**VÜCUT KOMPOZİSYONU**

 İnsanoğlu, uzun zamandır insan vücudunun kompozisyonu ile büyülenmiştir. Yüzyıllar önce Yunanlılar, insan vücudunun yapısına dair bir fikir edinmek için insan kadavralarını parçalamış ve büyük kas yapılarının orta çağ' dan gelen çizimleri, pek çok ünlü sanat galerisinin duvarlarını süslüyordu. Sadece sanatsal nitelikleri için değil, aynı zamanda o dönemin diseksiyonistlerinin eserleriyle ortaya koydukları şeyler için de değerlidirler. Yirminci yüzyılda analitik kimyasal yöntemlerin geliştirilmesiyle ilerleme kaydedilen vücut kompozisyon çalışmaları, vücut dokuları, fetuslar ve yeni doğanların kadavraları üzerinde uygulanmıştır. Mitchell, Widdowson ve Forbes gibi bilim adamları, 1940'lar ve 1950'lerde yetişkin kadavralarında kimyasal analizlerin en önemli çalışmasını gerçekleştirmişler. Bugün, nötron aktivasyon analizi insan vücudunun kimyasal bileşiminin in vivo incelenmesine olanak tanımaktadır. Vücudun kimyasal analizleri, büyüme ve gelişme sırasında meydana gelen değişikliklerin anlaşılmasına katkıda bulunmuştur. Ayrıca, vücut kompozisyonunu in vivo değerlendirmek için günümüzde yaygın olarak kullanılan bir dizi metodun temelini oluşturmuştur.

 Günümüzde birçok hastalık ve bozukluğun anormal vücut kompozisyonu veya vücut kompozisyonundaki değişikliklerle ilişkili olduğu bilinmektedir. Bu rahatsızlıkların en yaygın olanı vücut yağ miktarının aşırı yüksek olduğu, lipit ve karbonhidrat metabolizmasının bozulduğu, yüksek tansiyon ve yetişkinlerde ortaya çıkan diyabet anormalliklerine yol açan obezitedir. Beslenme spektrumunun diğer ucunda, vücuttaki yağ ve protein depoları miktarında bir azalmaya neden olan enerji ve protein malnütrisyonudur.

 Yağsız kütle (FFM) kavramı, kimyasal vücut kompozisyonunda ağırlıklı olarak vücut yağ depolarındaki yüksek değişikenliğe bağlı olarak, dokuzuncu yüzyılın sonlarında tanıtıldı. Vücut kompozisyonu verileri FFM'nin bir oranı olarak ifade edilirse, veriler bireyler arasında daha tutarlı hale gelir. Örneğin, FFM'deki su fraksiyonu (0,73 ± 0,02), bireyler arasında çok tutarlı iken, vücut ağırlığı kilogramı başına ifade edildiğinde, denek arasındaki değişkenlik iki ila üç kat daha fazladır. Vücut bileşenlerindeki bu yüksek değişkenlik, belirli bir vücut kompozisyonuna sahip hayali bir kişi olan bir "referans adamı" tanımlamasına yol açtı. İnsan vücudunun bileşimi, atomik, moleküler, hücresel, doku ve tüm vücut seviyesinde incelenebilir. Bu beş seviye birbiriyle ilişkilidir. Örneğin, tüm vücut seviyesinde bilgi sağlamak için atom seviyesindeki bilgiler belirli varsayımlara tabi olarak kullanılabilir.

 **ATOMİK SEVİYE:** İnsan vücudunda birçok kimyasal element (atom) bulunur, ancak altı element oksijen, karbon, hidrojen, azot, kalsiyum ve fosfor en fazla miktarda bulunanlardır ve birlikte vücut ağırlığının %98'inden fazlasını oluştururlar. Nitekim, 11 en yaygın element atomik vücut kompozisyonunun %99,5'ini oluşturmaktadır. Bu bilgi başlangıçta karkasların kimyasal analizine dayanıyordu, ancak bugün bilgi in vivo nötron aktivasyon analizi (IVNAA) ile elde edilebilir. Klasik kimyasal kadavra analizi, ağırlıklı olarak 1940'lı yıllarda gerçekleştirilmiştir, vücut kompozisyonunu değerlendirmek için kullanılan birçok in vivo teknik için halen temel oluşturmaktadır.

