ± 8,1	9,4 ± 11
FATMASS (kg)	15,3 ± 7,3	20,6 ± 11
BKI (kg/m²)	25,7 ± 3,4	25,6 ± 5,6
BKO (cm)	0,82 ± 0,12	0,78 ± 0,13
GLUKOZ (mg/dl)	99 ± 32	95 ± 22

BKI:Beden kitle indeksi,**BKO:**Bel-kalçaoranı,**STA:**Sistolik Kanbasıncı,
DTA:Diastolik kanbasıncı,**FATMASS:**Vücut yağ kitlesi

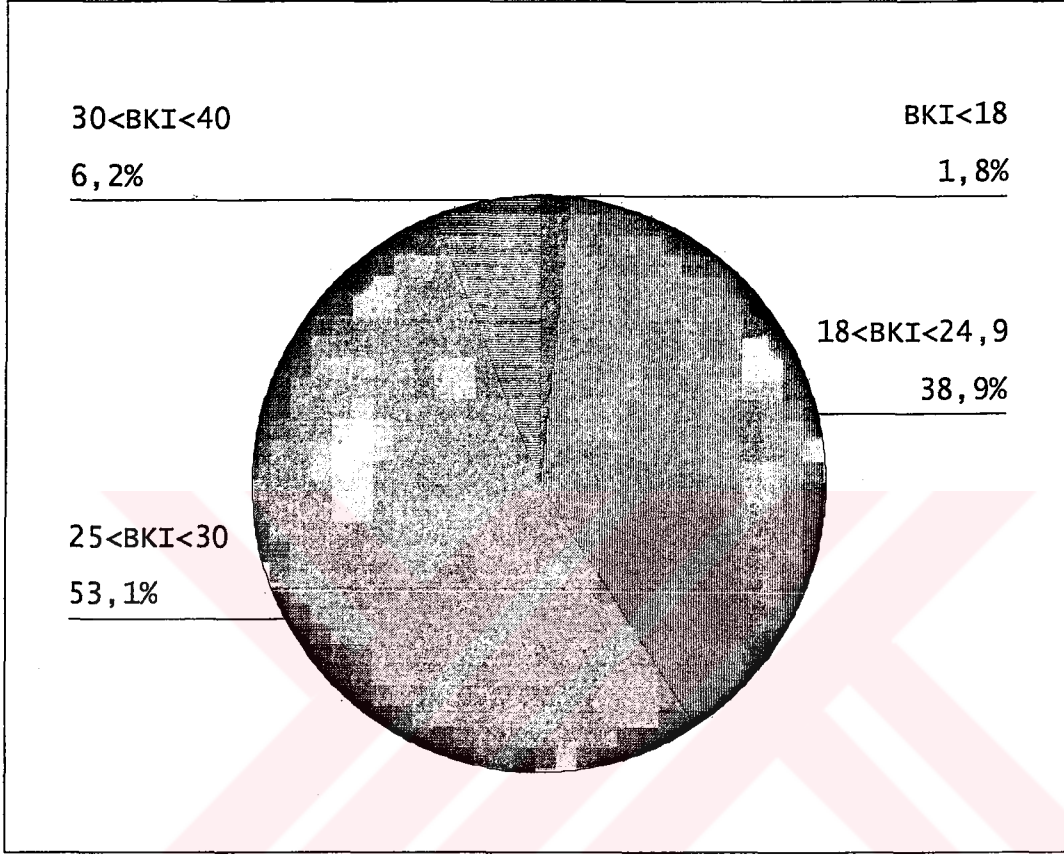
B) Çalışmaya alınan tüm bireylerin BKİ grupları ve dağılımı (Şekil 1)



C) Çalışmaya alınan kadınlarda BKİ grupları ve dağılımı (Şekil 2)



D) Çalışmaya alınan erkeklerde BKİ grupları ve dağılımı (Şekil 3)



E) Bel çevresi, kalça çevresi, bel-kalça oranı, beden kitle indeksi (BKI), deri kıvrım kalınlıkları, boyun çevresi ile kardiyovasküler risk faktörleri arasındaki korelasyonu gösteren çalışma parametreleri (tablo 2).

Çalışmada antropometrik ölçümlerden bel çevresi, BKI ve deri kıvrım kalınlıkları ortalaması ile vücut yağ kitlesi arasında güçlü korelasyon tespit ettik. Antropometrik ölçümlerden bel çevresi ile kardiyovasküler risk faktörleri arasında diğerlerine göre daha güçlü korelasyon bulundu ($p < 0,001$). Bel çevresi HDL-kolesterol ile en güçlü negatif korelasyonu göstermekte idi. Sistolik ve diastolik kan. basınçları ile antropometrik ölçümler arasındaki en güçlü korelasyon bel çevresi ile olan korelasyon idi.

(Tablo 2) Antropometrik ölçümlerle kardiyovasküler risk faktörleri arasındaki korelasyonlar

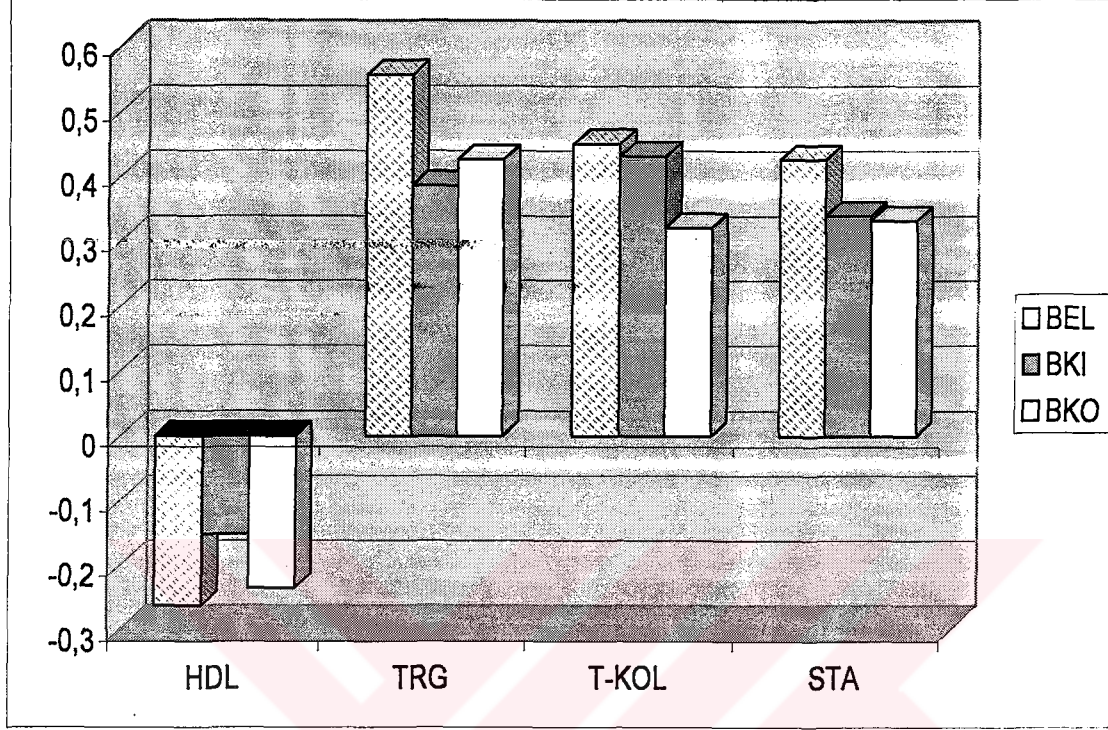
	STA	DTA	VYK	T.KOL	TG	HDL-k	LDL-k
Bel çevresi(cm)	r=0,426 p<0,001	r=0,414 p<0,001	r=0,795 p<0,001	r=0,450 p<0,001	r=0,556 p<0,001	r=0,261* p<0,001	r=0,486 p<0,001
Kalça çevresi(cm)	r=0,358 p<0,001	r=0,336 p<0,001	r=0,580 p<0,001	r=0,393 p<0,001	r=0,463 p<0,001	r=0,198* p=0,005	r=0,458 p<0,001
Bel-kalça oranı	r=0,332 p<0,001	r=0,339 p<0,001	r=0,359 p<0,001	r=0,321 p<0,001	r=0,426 p<0,001	r=0,234* p<0,001	r=0,321 p<0,001
BKI (kg/m ²)	r=0,339 p<0,001	r=0,314 p<0,001	r=0,849 p<0,001	r=0,431 p<0,001	r=0,386 p<0,001	r=0,151* p=0,033	r=0,464 p<0,001
Deri-kıvrım kalınlıkları ortalaması	r=0,215 p=0,002	r=0,194 p=0,006	r=0,814 p<0,001	r=0,443 p<0,001	r=0,263 p<0,001	r=0,020* p=0,783	r=0,402 p<0,001
Ense çevresi	r=0,260 p<0,001	r=0,290 p<0,001	r=0,318 p<0,001	r=0,534 p<0,001	r=0,365 p<0,001	r=0,131* p=0,223	r=0,406 p<0,001

Deri kıvrım kalınlıkları ortalaması: (Biceps + triseps + subskapularis + suprailiak deri kıvrım kalınlıkları) / 4

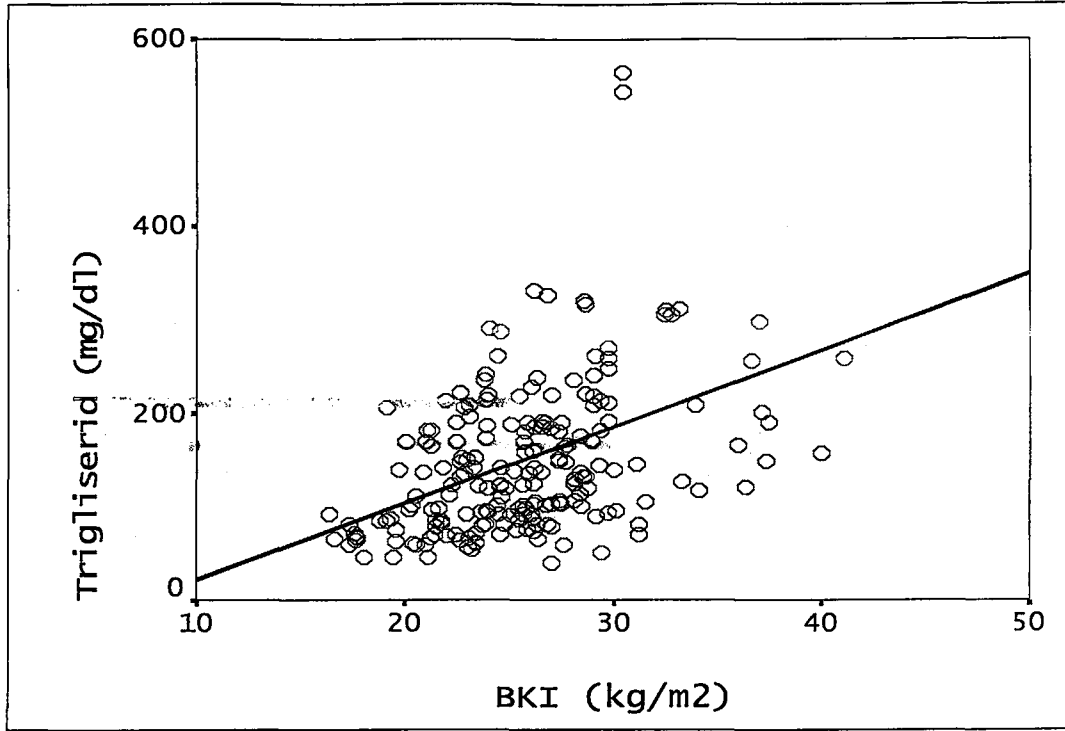
BKI:Beden kitle indeksi

***;Negatif korelasyonlu**

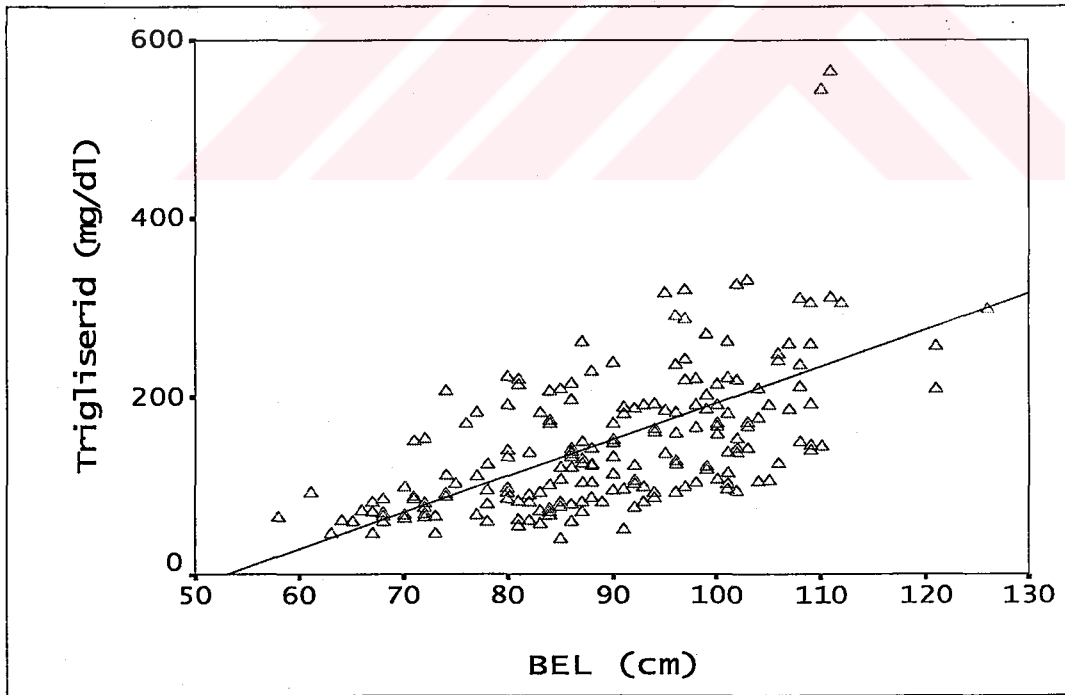
F) Çalışmaya alınan kişilerde antropometrik ölçümlerden bel çevresi, beden kitle indeksi (BKI), bel-kalça oranı (BKO) ile lipid parametreleri ve sistolik kan basıncı arasındaki korelasyonları gösteren çalışma parametreleri (Tablo 3).



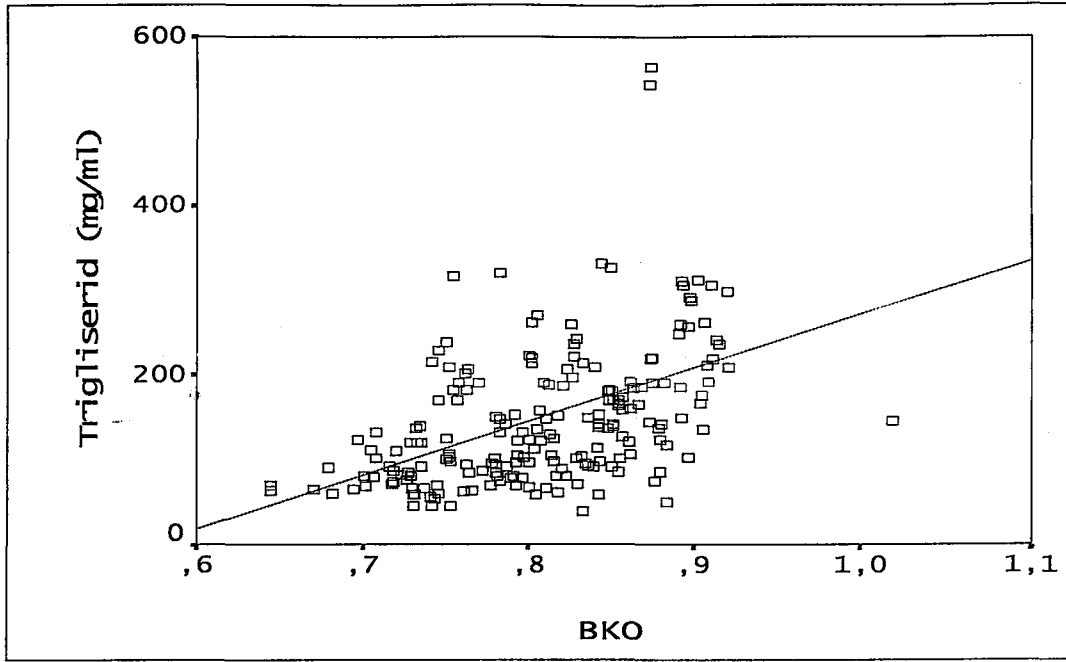
**HDL:Yüksek dansiteli lipoprotein, TRG:Trigliserid, T-KOL:Total-kolesterol
BKI:Beden kitle indeksi, BKO:Bel-kalça oranı, BEL:Bel çevresi
STA:Sistolik kan basıncı**