 **MOLEKÜLER SEVİYE:** İnsan vücudundaki kimyasal elementler moleküllere bağlıdır ve genel anlamda ana bölmeler su, lipidler, proteinler, mineraller ve karbonhidratlardır. Vücuttaki toplam su miktarı yüksektir ve vücut yağ içeriğine bağlı olarak toplam vücut ağırlığının %60-70'ine kadar çıkabilir. Normal kilolu sağlıklı bir yetişkinde, vücut yağ miktarı, erkeklerde %10-25 arasında ve kadınlarda %15 ila %35 arasında değişir. Şiddetli obezitede vücut yağları vücut ağırlığının %60-70'i kadar yüksek olabilir. Vücut proteini %10 ila %15 arasında değişir. Erkeklerde genelde daha fazla kas olduğu için kadınlarda olduğundan daha yüksektir. Vücutta protein depolaması yoktur. Vücuttaki minerallerin miktarı yine vücut yağına bağlı olarak %3 ila %5 arasında değişir. Kalsiyum ve fosfor iki ana madendir. Çoğunlukla kemikler bulunur. Karbonhidratlar vücutta glikoz ve kısa süreli bir enerji deposu olarak görev yapan kas ve karaciğer hücrelerinde bulunan bir polisakkarit olan glikojen olarak bulunur. Vücuttaki karbonhidrat miktarı nadiren 500 g'ı aşar.

 **HÜCRESEL SEVİYE:** Hücresel düzeyde vücut kompozisyonu vücut hücre kütlesi, hücre dışı sıvılar ve hücre dışı katılar şeklinde tanımlanabilir. Vücut hücresi kütlesi, su, proteinler ve mineraller gibi tüm içeriği içerir.

 **DOKU SEVİYESİ:** Dokular eşit fonksiyonlara sahip hücreler, kas, epitel ve sinirlerden oluşurlar. Doku seviyesinde oldukça basit bir vücut kompozisyon modeli vardır: Vücut ağırlığı = yağ dokusu + iskelet kası + kemik + organlar + geri kalan kısım

 Bu bileşenlerin birçoğu, örneğin yağ dokusu için bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile ölçülebilir; İskelet kası için 24 saatlik idrarda kreatinin atılımı veya N-metil-histidin atılımı; Kemikler için çift enerjili X-ışını absorpsiometrisi (DXA); ve organlar için MR veya ultrason kullanılabilir.

 **TÜM VÜCUT SEVİYESİ:** Tüm vücut seviyesindeki vücut kompozisyonu ölçümleri, vücut kompozisyonu hakkında fikir vermek için basit vücut parametrelerini kullanır.Vücut parametreleri (örn. Deri katlama kalınlığı) ile vücut kompozisyonu (örn. Yoğunluk bazında vücut yağı) arasındaki önceki çalışmalarda saptanan istatistiksel ilişkilere dayanan formüllerde vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi de mümkündür.Bir başka örnek vücut suyunun kilo, boy, yaş ve cinsiyete dayalı olarak değerlendirilmesidir.

 Yağ dokusu, küçük yağ damlacıkları şeklinde trigliserit depolayan adiposit hücrelerinden oluşur. Yağ dokusu yaklaşık %80 trigliserid ve yaklaşık %1-2 protein (enzimler) içerir, geri kalan kısmı su ve elektrolitlerdir. Kilo kaybı esnasında yağ dokusu azalır: gerçek yağ kaybı gerçek kilo kaybının yaklaşık %80'i kadar olur.

 Vücuttaki kalsiyum miktarını, örneğin IVNAA (atomik seviyesi) ile belirledikten sonra, kemik miktarı, iskelet dokusunda belli bir miktarda toplam vücut kalsiyumunun bulunduğu varsayılarak hesaplanabilir. Toplam vücut potasyumunun belirlenmesi (40K veya IVNAA ile), büyük kısmı hücre içi olduğu bilinen vücuttaki potasyum, vücut hücre kütlesinin değerlendirmesini sağlar. Deri kıvrım kalınlığı ölçümleri (toplam vücut seviyesi) vücut yağının değerlendirilmesini sağlar. Bu hesaplamalar için kullanılan formüller bileşen tabanlı, varlık bazlı veya bazen bunların kombinasyonlardır. Bileşen bazlı formüller, bileşenler arasındaki sabit ilişkilere dayalıdır. Örnek, ölçülen hidrojenden toplam vücut suyunun hesaplanması: suyun kimyasal formülü faktörü belirler. Varlık bazlı formüller, değişkenler arasında kurulan istatistiksel ilişkilere dayanmaktadır. Bir örnek, deri kıvrımı kalınlığından (varlık) vücut yağ yüzdesinin (vücut kompozisyonu parametresi) öngörülmesidir. Varlık bazlı formüller nüfusa özgü olma eğilimindedir ve bu durum yaygın kullanılmasını sınırlamaktadır.