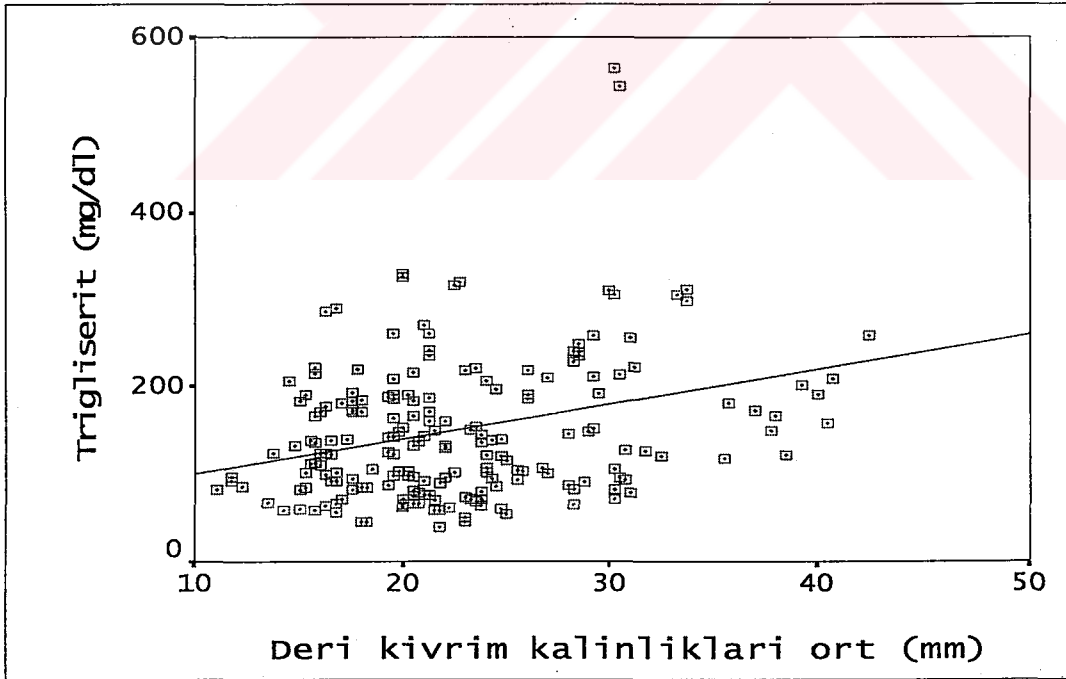
G) BKİ ile trigliserid düzeyleri arasındaki korelasyonlar ($r = 0,386$) (Şekil 4).



H) Bel çevresi ile trigliserid düzeyleri arasındaki korelasyonlar ($r = 0,556$) (Şekil 5).



I) BKO ile trigliserid düzeyleri arasındaki korelasyonlar ($r= 0,426$) (Şekil 6).



J) Deri kıvrım kalınlıkları ortalaması ile trigliserid düzeyleri arasındaki korelasyonlar ($r = 0,263$) (Şekil 7).

K) Erkekler için bel çevresi 102 cm'nin altında ve 102 cm'nin üstünde olan grupların çalışma parametreleri (Tablo 4). Bel çevresinin artması ile birlikte yaş, kan basıncı, ağırlık, deri kıvrım kalınlıkları, vücut yağ kitlesi, total-kolesterol, LDL-kolesterol, trigliserid, glukoz düzeylerinin ve HOMA-IR düzeyinin arttığı görüldü ($p<0,05$). HDL-kolesterol düzeyi minimal azalma gösterdi ancak bu azalma anlamlı değildi ($p=0,821$).

(Tablo 4)

Erkek	Bel<102 cm (n=84)	Bel>102cm (n=29)	p
Yaş (yıl)	33,1 ± 11,8	38,7 ± 10,4	000
Sistolik kan basıncı (mmHg)	113 ± 10,9	120 ± 16,9	003
Diastolik kan basıncı(mmHg)	71,5 ± 8,9	76,4 ± 10,2	002
Nabız (atım/dk)	78,9 ± 5,2	77,1 ± 5,7	118 AN
Boy (m)	172 ± 6,1	173 ± 5,9	007
Ağırlık (kg)	67,5± 7,6	83,7 ±8,6	000
Bel çevresi (cm)	89,6± 8	107 ± 5,4	000
Kalça çevresi (cm)	111 ±7,6	121 ± 6	000
Topuk-pubis (cm)	87,8 ± 3,9	90,1 ± 4,8	026
Pubis-verteks (cm)	83,5 ± 3,9	84,2 ± 3	391 AN
Kulaç (cm)	173 ± 6,2	176 ±6,7	027
Triseps (mm)	19,3 ± 5,2	23,7 ± 5	000
Biseps (mm)	11,8 ± 3	14,8 ± 3,1	000
Subskapularis (mm)	24,5 ± 5,9	34,2 ± 9	000
Suprailiak (mm)	20,9 ± 5,6	28,5 ± 7,6	000
Yanak (mm)	15,2 ± 2,4	16,2 ± 2,9	085 AN
Ense (cm)	42,6 ± 1,9	40,4 ± 2,3	633 AN
Trigliserid (mg/dl)	147 ± 62,5	212 ± 71,4	000
Total kolesterol(mg/dl)	167 ± 28,4	209 ± 42,1	000
HDL-Kolesterol (mg/dl)	35,2 ± 6,9	34,9 ± 5,7	821 AN
LDL-Kolesterol (mg/dl)	103 ± 30,2	137 ± 35,3	000
İnsülin (uU/ml)	9,5 ± 7,1	12 ± 10,6	254 AN
Fatmass (kg)	12,7 ± 5	22,7 ± 7,4	000
BKI (kg/m ²)	24,6 ± 2,6	28,9 ± 3,2	000
BKO (cm)	0,8 ± 5,3	0,88 ± 3,1	000
Glukoz (mg/dl)	92,9 ± 12,5	116 ± 55,8	030
HOMAIR	2,1 ± 1,5	3,4 ± 3	029

BKI:Beden-kitle-indeksi,BKO:Bel-kalça-oranı,

HOMA (Homeostasis model assessment)=insülin(μ U/ml)xGlukoz(mmol/l)/22,5 AN:Anlamsız

L) Erkekler için BKI < 25kg/m² ve BKI > 25kg/m² olan grupların çalışma parametreleri (tablo 5). Beden kitle indeksi; Ağırlık, bel çevresi, kalça çevresi, BKO, vücut yağ kitlesi, deri kıvrım kalınlıkları, yaş, sistolik ve diastolik kan basıncı, total kolesterol, trigliserid, LDL-kolesterol ile pozitif korelasyonlu idi (p<0,05). HOMA-IR ile korelasyon yoktu (p=0,073).

(Tablo 5)

Erkek	BMI<25(n=46)	BMI>25(n=67)	p
Yaş (yıl)	33,1 ± 11,8	38,7 ± 10,4	011
Sistolik kan basıncı (mmHg)	113 ± 10,8	120 ± 16,9	006
Diastolik kan basıncı (mmHg)	71,5 ± 8,9	76,4 ± 10,2	008
Nabız (atım/dk)	78,9 ± 5,2	77,1 ± 5,7	104 AN
Boy (m)	172 ± 6,1	173 ± 5,9	604 AN
Ağırlık (kg)	67,5 ± 7,6	83,7 ± 8,6	000
Bel çevresi (cm)	85,4 ± 8,1	100 ± 7,7	000
Kalça çevresi (cm)	108 ± 7,7	117 ± 7,2	000
Topuk-pubis (cm)	87,6 ± 4,3	88,9 ± 4,3	116 AN
Pubis-verteks (cm)	83,3 ± 4,2	84 ± 3,2	390 AN
Kulaç (cm)	173 ± 5,9	174 ± 6,9	291 AN
Triseps (mm)	17 ± 4,3	22,7 ± 5	000
Biseps (mm)	10,9 ± 2,6	13,8 ± 3,2	000
Subskapularis (mm)	22,3 ± 4,2	30,3 ± 8,4	000
Suprailiak (mm)	18,5 ± 4	25,9 ± 7	000
Yanak (mm)	14,7 ± 2,2	16 ± 2,6	006
Ense (cm)	45,1 ± 6,8	39,8 ± 2,5	530 AN
Trigliserid (mg/dl)	138 ± 60,5	181 ± 72,1	001
Total kolesterol (mg/dl)	163 ± 26,7	188 ± 40,2	000
HDL-Kolesterol (mg/dl)	34,2 ± 6,5	35,8 ± 6,6	211 AN
LDL-Kolesterol (mg/dl)	100 ± 25,4	120 ± 37,9	001
İnsülin (uU/ml)	9,6 ± 9	10,5 ± 7,6	585 AN
Fatmass (kg)	9,5 ± 9	19,2 ± 6,4	000
BKI (kg/m ²)	22,5 ± 1,7	27,8 ± 2,4	000
BKO (cm)	0,78 ± 5,6	0,52 ± 4,3	000
Glukoz (mg/dl)	89,6 ± 7,8	105,5 ± 39,4	002
HOMA-IR	2,0 ± 1,8	2,7 ± 2,1	073 AN

BKI: Beden-kitle-indeksi, BKO: Bel-kalça-oranı,

HOMA (Homeostasis model assessment)=insülin(μU/ml)xGlukoz(mmol/l)/22,5 AN: Anlamsız

M) Kadınlar için bel çevresi 88 cm'nin altında ve 88 cm'nin üstünde olan grupların çalışma parametreleri (tablo 6). Bel çevresinin 88 cm'nin üzerinde olan grupta, yaş, sistolik ve diastolik kan basıncı, deri kıvrım kalınlıkları, beden kitle indeksi, bel-kalça oranı, ense çevresi, vücut yağ kitlesi, total kolesterol, trigliserid, LDL-kolesterol, glukoz ve HOMA-IR düzeylerinin arttığı ($p<0,05$) ve HDL-kolesterol düzeyinin azaldığı görüldü ($p<0,05$).

(Tablo 6)

Kadın	Bel<88(n=61)	Bel>88(n=25)	p
YAŞ (yıl)	30,1 ± 10,7	42,7 ± 9	000
Sistolik kan basıncı (mmHg)	109,3 ± 15,6	122 ± 11,5	000
Diastolik kan basıncı (mmHg)	67,3 ± 11,8	76 ± 9,1	001
Nabız (atım/dk)	81 ± 6,2	79,6 ± 5,2	292 AN
Boy (m)	161 ± 6,5	158,7 ± 6,9	165 AN
Ağırlık (kg)	59,4 ± 9,1	81,1 ± 10,9	000
Bel çevresi (cm)	76,9 ± 8,2	100,2 ± 8,4	000
Kalça çevresi (cm)	100,8 ± 8,9	120 ± 9	000
Topuk-pubis (cm)	83,1 ± 3,7	82 ± 4,3	266 AN
Pubis-verteks (cm)	77,6 ± 3,7	76,6 ± 3,6	285 AN
Kulaç (cm)	160,2 ± 7,5	158,3 ± 7,6	300 AN
Triseps (mm)	22,4 ± 5,3	30,6 ± 4,2	000
Biseps (mm)	13,8 ± 2,8	20,5 ± 4,8	000
Subskapularis (mm)	28,1 ± 7	46,1 ± 9,9	000
Suprailiak (mm)	23,4 ± 4,8	34,6 ± 5,5	000
Yanak (mm)	15,9 ± 2,3	21,6 ± 15,8	087 AN
Ense (cm)	33 ± 2,6	37,4 ± 2,1	000
Trigliserid (mg/dl)	97,4 ± 47,2	216 ± 184	004
Total kolesterol (mg/dl)	172 ± 32,7	215 ± 51,9	001
HDL-Kolesterol (mg/dl)	43 ± 12,9	37,4 ± 9,1	026
LDL-Kolesterol (mg/dl)	98,2 ± 39,6	134 ± 39,9	000
İnsülin (uU/ml)	7,3 ± 4,5	14,5 ± 18,3	064 AN
Fatmass (kg)	15,7 ± 7,8	32,6 ± 7,8	000
BKI (kg/m ²)	22,9 ± 3,5	32,2 ± 4,2	000
BKO (cm)	0,76 ± 0,3	0,83 ± 0,29	000
GLUKOZ (mg/dl)	88 ± 12	108 ± 27	000
HOMAIR	1,6 ± 1,1	3,8 ± 4,6	001

BKI: Beden-kitle-indeksi, BKO: Bel-kalça-oranı,

HOMA (Homeostasis model assessment) = $\frac{\text{insülin}(\mu\text{U/ml}) \times \text{Glukoz}(\text{mmol/l})}{22,5}$ AN: Anlamsız

N) Kadınlar için BKi < 25 kg / m² ve BKi > 25 kg / m² olan grupların çalışma parametreleri (tablo 7). Beden kitle indeksinin > 25 kg / m² olan grupta, ağırlık, bel çevresi, kalça çevresi, BKO, ense çevresi, yaş, sistolik ve diastolik kan basıncı, deri kıvrım kalınlıkları, beden kitle indeksi, bel-kalça oranı, vücut yağ kitlesi, total kolesterol, trigliserid, LDL-kolesterol, glukoz ve HOMA-IR düzeylerinin arttığı (p<0,05) ve HDL-kolesterol düzeyinin azaldığı görüldü (p<0,05).

(Tablo 7)

Kadın	BMI<25(n=44)	BMI>25(n=42)	p
Yaş (yıl)	28,4±11,2	39,2±9,4	000
Sistolik kan basıncı (mmHg)	107,5±16,5	118,8±12,3	001
Diastolik kan basıncı(mmHg)	66±12	73,8±9,8	002
Nabız (atım/dk)	82±6,3	79,2±5,1	027
Boy (m)	161,9±7	158,6±6	022
Ağırlık (kg)	55,6±7	76,3±10,9	000
Bel çevresi (cm)	74,4±8	93,4±10,9	000
Kalça çevresi (cm)	97,7±8	115,5±9,4	000
Topuk-pubis (cm)	83,5±3,9	82±3,7	075 AN
Pubis-verteks (cm)	78±3,6	76,6±3,6	097 AN
Kulaç (cm)	161,4±7,9	157,7±6,8	024
Triseps (mm)	20,1±3,8	29,7±4,3	000
Biseps (mm)	12,9±2	18,8±4,6	000
Subskapularis (mm)	26,4±5,5	40,7±11,4	000
Suprailiak (mm)	22,6±4,4	30,9±7,1	000
Yanak (mm)	15,2±2,2	30,9±7,1	021
Ense (cm)	32,3±2,5	36,4±2,4	000
Trigliserid (mg/dl)	100±52,7	165,7±155,3	013
Total kolesterol(mg/dl)	173±32,8	197,5±50	009
HDL-Kolesterol (mg/dl)	43,9±13,1	38,8±10,6	050
LDL-Kolesterol (mg/dl)	93,9±44,3	124,5±35,3	001
İnsülin (uU/ml)	6,7±3,8	12,2±14,8	024
Fatmass (kg)	12,8±7	28,8±8	000
BKi (kg/m ²)	21,2±2,3	30,3±4	000
BKO (cm)	0,76±0,25	080±0,23	001
Glukoz (mg/dl)	4,9±0,6	5,6±1,5	015
HOMAIR	1,4±0,8	3,1±3,8	009

BKi: Beden-kitle-indeksi, BKO: Bel-kalça-oranı,

HOMA (Homeostasis model assessment)=insülin(μU/ml)xGlukoz(mmol/l)/22,5 AN: Anlamsız

TARTIŞMA

Çalışmamızda vücut antropometrik ölçüleri ile lipid parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırdık. Sonuçta hiperglisemi, dislipidemi ve hipertansiyon obezite ile ilişkili komplikasyonlar olarak tespit edildi. Bel çevresinin erkekler için 102 cm ve BKİ nin 25 kg/m²'nin üzerinde olan gruplarda ve yine kadınlar için bel çevresinin 88 cm ve BKİ'nin 25 kg/m²'nin üzerinde olan gruplarda, yaş, kan basıncı, kalça çevresi, bel kalça oranı (BKO), total kolesterol, trigliserid, glukoz, HOMA-IR, vücut yağ kitlesinin arttığı tespit edildi.