 Vücut kompozisyonu verileri, beslenme durumunu, büyüme ve gelişmeyi, su homeostazını ve spesifik hastalık durumlarını değerlendirmek için kullanılır.

• İnsan vücudunun bileşimi, atomik, moleküler, hücresel, doku ve tüm vücut seviyelerinde incelenir. Seviyeler birbiriyle ilişkilidir.

• İnsanın " normal vücut ağırlığının", yaklaşık %98'ini, Oksijen, karbon, hidrojen, azot ve kalsiyum oluşturmaktadır; bunun %60-70 su, %10-35 yağ (cinsiyete bağlı olarak), %10-15 protein ve %3-5 mineraldir.

• Bireyler arasındaki vücut kompozisyonu değişimi, ağırlıklı olarak yağ kütlesi değişiklikleri nedeniyle büyüktür. Yağsız kütlenin varyasyonları daha küçüktür.

• Vücut kompozisyonunu ölçmek için çeşitli doğrudan, dolaylı ve iki kat dolaylı teknikler mevcuttur, bunların her biri kendi belirgin avantaj ve dezavantajlarına sahiptir.

• Yöntemin seçimi, aletlerin bulunabilmesi, invasif olup olmaması, radyasyon tehdidinin mevcudiyeti, fiyatı, doğruluğu ve uygulamanın hedeflerinden etkilenir.

• Vücut kompozisyonu ölçüm verilerinin yorumlanması ve uygulanması özenle yapılmalıdır ve kullanılan yöntemin, yaşın, cinsiyetin ve etnik grubun sınırlamaları dikkate alınmalıdır.

**VÜCUT KOMPOZİSYONU NEDİR?**

Vücudun yağlı kütle miktarının, yağsız kütle miktarına göreceli oranıdır. (kemik, su, kas, bağ ve organ dokuları, dişler)

**Vücut kompozisyonu neden önemlidir?**

* Sağlık ve Hastalık
* Performans
* Görünüm
* Uzun yaşam

 İnsanoğlu, uzun zamandır insan vücudunun kompozisyonu ile büyülenmiştir. Yüzyıllar önce insanlar, vücudun yapısına dair bir fikir edinmek için insan kadavralarını parçalamış ve büyük kas yapılarının orta çağ' dan gelen çizimleri, pek çok ünlü sanat galerisinin duvarlarını süslemiştir. Yirminci yüzyılda analitik kimyasal yöntemlerin geliştirilmesiyle ilerleme kaydedilen vücut kompozisyon çalışmaları, vücut dokuları, fetuslar ve yeni doğanların kadavraları üzerinde uygulanmıştır. Mitchell, Widdowson ve Forbes gibi bilim adamları, 1940'lar ve 1950'lerde yetişkin kadavralarında kimyasal analizlerin en önemli çalışmasını gerçekleştirmişlerdir.

 Bugün ise, nötron aktivasyon analizi insan vücudunun kimyasal bileşiminin in vivo incelenmesine olanak tanımaktadır. Günümüzde birçok hastalık ve bozukluğun anormal vücut kompozisyonu veya vücut kompozisyonundaki değişikliklerle ilişkili olduğu bilinmektedir.

Bu rahatsızlıkların en yaygın olanı vücut yağ miktarının aşırı yüksek olduğu, lipit ve karbonhidrat metabolizmasının bozulduğu, yüksek tansiyon ve yetişkinlerde ortaya çıkan diyabet anormalliklerine yol açan obezitedir.  Beslenme spektrumunun diğer ucunda, vücuttaki yağ ve protein depoları miktarında bir azalmaya neden olan enerji ve protein malnütrisyonudur.

Yağsız kütle (FFM) kavramı, vücut kompozisyonunda **vücut yağ depolarındaki yüksek değişikenliğe** bağlı olarak, ondokuzuncu yüzyılın sonlarında tanıtılmıştır.

Örneğin, FFM'deki su fraksiyonu (0,73 ± 0,02), bireyler arasında çok tutarlı iken, vücut ağırlığı kilogramı başına ifade edildiğinde, denekler arasındaki değişkenlik iki ila üç kat daha fazladır

Vücut bileşenlerindeki bu yüksek değişkenlik, belirli bir vücut kompozisyonuna sahip hayali bir kişi olan bir **"referans adam"** tanımlamasına yol açmıştır.

 **ESANSİYEL YAĞ NEDİR?**

 Büyük organlarda, kaslarda ve merkezi sinir sisteminde depolanan yağdan oluşur.