Bel çevresinin ölçümü BKİ ve bel-kalça oranı (BKO)'na göre kardiyovasküler hastalık riskini daha iyi yansıtır (tablo 2). Çalışmamızda bel çevresi ile vücut yağ kitlesi arasında ($r = 0,795$), BKİ ile vücut yağ kitlesi arasında ($r = 0,849$) ve benzer olarak deri kıvrım kalınlıkları ile vücut yağ kitlesi arasında ($r = 0,814$) güçlü korelasyon vardı. Bel çevresi sistolik ve diastolik kan basıncı, total kolesterol, trigliserid, LDL-kolesterol ile daha güçlü korelasyon içinde görüldü. Bel çevresi ile trigliserid arasında hem erkek hem de kadınlarda güçlü bir korelasyon vardı ve bu korelasyon diğer tüm antropometrik ölçümlerden daha yüksek idi ($r = 0,556$). Bel çevresinin artması ile birlikte trigliserid düzeyi de artmaktadır ve bu durum hipertrigliseremik bel olarak adlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalar hipertrigliseremik belin kardiyovasküler risk faktörlerini yansıtmada tek kriter olarak kullanılabileceğini belirtmektedir (70). Bel çevresi ve BKİ arttıkça HDL-kolesterol düzeyi azalır. Bel çevresi ile HDL-kolesterol arasındaki negatif korelasyon BKİ ve BKO'ndan daha güçlü idi ($r = - 0,261$, $p < 0,001$). Bel çevresi ölçümü vücut ağırlığını yansıtmada ($r=0,865$), BKİ ($r=0,819$) ve kalça çevresi ($r=0,815$) ile benzer oranda güçlü korelasyon ile gösterirken, bel-kalça oranı ile vücut ağırlığı arasındaki korelasyon daha düşük idi ($r=0,561$). Çalışmamızda bel çevresi ve BKİ'ni birbirinden bağımsız ve diğer ölçüm metodlarından daha güçlü olarak kardiyovasküler risk faktörleri ile korelasyonlu olarak tespit ettik. Bütün parametreler göz önüne alındığında (tablo 2,3,4,5 ve 6) bel çevresinin BKİ'ne göre erkek ve kadınlarda, kardiyovasküler risk faktörleri ile daha sıkı ilişki içinde olduğu görüldü. Ancak vücut yağ kitlesi BKİ ile daha iyi korelasyonlu bulundu. Gerçekte BKİ'nin adipozitenin bir göstergesi olarak kullanımının getirdiği doğal bir zorluk BKİ' nin iki bileşenden oluşmasıdır (71); yağ kitlesi (fat mass, FM), yağsız kitle (free fat mass, FFM).

$$BKİ = (\text{yağ kitlesi} + \text{yağsız kitle}) / m^2 = FM / m^2 + FFM / m^2$$

$FM / m^2 \rightarrow$ yağ kitle indeksi, $FFM / m^2 \rightarrow$ yağsız kitle indeksi olarak kullanılır.

BKI'nin hem FM hem de adipozitenin yerine kullanılması farklı sağlık sonuçlarını etkiliyor olabilir. Bel çevresi ise boydan fazla etkilenmez (72), yani bel çevresi adipozite indeksi olarak kullanıldığında belin boya bölünmesi gereksizdir. Bu özelliklerinden dolayı kolay uygulanabilir olması, vücut ağırlığı ve lipit parametreleri ile daha güçlü korelasyon halinde olması bel çevresini BKI ve bel-kalça oranı'ndan daha avantajlı kılar. Son epidemiyolojik çalışmalarda da bel çevresi yaygın olarak olarak kullanılmıştır (76, 84, 85). Bel çevresinin vücut yağı ve yağ dağılımı için tekil bir ölçüm olarak kullanılması için yapılan son öneriler artık birçok major halk sağlığı kurumları ve organizasyonları tarafından kabul görmektedir (37, 38, 50). Pauliot ve arkadaşları bel çevresi 87 cm'nin üzerinde olan erkek ve bel çevresi 78 cm'nin üzerinde olan kadınlarda kardiyovasküler risklerin arttığını tespit etmiştir (73). Framingham kalp çalışmasında da bel çevresinin mortaliteyi göstermede diğer antropometrik ölçümlerden daha güçlü olduğu tespit edilmiştir (74). Dünya sağlık örgütü bel çevresi ölçümünü BKI ile birlikte temel antropometrik ölçümler olarak önermektedir (83). Ardışık yapılan birçok büyük ölçekli çalışmada bel çevresi ile diyabet ve kardiyovasküler risk faktörleri arasında ilişki bulunmuştur (the US Third National Health and Nutrition Examination Survey (81) ve Italian Olivetti Heart Study (82)).

Son çalışmalarda bel çevresinin kadınlarda da insülin rezistansı ile yakından ilişkili olduğu bulunmuştur (75). Çalışmamızda insülin rezistansını değerlendirmek için HOMA-IR metodu kullanıldı. Kadınlarda beden kitle indeksi ile insülin rezistansı arasındaki ilişki ($r=0,415$, $p<0,001$), bel çevresi ile insülin rezistansı arasındaki ilişkiden ($r=0,333$, $p=0,02$) daha güçlü bulundu. Erkeklerde ise bel çevresi ile HOMA-IR arasında pozitif korelasyon ($r=0,271$, $p=0,04$) bulduk. Çalışmamızda erkeklerde BKI ile HOMA-IR arasında korelasyon bulamadık. Son yıllarda yapılan çalışmalarda bel çevresi kadınlarda insülin rezistans sendromu (75), erkeklerde Tip 2 diyabet (76), kadınlarda göğüs kanseri (77) ve erkeklerde kolon kanseri (78) ile yakından ilişkili bulunmuştur. Bu bakımdan bel çevresi ölçümü genel sağlık risklerini değerlendirmede de bir yöntem olarak kullanılabilir.

Çalışmamızda antropometrik ölçümlere ek olarak ense çevresini değerlendirdik. Ense çevresi, vücut ağırlığı ile ($r=0,760$), bel çevresi ile ($r=0,732$), kalça çevresi ile ($r=0,626$), bel-kalça oranı (BKO) ile ($r=0,558$), total kolesterol ile ($r=0,534$), trigliserid ile ($r=0,365$), LDL-kolesterol ile ($r=0,406$), BKI ile ($r=0,568$), sistolik kan basıncı ile ($r=0,260$), diastolik kan basıncı ile ($r=0,290$), glukoz ile ($r=0,280$) sıkı korelasyon vardı ve bütün korelasyonlarda $p < 0,001$ tespit ettik. Uzun ense çevresi metabolik sendrom elemanları ile pozitif korelasyonlu bulunmuştur (79, 80).

Deri kıvrım kalınlıkları ortalaması; Sistolik kanbasıncı ile ($r = 0,215, p=0,02$). total-kolesterol ile ($r = 0,443, p < 0,001$), trigliserid ile ($r = 0,263, p < 0,001$), LDL-kolesterol ile ($r = 0,402, p < 0,001$) korelasyonlu bulundu. Ancak en güçlü korelasyon vücut yağ kitlesi ile $r = 0,814, p < 0,001$) olan korelasyon idi. buna ek olarak bel çevresi, kalça, total kolesterol, vücut ağırlığı ile de korelasyonlu idi. Yanak kalınlığı deri kıvrım kalınlığı olarak sensitivite ve spesiviteye sahip değildi. Erkeklerde deri kıvrım kalınlıkları ile vücut yağ kitlesi ($r=0,736, p < 0,001$) ve lipid parametreleri ($r=0,412, p < 0,001$) arasındaki ilişki, kadınlarda deri kıvrım kalınlıkları ile vücut yağ kitlesi ($r=0,694, p < 0,001$) ve deri kıvrım kalınlıkları ile lipid parametreleri arasındaki ilişkiye ($r=0,323, p=0,03$) göre daha güçlü idi. İntra-abdominal yağ yaşla ve hareketsizlikle birlikte artar ve subkutan deri kıvrım kalınlığı ölçüm yöntemlerinin doğruluğunu azaltır. Postmenopozal kadınlarda vücut yağı hormonal değişikliklerin bir sonucu olarak intra-abdominal olarak birikebilir. Bunun sonucunda deri kıvrımı ölçüm yöntemleri total vücut yağını olduğundan az gösterebilir.

Sonuç olarak;

- 1) Obezite kan basıncı artışı, dislipidemi ve insülin direncine yol açabilir.
- 2) Obezite özelliklerini belirlemede BKİ, bel çevresi, ense çevresi ve deri kıvrım kalınlıkları ile dislipidemi arasında ilişki vardır. Bel çevresi ile metabolik parametreler arasında daha sıkı ilişki bulunmuştur.
- 3) Yeni bir obezite göstergesi olan ense çevresi ölçümü de obezite değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilir.

ÖZET

Amaç: Diyarbakır ve Dicle üniversitesi tıp fakültesinden, herhangi bir hastalığı ve ya kronik ilaç alım öyküsü olmayan yetişkin sağlıklı erkek ve kadınlarda vücut antropometrik ölçümleri ile lipid parametreleri arasındaki ilişkiyi araştırdık.

Gereç ve yöntem: Çalışmaya, yaşları 20 ile 73 arasında değişen 113 erkek (yaş ortalaması $36,5 \pm 11,3$) ve 86 kadın (yaş ortalaması $33,8 \pm 11,7$) olmak üzere 199 kişi alındı. Yaş, boy, ağırlık, kan basıncı, nabız atım sayısı, antropometrik yöntemler; bel çevresi, beden kitle indeksi (BKI), bel-kalça oranı (BKO), kalça çevresi, ense çevresi, deri kıvrım kalınlıkları (biceps, triceps, subskapularis, suprailiak, yanak) ölçüldü. Açlık kan şekeri ve insülin düzeyleri belirlendi. İnsülin rezistansı Homeostasis model assessment (HOMA-IR) formülü ile değerlendirildi. Total-kolesterol, trigliserid, LDL-kolesterol, HDL-kolesterol düzeyleri ölçüldü. Vücut yağ kitlesi biyoelektrik impedans yöntemiyle ölçüldü. Elde edilen çalışma parametrelerine Pearson korelasyon ve independent t-testi uygulandı.

Bulgular: Kadınların %47,7'si obez, %1,2'si morbid obez, erkeklerin %59,3'ü obez idi. Bel çevresi ile Sistolik kan basıncı ($r=0,426$, $p<0,001$), diastolik kan basıncı ($r=0,414$, $p<0,001$), total-kolesterol ($r=0,450$, $p<0,001$), trigliserid ($r=0,556$, $p<0,001$), LDL-kolesterol ($r=0,486$, $p<0,001$) arasında pozitif korelasyon, bel çevresi ile HDL-kolesterol arasında ($r=0,261^*$, $p<0,001$) negatif korelasyon bulundu. Bu korelasyonlar diğer tüm antropometrik yöntemlerden daha güçlü idi. Kadınlarda BKI ile HOMA-IR arasındaki ilişki ($r=0,415$, $p<0,001$), bel çevresi ile insülin rezistansı arasındaki ilişkiden ($r=0,333$, $p=0,02$) daha güçlü bulundu. Erkeklerde ise bel çevresi ile HOMA-IR arasında pozitif korelasyon ($r=0,271$, $p=0,04$) bulduk. Erkeklerde BKI ile HOMA-IR arasında korelasyon bulamadık. Ense çevresi, vücut ağırlığı ile ($r=0,760$), bel çevresi ile ($r=0,732$), kalça çevresi ile ($r=0,626$), bel-kalça oranı (BKO) ile ($r=0,558$), total kolesterol ile ($r=0,534$), trigliserid ile ($r=0,365$), LDL-kolesterol ile ($r=0,406$), BKI ile ($r=0,568$), sistolik kan basıncı ile ($r=0,260$), diastolik kan basıncı ile ($r=0,290$), glukoz ile ($r=0,280$) sıkı korelasyon ($p < 0,001$) tespit ettik. Erkeklerde deri kıvrım kalınlıkları ile vücut yağ kitlesi ($r=0,736$, $p<0,001$) ve lipid parametreleri ($r=0,412$, $p<0,001$) arasındaki ilişki, kadınlarda vücut yağ kitlesi ($r=0,694$, $p<0,001$) ve lipid parametreleri arasındaki ilişkiye ($r=0,323$, $p=0,03$) göre daha güçlü bulundu.

Sonuç olarak:

- 1) Obezite kan basıncı artışı, dislipidemi ve insülin direncine yol açabilir.
- 2) Obezite özelliklerini belirlemede BKİ, bel çevresi, ense çevresi ve deri kıvrım kalınlıkları ile dislipidemi arasında ilişki vardır. Bel çevresi ile metabolik parametreler arasında daha sıkı ilişki bulunmuştur.
- 3) Yeni bir obezite göstergesi olan ense çevresi ölçümü de obezite değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilir.



ABSTRACT

AIM: In this study, we investigated the relationship between body anthropometric measurements and metabolic parameters in healthy adult men and women without any disease or history of medicine intake.

MATERIAL AND METHOD: A total of 199 subjects, whose ages ranged from 20 to 73, were included into the study: 113 men (mean age ; $36,5 \pm 11,3$) and 86 women (mean age ; $33,8 \pm 11,7$). Age, height, weight, blood pressure, pulse count were determined, and anthropometric measurements such as waist circumference, body mass index (BMI), waist-hip ratio (WHR), hip circumference, neck circumference, skin fold thickness (biceps, triceps, subscapularis, suprailiac) check were performed. Fasting blood sugar and insulin levels were determined. Insulin resistance was evaluated by Homeostasis Model Assessment (HOMA-IR). Total-cholesterol, triglycerid, LDL-cholesterol and HDL-cholesterol levels were also calculated. Body fat mass measured by bioelectric impedance method. Correlation and t- test were applied to the obtained parameters.

FINDINGS: Of women , 47,7% were obese and 1,2% morbid obese while 59,3% of men were obese. The correlation between waist circumference and systolic pressure ($r=0,426$, $p<0,001$), diastolic blood pressure ($r=0,414$, $p<0,001$), total-cholesterol ($r=0,450$, $p<0,001$), triglycerid ($r=0,556$, $p<0,001$), LDL-cholesterol ($r=0,486$, $p<0,001$) was found to be positive, whereas the correlation between waist circumference and HDL-cholesterol ($r=0,261^*$, $p<0,001$) was negative. These correlations were stronger than all the other anthropometric measurements. In women, the relationship between BMI and HOMA-IR ($R=0,415$, $P<0,001$) was found to be more significant than that between waist circumference and insulin resistance ($r=0,333$, $p=0,02$). In men, however, we observed a positive correlation between waist circumference and HOMA-IR ($r=0,271$, $p=0,04$), while we could not determine any significant correlation between BMI and HOMA-IR. Neck circumference was found to have a significant correlation ($p<0,001$) with body weight ($r=0,760$), waist circumference ($r=0,732$), hip circumference ($r=0,626$), waist-hip ratio ($0,588$), total cholesterol ($r=0,534$), hip circumference ($r=0,626$), LDL-cholesterol ($r=0,406$), WHR ($R=0,568$), systolic blood pressure ($r=0,260$), diastolic blood pressure ($r=0,290$) and with glucose ($r=0,280$). The relationship between skin fold thickness and body fat mass ($r=0,736$, $p<0,001$) and lipid

parameters ($r=0,412$, $p<0,001$) was more significant in men with respect to that between body fat mass ($r=0,694$, $p<0,001$) and lipid parameters ($r=0,329$, $p=0,03$) in women.