* Doğum ve hormonal fonksiyonlar için önemlidir
* Normal fizyolojik işleyiş için gereklidir: Esansiyel yağ belli bir miktarın altına düşerse genel sağlığı bozabilir. Diyette aşırılıklar (ve egzersiz) esansiyel yağ depolarını azaltabilir.

İnsan vücudunun bileşimi, atomik, moleküler, hücresel, doku ve tüm vücut seviyesinde incelenebilir. Bu beş seviye birbiriyle ilişkilidir. Örneğin, tüm vücut seviyesinde bilgi sağlamak için atom seviyesindeki bilgiler belirli varsayımlara tabi tutularak kullanılabilir.

**Direk Yöntemler**

1. Karkas analizi
2. In vivo nötron aktivasyon analizi

**İndirek Yöntemler**

1. Dansitometre
2. Dilüsyon teknikleri
3. Total vücut potasyumu
4. Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)
5. Multi kompartman metodu
6. Görüntüleme teknikleri

 **Karkas Analizi**

 Karkasların (kimyasal) analizi zaman alan bir yöntemdir ve çok hassas yaklaşımlar gerektirir. Karkas, farklı dokulara dikkatlice parçalanır, tam olarak tartılır ve daha sonra kimyasal analizler yapılır. On dokuzuncu yüzyılın başlarında sonuçlar, yağsız vücut kitlesi ifade edildiğinde, kimyasal vücut kompozisyonundaki değişimin azaldığı anlaşıldı. Bu kimyasal analizler beş erkek ve bir kadında yapılmıştır. Yağsız Vücut Kitlesine dayanarak vücutta su %72.6, protein % 20.5, mineraller % 6.9 olarak bulunmuştur. Bu rakamlardaki değişkenlik, protein ve mineraller için yaklaşık %13, su için %4'tür.Sadece birkaç insan kadavrasının kimyasal bileşimi hakkında elde edilen veriler, dolaylı yöntemlerde kullanılan varsayımların temelini oluşturmaktadır

 **In vivo Nötron Aktivasyon Analizi (IVNAA)**

 IVNAA nispeten yeni bir vücut kompozisyon tekniğidir ve vücuttaki belirli kimyasal elementlerin belirlenmesine izin verir.Vücut, bilinen enerji seviyesinde hızlı nötronlarla bombardımana tutulur.Nötronlar, vücuttaki kimyasal elementler tarafından yakalanır ve bu element için daha yüksek enerjili bir geçiş durumu meydana getirir, en sonunda enerji gama ışınları olarak yayılır. Örneğin nötronların azot ile yakalanması, fazla enerjiyi gama ışınları olarak yayacak olan 15N izotopunun oluşumu ile sonuçlanır.

14N + 1n

 15N \* + gama ışınları

14N, azotun atomik kütlesi 14 tür, 15N azotun atomik kütlesi 15 tir ve 1n bir nötrondur.

IVNAA ile vücuttaki kalsiyum, fosfor, azot, oksijen, potasyum ve klor dahil birçok element belirlenebilir. Atom seviyesinde elde edilen bilgiler daha yararlı bilgilere dönüştürülebilir. Örneğin, toplam vücut azotundan toplam vücut proteini hesaplanabilir, vücut proteininin % 16 azottan oluştuğunu varsayarsak protein toplam azotun 6.25 katı olarak hesaplanabilir. Metodun avantajı, kimyasal vücut kompozisyonunun in vivo olarak belirlenebilmesi ve diğer dolaylı tekniklerle karşılaştırılabilmesidir. IVNAA'nın dezavantajı fiyat yüksekliğidir. Belirlenecek elementlerin sayısına ve türüne bağlı olarak kullanılan radyasyon dozu ile ışınlanır. Azot (0.26 mSv) için nispeten düşük olmakla birlikte, kalsiyum için (2.5 mSv) yüksektir.

1. Dansitometre
2. Dilüsyon teknikleri
3. Total vücut potasyumu
4. Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)
5. Multi kompartman metodu
6. Görüntüleme teknikleri

 **Dansitometrik Yöntem**

 Vücudun yağın bulunduğu bir yağ kütlesi ve (yağsız) kemik, kas, su ve organlardan oluşan FFM'den oluşan iki bileşenden oluştuğunu varsayar. Kimyasal olarak FFM, su, mineraller, protein ve az miktarda karbonhidrattan oluşur; sonuncusu genellikle ihmal edilir. Yağ kütlesinin yoğunluğu 0.900 kg / l'dir ve karkas analiz verilerinden FFM yoğunluğu, FFM'deki mineral, protein ve su miktarına bağlı olarak 1.100 kg / l olarak hesaplanabilir. Toplam vücudun yoğunluğu yağ kütlesinin FFM'ye oranına bağlıdır. Vücudun yoğunluğu belirlendikten sonra, vücuttaki yağ yüzdesi (BF%), Siri'nin formülü (2.4) ile hesaplanabilir: BF% = (495 / vücut yoğunluğu)- 450

 **Dilüsyon Teknikleri**

 Karkas analizleri FFM'deki su miktarının yaklaşık %73 oranında nispeten sabit olduğunu ortaya koymuştur. Toplam vücut suyu (TBW) seyreltme teknikleriyle belirlenebilir. Seyreltme teknikleri genel olarak aşağıdaki denkleme dayanmaktadır:

C1 X V1 = C2 X V2 = Sabit

burada C (döteryum oksit, trityum veya 18O su) konsantrasyon ve V ise hacmidir.

 **Total Vücut Potasyumu**

 Kimyasal karkas analizi, yağsız vücuttaki potasyum miktarının nispeten sabit olduğunu, ancak farklı dokulardaki potasyum miktarı büyük ölçüde değiştiğini ortaya koymuştur. 40K'nın radyoaktif olan (gama emisyonu) ve sabit miktarlarda üç potasyum izotopunun (39K, 40K ve 41K) doğal olarak oluşması nedeniyle, toplam vücut potasyumunun (TBK) belirlenmesi nispeten kolaydır.  Vücuttaki gama ışınlarının emisyonunu saymak, TBK'nın ve dolayısıyla FFM'nin hesaplanabileceği radyoaktif potasyum miktarını ortaya çıkarır.

 **Dual-Energy X-ray Absorptiometry DEXA**

 DXA (DEXA olarak da bilinir) sırasında, vücudun veya gövdenin bir bölümü iki ayrı enerji seviyesindeki X-ışınları ile taranır. İki farklı radyasyon seviyesi fotoseller tarafından tespit edilir. Cihazın yazılımı, çalışılan vücudun veya gövde bölümünün iki boyutlu bir resmini oluşturur. Yazılım, çeşitli vücut bileşenlerini hesaplayabilir: kemik mineral içeriği ve kemik mineral yoğunluğu, yağsız kütle ve yağ dokusu yağ kütlesi. Yöntemin gerçekleştirilmesi hızlı ve kolaydır. Radyasyon dozu (0.02 mSv) normal bir göğüs radyografisinin radyasyon dozunun sadece bir kısmıdır ve normal zeminden neredeyse daha yüksektir. Tekrarlanan taramanın yanı sıra, radyasyon dozu, gönüllülerin tehlikeli radyasyon seviyelerine maruz kalması açısından sınırlayıcı bir faktör değildir. Metodun bir dezavantajı, X ışınlarının zayıflatılmasının dokunun kalınlığına bağlı olmasıdır. Bu nedenle vücut ölçüsünde düzeltme yapılmalıdır.

 **Görüntüleme Teknikleri**

 CT taraması, vücudun kesit dilimlerindeki dokuların görselleştirilmesini sağlar. Bu dilimlerin kalınlığı değişebilir, ancak normalde yaklaşık 1 cm'dir. CT taramasında vücudun veya vücut bölümünün etrafında dikey olarak dönen bir X-ışını kaynağının karşısındaki fotodetektörler, vücudun çeşitli yönlerinde geçtikten sonra X-ışınlarının zayıflamasını kaydederler. Fotodetektörlerin aldığı bilgiler, görüntü üretmek için kullanılır.

Yazılım, farklı zayıflatmayla dokuların miktarlarının hesaplanmasını sağlar, örneğin yağ olmayan dokuya karşı yağ dokusu. BT tekniği 1980'li yıllarda vücut kompozisyonu değerlendirmeleri için tanıtılmış ve şu anda ağırlıklı olarak vücut yağ dağılımı ölçümleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alandaki araştırmalar BT tekniğinin 3-3.5 kg'lık yağ kütlesi için bir hata hatası ile toplam vücut kompozisyonunun belirlenmesine izin verdiğini göstermiştir. BT taraması pahalıdır ve nispeten yüksek radyasyon seviyesi nedeniyle bu yöntem, klinik gerekçelerle taramanın yapıldığı kişilerle sınırlıdır. BT taramasına alternatif bir yöntem, İyonize radyasyonun olmaması avantajına sahip olan MRI' dır. MRI sırasında, vücut güçlü bir manyetik alana yerleştirildiğinde çıkan sinyaller toplanır ve BT taramasında olduğu gibi veriler, belirli bir bölgede vücudun görsel kesitli dilimi oluşturmak için kullanılır. Yağlı dokuya karşı nonadipoz doku tayini, daha fazla proton içeren veya rezonans frekansı bakımından farklı olan yağ dokusunun daha kısa gevşeme süresine dayanır. MR incelemesi, cismin iyonize radyasyona maruz kalmadığı için avantajlıdır. Bununla birlikte, bir MR görüntüsü oluşturmak için gerekli süre, görüntünün kalitesine etkileri olan nispeten uzundur (BT'ye göre dakika sayısına karşı dakika). Kişinin herhangi bir hareketi, hatta karın bölgesinde görüntüler alınırken bağırsak yollarının hareketi, imajın kalitesini düşürecektir. BT taramasında olduğu gibi, görüntüler toplam vücut kompozisyonu hakkında bilgi edinmek için birleştirilebilir