In conclusion;

- 1- Obesity can lead to blood pressure increase, dislipidemia and insulin resistance.
- 2- There is a correlation between dislipidemia and BMI, waist circumference, neck circumference and skin fold, which determines obesity characteristics. The relationship between waist circumference and metabolic parameters was found to be more significant.
- 3- Neck circumference measurement, which is relatively a new obesity indication, can be used an obesity assessment method.



KAYNAKLAR

- 1- Jebb, S.A., Goldberg, G.R., Coward, W., Murgatroyd, P.& Prentice, A.M. (1991) Effects of weight cycling caused by intermittent dieting on metabolic rate and body composition in obese women. *International Journal of Obesity* 15, 367-374.
- 2- Frayn, K.N. & Macdonald, I.A. (1997) Assessment of substrate and energy metabolism in vivo. In: Draznin, B. & Rizza, R. (eds) *Clinical research in Diabetes and Obesity*, Vol. 1, pp.101-124. Totoura, NJ: Humana press
- 3- Kopelman, P.G. (1994) Hormones and obesity. *Bailliere's Clinical Endocrinology and Metabolism* 8, 549-575.
- 4- Tchernof, A. Despres, J.P. Dupont, A. Et al. (1995) Relation of steroid hormones to glucose tolerance and plasma insulin levels in men. *Diabetes Care* 18, 292-299
- 5- Williams, G. (1994) Management of non-insulin dependent diabetes. *Lancet* 343, 95-100.
- 6- Prentice, A.M., Black, A., Coward, W.A.& Cole, T. (1996) Energy expenditure in affluent societies: an analysis of 319 doubly-labelled water measurements. *European Journal of Clinical Nutrition* 50, 93-97.
- 7- Prentice, A.M., Black, A., Coward, W. et al. (1986) High levels of energy expenditure in obese women. *British Medical Journal* 292, 983-987.
- 8- Widdowson, E. & Dickerson, J. (1964) Chemical composition of the body. In: Comar, C. & Bronner, F. (eds) *Mineral Metabolism. An Advanced Treatise*, pp. 2-210. New York: Academic Press.
- 9- Webster, J., Hesp, R. & Garrow, J. (1984) The Composition of excess weight in obese women estimated by body density, total body water and total body potassium. *Human Nutrition: Clinical Nutrition* 38C, 299-306.
- 10- Siri, W. (1956) *The Gross Composition of the Body*. New York: Academic Press.
- 11- Evans, P., Israel, R., Flickinger, E., O'Brien, K. & Donnelly, J. (1989) Hydrostatic weighing without head submersion in morbidly obese females. *American Journal of Clinical Nutrition* 50, 400-403
- 12- Dempster, P. & Aitkens, S. (1995) A new air displacement method for the determination of human body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 1692-1697

- 13- McCrory, M. Gomez, T., Bernauer, E. & Mole, P.(1995) Evulation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 1686-1691.
- 14- Jennings, G., Bluck, L., Chowings, C., Podesta, D.& Elia, M. (1995) Evulation of an infra-red method for the determination of total body water in a clinical context. *Clinical Nutrition* 14, (suppl.2), 53.
- 15- Fuller, N., Jebb, S.A., Laskey, M., Coward, W.& Elia, M. (1992)Four component model model for the assessment of body composition in humans: comparison with alternative methods and evaluation of the density and hydration of fat free mass. *Clinical Science* 82, 687- 693.
- 16- Deurenberg, P., Leenen, R., Van der Kooy, K. &Hautvast. J. (1989b) In obese subjects the body fat percentage calculated with Siri's formula is an overestimation. *European Journal of Clinical Nutrition* 43, 569-575.
- 17- Lukaski, H. (1987) Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *American Journal of Clinical Nutrition* 46, 537-556.
- 18- Snyder, W., Cook, M., Nasset, E., Karhausen, L., Parry-Howells, G.& Tipton, I.(1975) Report of the Task Force on Reference Man. Oxford: Pergamon Press.
- 19- Dickerson, J. &Widdowson, E. (1960) Chemical changes in skeletal muscle with development. *Biochemical Journal* 74, 142-144.
- 20- Morgan, D. &Burkinshaw, L.&Davidson, C.(1978) Potassium depletion in heart failure and its relation to long term treatment with diuretics: a review of the literature. *Postgraduate Medical Journal* 54, 72-79.
- 21- Colt, E., Wang, J., Stallone, F., Itallie, T.B.&Pierson, R.N.. (1981)A possible low intracellular potassium concentration in obesity. *American Journal of Clinical Nutrition* 34, 367-372
- 22- Morgan, D. &Burkinshaw, L. (1983) Estimation of non-fat body tissues from measurements of skinfold thickness, total body potassium and total body nitrogen. *Clinical Science* 65, 407-414.
- 23- Cohn, S., Dombrowski, C.,Pate, H.&Robertson, J. (1969)A whole-body counter with an invariant response to radionuclide distribution and body size. *Physics in Medicine and Biology* 14, 645-658
- 24- Archibald, E., Harrison, J. & Pencharz, P. (1983) Effect of a weight reducing high protein diet on the body composition of obese adolescents. *American Journal of Diseases in Childhood* 137,658-662

- 25- Siri, W. (1961) Body Composition from Fluid Spaces and Density: A Combined Analysis of Methods. Washington, DC: National Academy of Sciences- National Research Council.
- 26- Murgatroyd, P.& Coward, W.A. (1989) An improved method for estimating changes in whole-body fat and protein mass in man. *British Journal of Nutrition* 62, 311-314.
- 27- Jebb, S.A., Murgatroyd, P., Goldberg, G.R., Prentice, A.M. & Coward, W.A. (1993) In vivo measurement of changes in body composition: description of methods and their validation against 12-d continuous whole-body calorimetry. *American Journal of Clinical Nutrition* 58, 455-462.
- 28- Jebb, S.A., Goldberg, G.R., Coward, W., Murgatroyd, P.& Prentice, A.M. (1991) Effects of weight cycling caused by intermittent dieting on metabolic rate and body composition in obese women. *International Journal of Obesity* 15, 367-374.
- 29- Fuller, N., Sawyer, M.& Elia, M. (1994) Comparative evaluation of body composition methods and predictions, and calculation of density and hydration fraction of fat free mass, in obese women. *International Journal of Obesity* 18, 503
- 30- Siri, W.E. Body composition from fluid spaces and density analysis of methods. IN: Brozek J. Henschel A (eds) *Technique for measuring Body Composition*. Washington DC: National Academy of Sciences, 1961; 223-224.
- 31- Durnin JVG, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72. *Br J Nutr* 1974; 32: 77-97
- 32- Deurenberg P, Weststrate J, Seidell JC. Body mass index as a formula. *Br J Nutr* 1991; 65: 105-114.
- 33- Jackson AS, Pollock ML. Generalised equations for predicting body density of men. *Br J Nutr* 1978;40: 497-504.
- 34- Jackson AS, Pollock ML, Ward A. Generalised equations for predicting body density of women. *Med Sci Sports Exer* 1980; 12: 175-182
- 35- Lean MEJ, Han TS, Deurenberg P. Predicting body composition by body density from simple anthropometric measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 4-14
- 36- Lean MEJ, Han TS, Seidell JC. Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *Lancet* 1998; 351: 853-856.
- 37- National Institutes of Health, National Heart, Lung and Blood Institute. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults- the evidence report. Bethesda, MD: NIH, 1998 (June).