Hem BT taraması hem de MRI pahalıdır ve bu nedenle bunların kullanımı, birkaç laboratuarda ve çok spesifik durumlarda sınırlı kalacaktır.

**İki Kat Dolaylı Yöntemler**

* Antropometri
1. Ağırlık / Boy indeksleri
2. Deri kıvrımı kalınlık ölçümleri
3. Kızılötesi etkileşim
4. Biyoelektrik impedans
5. Ultrason ölçümleri
6. Toplam vücut elektrik iletkenliği
7. Kreatinin atılımı ve N-metil-histidin atılımı

 **Ağırlık / Boy İndeksleri**

 Ağırlık / boy indeksi, vücut ağırlığını uzunluk açısından düzeltmeyi amaçlar. Vücut yağının bir ölçüsü olarak vücut kompozisyonu ölçümünde, ağırlık / boy indeksi vücut yağı ile yüksek korelasyona, aynı zamanda boy ile düşük korelasyona sahip olmalıdır, aksi takdirde kısa insanlarda vücut yağı sistematik olarak fazla tahmin edilecektir. Literatürde birtakım ağırlık / boy indeksleri önerilmiştir.

Örnekler,

Quetelet indeksi veya vücut kitle indeksi (BMI = ağırlık / boy2)

Broca indeksi [ağırlık / (boy-100)] ve

Benn endeksi (ağırlık / boy x p), p katsayısı nüfusa özgüdür.

Quetelet endeksi veya VKİ bugün en çok kullanılan endekstir.

Vücut yağıyla olan korelasyonu yüksek (yaş grubuna r = 0.6-0.8'e bağlı olarak) ve boy ile korelasyon genellikle düşüktür.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO), BKİ'yi kilo kontrolü için kaba bir gösterge olarak kabul etmektedir

**Beden kitle indeksine göre erişkinlerde ağırlık sınıflaması**

**Sınıflandırma Kitle indeksi (kg / m2)**

Normalden hafif <18.5

Normal aralık 18.5–24.9

Fazla Kilolu >25.0

 Preobez 25.0–29.9

 sınıf I Obez 30.0–34.9

sınıf II Obez 35.0–39.9

sınıf III Vücut >40

 Tablo daki BMI için kesme değerleri çocuklar için kullanılamaz. Küçük çocuklarda, boy ile karşılaştırıldığında vücut ağırlığı nispeten düşüktür ve BKİ içinde böyledir. Büyüme sırasında kilo artışı boy artışından daha büyüktür ve dolayısıyla BMI, yaşın pubertal evresi boyunca artar.

Çocuklar için obezite için yaşa bağlı BMI kestirim değerleri vardır. BMI vücut yağ yüzdesi için öngörücü olarak da kullanılabilir. BKİ ve vücut yağı miktarı arasında (ya yağ kütlesi ya da vücut yağ yüzdesi olarak) iyi bir ilişki bulunduğunu gösteren çeşitli çalışmalar yayınlanmıştır. BMI ve vücut yağ yüzdesi arasındaki ilişki yaş ve cinsiyete bağlıdır ve bazı etnik gruplar arasında farklılık göstermektedir. Bu yaş ve cinsiyete özgü tahmin eşitlikleri kullanıldığında, vücut yağ yüzdesi %3-5 arasında bir hata ile tahmin edilebilir. Bu hata, deri kıvrımı kalınlığı veya toplam vücut biyoelektrik impedans ölçümleri gibi diğer iki kat daha dolaylı yöntemlerin tahmin hatasına benzer. Bu tahmin formüllerinin dezavantajı belli ki belli konularda veya gebe kadınlar veya vücut geliştiricileri gibi gruplarda kullanılamaz olmasıdır. Vücut yağı hem içte hem de deri altında bulunur. Subkütan yağ ile toplam vücut yağı arasında sabit bir ilişki olduğunu varsayarsak, subkutanöz yağ doku miktarını ölçerek toplam vücut yağı tahmin edilebilir. Subkutanöz doku miktarı, deri altı kaliperi, kızıl ötesi etkileşim veya ultrason ölçümleri kullanılarak vücudun farklı yerlerinde derialtı yağ tabakasının kalınlığının ölçülmesi ile tahmin edilebilir. Belirli bir yaş grubunda, derialtı yağ ile toplam yağ arasındaki ilişki nispeten sabittir. Bununla birlikte, erkek ve kadınlar arasında ilişki farklıdır, kadınlar nispeten daha fazla iç yağa sahiptir. Yaş ve cinsiyete özgü tahmin eşitliklerini kullanarak, vücudun farklı yerlerinde deri katlarını ölçerek vücut yağının toplam miktarını değerlendirmek mümkündür.