- 38- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Obesity in Scotland. Integrating Prevention with Weight Management Edinburgh: Scottish Intercollegiate Guidelines Network, 1996.
- 39- Waaler HT. Height, weight and mortality. The Norwegian experience. *Acta Med Scand Supplement* 1984;679: 1-56
- 40- World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. Geneva: World Health Organization Technical Report Series, 1995.
- 41- De Bruin NC, Westerterp KR, Degenhart HK, Visser HK. Measurement of fat-free mass in infants. *Pediatr Res* 1995;38: 411~17
- 42- Rigo J, Nyamugabo K, Picaud JC, Gerard P, Pieltain C, Curtis MD. Reference values of body composition obtained by dual X-ray absorptiometry in preterm and term neonates. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 1998;27: 184-190
- 43- Lohman TG. Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. *Exerc Sport Sci Rev* 1986; 14: 325-357.
- 44- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, weight velocity: British children, 1965, Part I. *Arch Dis Child* 1966;41: 54-171
- 45- Tanner JM, Whitehouse RH, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity, weight velocity: British children, 1965, Part II. *Arch Dis Child* 1966;41: 613-643
- 46- Tanner JM, Whitehouse RH. Revised standards for triceps and subscapular skinfolds in British children. *Arch Dis Child* 1975; 50: 142-145
- 47- Reilly JJ, Wilson J, Durnin JV. Determination of body composition from skinfold thickness: a validation study. *Arch Dis Child* 1995; 73: 305-310
- 48- Cole TJ, Freeman JV, Preece MA. Body mass index reference curves for the UK, 1990. *Arch Dis Child* 1995; 73: 25-29
- 49- Han TS; Lean MEJ. Body composition in patients with non-insulin-dependent diabetes and central fat distribution. *Diabet Med* 1994; II(suppl 1): S39.
- 50- Han TS; Lean MEJ. Lower leg length as an index of stature in adults. *Int J Obes* 1996; 20: 21-27.
- 51- Reilly JJ; Murray LA; Durnin JVGA. Measuring the body composition of elderly subjects: a comparison of methods. *Br J Nutr* 1994; 72: 33-34.

- 52- Han TS, McNeill G, Seidell JC, Lean MEJ. Predicting intraabdominal fatness from anthropometric measures: the influence of stature. *Int J Obes* 1997; 21: 587-593.
- 53- Khosia T, Lowe CR. Indices of obesity derived from body weight and height. *BrJ Prev Med* 1967; 1: 122-128.
- 54- World Health Organization. Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic. Geneva: World Health Organization, WHO/NUT/NCD/98.1, 1998.
- 55- Vague J. The degree of masculine differentiation of obesity-factors determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout and uric calculus. *Am J Clin Nutr* 1956; 4: 20-34.
- 56- Kissebah AH, Videligum N, Murray R, Evancs DJ, Hartz J, Kalkhoff RK, Adams PW. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 1982; 54: 254-260.
- 57- Lapidus L, Bengtsson C, Larsson B, Pennert K, Rybo E, Sjostrom L. Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death. 12 year follow-up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *BMJ* 1984; 289: 1261-1263.
- 58- Larsson B, Svardsudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tiblin G. Abdominal adipose tissue distribution, obesity, and risk of cardiovascular disease and death: 13 year followup of participants in the study of men born in 1913. *BMJ* 1984; 228: 1401-1404.
- 59- Ohlsson LO, Larsson DC, Svardsudd K, Wellin L, Erikson H, Wilhelmsen L et al. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus-13,5 years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. *Diabetes* 1985; 34: 1055-1058.
- 60- Bjorntorp P. Metabolic implications of body fat distribution. *Diabetes Care* 1991; 12: 1132-1143.
- 61- Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK. Obesity: new insight into the anthropometric classification of fat distribution shown by computed tomography. *BMJ* 1985; 250: 1692-1694.
- 62- Seidell JC, Han TS, Feskens EJM, Lean MEJ. Narrow hips and broad waist circumferences independently contribute to increased risk of NIDDM. *J Intern Med* 1997; 242: 401,06.

- 63- Seidell JC, Bakx E, de Boer E, Deurenburg P, Hautvast JGAJ. Fat distribution of overweight persons in relation to morbidity and subjective health. *Int J Obes* 1985; 9: 363-374.
- 64- Valdez R. A simple model-based index of abdominal adiposity. *J CHn Epidemiol* 1991; 44: 955-956.
- 65- Valdez R, Seidel JC, Ahn YI, Weiss KM. A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk faktor for cardiovascular disease. A cross-population study. *Int J Obes* 1993; 17: 77-82.
- 66- Kahn Hs, Williamson DF, Sagittal abdominal diameter. *Int J Obes* 1993; 17: 187-196.
- 67- Van der Kooy K, Leenen R, Seidel JC, Deurenberg P, Visser M. Abdominal diameters as indicators of visceral fat: comparison between magnetic resonance imaging and anthropometry. *Br J Nutr* 1993;70: 47-58
- 68- Lean MEJ, Han TS, Morrison CE, Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. *BMJ* 1995; 311:158-161
- 69- Han TS, Seidell JC, Currall JEP, Morrison CE, Deurenberg P, Lean MEJ. The influences of height and age on waist circumference as an index of adiposity in adults. *Int J Obes* 1997.71-111-89
- 70- Solati M, Ghambarian A, Rahmani M, Sarbazi N, Allahverdian S, Azizi F. Cardiovascular risc factors in males with hypertriglycemic waist.*Int. J Obes Relat Metab Disord.* 2004 Feb 10
- 71- Van Itallie TB, Yang MU, Boileau RA, et al. Applications of body composition technology in clinical medicine: Some issues and problems. In: Krai JG, Van TB (eds) *Recent Developments in Body Composition Analysis: Methods and Applications.* London: Smith-Gordon 1993 ; 87-97
- 72- Han TS, Seidell JC, Curral JEP, Morrison CE, Durenberg P, Lean MEJ. The influences of height and age on waist circumference as an indeks of adiposity in adults. *Int J Obes* 1997. 71-111-89
- 73- Pauliot M-C, Despres J-P, Lemieux S, Moorjani S, Bouchard C, Tremblas A, et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best antropometric indexes of abdominal visceral tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 1994; 73: 460-8
- 74- Higgins M, Kannel W, Garrison R, Pinsky J, Stokes J III. Hazards of obesity the Framingham experience. *Acta Medic Scandinavica (suppl).* 1988; 723: 23-36

- 75- Edwards KL, Austin MA, Newman B, Mayer A, Krauss RM, Selby JV. Multivariate analysis of insulin resistance syndrome in women. *Arterioscler Throm* 1994;14:1940-5
- 76- Chan JM, Stamper MJ, Rimm EB, Walter CW, Coditz GA. Obesity fat distribution and weight gain as risk factors for clinical diabetes in man. *Diabetes Care* 1994; 9: 961-9
- 77- Den Tonkelaar I, Seidell JC, Collette HJA. Body fat distribution in relation to breast cancer in women participating in the DOM-Project. *Breast Cancer Research and Treatment* 1995;34:55-61
- 78- Giovannucci E, Ascherio A, Rimm EB, Coditz GA, Stampfer MJ, Willett WC. Physical activity, obesity and risk for Colon cancer and adenoma in men. *Ann intern Med.* 1995; 122: 327-34
- 79- Sjöström CD, Hakangard AC, Lissner L, Sjöström C. (1995). Body Compartment and Subcutaneous adipose tissue distribution-risk factors Patterns in obese subjects. *Obes Res* 3,9-22
- 80- Ben-Noun L, Laor A. Relationship of neck circumference to Cardiovascular risk factors. *Obes Res* 2003 feb;11(2):226-31.
- 81- Zhu SK, Wang ZM, Heska S, et al. Waist circumference and obesity-associated risk factors among whites in the Third National Health and Nutrition Survey. *Am J Clin Nutr* 2002;76:743-749
- 82- Siani AS, Cappuccio FP, Barba G, et al. The relationship of waist circumference to blood pressure; The Olivetti Heart Study. *Am J Hypertens* 2002;15:780-786
- 83- World Health Organisation. Obesity preventing and managing. the global epidemic. Report of a WHO Consultation on obesity. Geneva: WHO, 1998
- 84- Hartz AJ, Rupley DC Jr, Kalkhoff RD, Rimm AA. Relationship of obesity to diabetes: influence of obesity level and body fat distribution. *Prev Med.* 1983;12:351-7
- 85- Kannel WB, Capples LA, Ramaswami R, Stokes J III, Kregel BE, Higgins M. Regional obesity and risk of Cardiovascular disease: the Framingham Study *J Clin Epidemiol* 1991;44:183-90