 **Deri Kıvrımı Kalınlık Ölçümleri**

 **Deri kıvrımı ölçümleri (Skinfold ölçümleri):** Derinin kıvrımları bir kaliper ile ölçülür. Ölçümler, deri kıvrımlarının kalınlığı, daha hassas deneylerden yapılan vücut yağ yüzde hesaplamalarıyla ilişkilendiren denklemlerle bulunur. Toplam vücut yağının değerlendirilmesi için en sık ölçülen deri kıvrımları, üst kol biceps (Şekil 2.5) ve triseps, skapula (subskapular) ve iliak krestin (suprailiac) üstündeki deri katlamalarıdır.

Daha fazla deri katlamanın toplamı, ölçüm hatasını azaltmak ve aynı yaş ve cinsiyet grubundaki kişiler arasındaki deri altı vücut yağ dağılımındaki olası farklılıkları düzeltmek için normal olarak kullanılır. Deri kıvrım kalınlığından vücut yağına ilişkin çeşitli tahmin formülleri yayınlanmıştır. Deri kıvrımı kalınlığı ile vücut yağı arasındaki ilişkinin biyolojik yaşa bağlı olduğu çocuklar için ayrı formüller kullanılmalıdır. Deri kıvrımlarını yeterince ölçmek, eğitimli ve deneyimli bir gözlemci gerektirir, aksi takdirde vücut yağının değerlendirilmesinde aşırı büyük hatalar meydana gelebilir. Yöntemin bir dezavantajı, kişinin kısmen soyulması gerekliliğidir.

 **Çevre Ölçümleri**

 Ekstremitelerin veya gövdenin çevresi, vücut kompozisyonu hakkında bilgi edinmek için kullanılmaktadır. Orta kol çevresi, üst koldaki kas kütlesi ve yağ kütlesi hakkında bilgi elde edilebilir. Çaplar ayrıca vücut yağ dağılımı konusunda fikir sahibi olmak için kullanılabilir. Karın çapı ile karşılaştırıldığında yüksek sagital bir çap, genişleyen bir viseral yağ miktarının göstergesidir. Bununla birlikte, bu vücut yağ dağılımı antropometrik parametreler ile BT veya MR taramasında belirlenen intra-abdominal yağ arasındaki ilişkinin genellikle düşük olduğu unutulmamalıdır. MRI ile tespit edilen iç yağdaki değişiklikler, yağ dağılımındaki bu antropometrik parametrelerdeki değişimlerle zayıf şekilde ilişkilidir. Gövdenin bel, kalça ve uyluk düzeyindeki çevresi, vücut yağ dağılımı göstergesi olarak kullanılır.

DSÖ abdominal yağ dağılımı için, **bel-kalça çevre oranının** üst sınırını

**Kadınlarda 0.85**

**Erkeklerde 1.00** kabul etmektedir

**Vücut Yağ Dağılımı Değerlendirilmesi**

Bel ölçüsü

**Erkekler** için 102 cm

**Kadınlar** için 89 cm üzerinde hastalık riski artar

Bel-kalça oranı

**Kadınlarda** 0.85

**Erkeklerde** 1.00

**Genç erkekler** için 0.94

**Genç kadınlar** için 0,82 üzerinde ise hastalık riski artar

 **Kızılötesi Etkileşim**

 Kızılötesi etkileşim prensibi, farklı dokularda kızılötesi ışığın emilim ve yansımasındaki farklılıklara dayanır. Yakın kızıl ışığın emilimi (700-1100 nm) vücudun iyi tanımlanmış bölgelerinde ölçüldüğünde, deri altı yağ dokusu tabakasının kalınlığı hakkında bilgi elde edilebilir. Kullanılan tahmin formüllerinde ağırlık, boy, yaş ve cinsiyet gibi birçok parametre eklenmiştir ve vücut yağının tahmini değerinin ölçülen kızıl ötesi etkileşiminden ziyade bu parametrelere daha fazla bağımlı olduğu savunulmuştur.

 **Biyoelektrik İmpedans Analizi (BIA)**

 Biyoelektrik empedans analizinde, vücuda küçük bir alternatif akım uygulanır. Vücudun akımı yürütebilen su ve çözünmüş elektrolitler gibi farklı bileşenlerden oluştuğu varsayılmaktadır. Dolayısıyla vücut empedansı vücut suyunun bir ölçüsüdür. Vücut ağırlığı, yaş ve cinsiyet gibi diğer parametreler genellikle dikkate alınır. Diyaliz hastalarında ve asitlerde olduğu gibi, vücut su dağılımının bozulabileceği durumlarda vücut kompozisyonu değerlerinin hesaplanmasında aşırı dikkatli olmak gerekir.

 Genel olarak empedans değerlerine dayanan tahmin formülleri nüfusa özgüdür ve yaş ve cinsiyet önemli katkıda bulunur. Popülasyonlar ve bireyler arasındaki farklılıklar kısmen beden yapılarındaki farklılıklardan (örneğin nispeten uzun bacaklar) kaynaklanır. Bacaklar vücudun diğer bölümlerine göre toplam vücut empedansına en fazla katkıyı sağladığı için bu durum şaşırtıcı değildir. Diğer tüm empedans analizörleri için olduğu gibi, formüllerin popülasyona özgü ve %4-5'lik bir tahmin hatası vardır. Bunun anlamı, sistematik bir hatanın yanı sıra, aşırı durumlarda %10'luk bir hata olabilir. Bu tür hata deri altı yağ dokusu kalınlık ölçümlerindeki olası hataya benzer ve dolayısıyla empedans deri altı yağ dokusu kalınlık ölçümlerinden daha iyi değildir. Empedans analizörlerinin avantajı soyunmaya gerek olmadığı ve ölçümlerin kullanıcıya daha az bağımlı olmasıdır.

 **Ultrason ölçümleri**

 Ultrason ölçümleri vücut kompozisyonunu incelemek için de kullanılabilir. Ultrason ölçümleri ile subkutanöz yağ tabakasının kalınlığı belirlenebilir ve toplam vücut yağı hesaplanabilir. Ultrason ölçümlerinde başlıca zorluk, herhangi bir basınç olmadan ultrason başlığının dokuya dik şekilde tam olarak uygulanmasıdır. Literatürde, çeşitli çalışmalar, kaliperlerle ölçülen deri kıvrımı kalınlıkları ile ultrasonla ölçülen deri kıvrımı kalınlıkları arasında iyi bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Deri kıvrımlarının toplam vücut yağıyla korelasyonu, ultrason kullanıldığındakinden daha fazladır ve deri kıvrım kalınlığı ölçümlerinin daha iyi bir prediktif değere sahip olduğunu düşündürmektedir. Dahili abdominal vücut yağı da ultrason ile değerlendirilebilir. Çalışmalar, ultrason ölçümlerinin, iç karın yağ depolarını değerlendirmek için antropometreden daha iyi bir yöntem olduğunu göstermiştir.

 **Toplam vücut elektrik iletkenliği**

 Toplam vücut elektrik iletkenliği (TOBEC) 1970'lerde geliştirilmiştir. Metodun prensibi, bir elektromanyetik alana yerleştirilen iletken materyalin, iletken materyal miktarı ile (vücut suyunun ve çözünmüş elektrolitlerin) endüktif bir akıma neden olacağıdır. Uygulamada, kişi bir sedye üzerinde uzanır; bu sedyeyle, yüksek frekanslı bir akımın (2,5-5 MHz) geçtiği bir elektrikli tel bobininin iç alanına girer. Ölçüm çok hızlı (sadece birkaç saniye sürer), ağrısızdır ve kişi için herhangi bir risk taşımaz. Ölçümlerin tekrarlanabilirliği %2'dir ve tahmin edilen FFM'deki hata, erişkinlerde, örneğin deri kıvrımı kalınlık ölçümleri veya empedans ölçümlerine benzer şekilde yaklaşık 3 kg bulunmuştur. TOBEC yöntemi, biyoelektrik impedans ölçümlerinin harekete bağlı olarak gerçekleştirilmesi güç veya imkânsız olduğu bebeklerdeki ve küçük çocukların ölçümleri için özellikle uygundur. Yöntemin en büyük dezavantajı yüksek fiyat olmasıdır.

 **Kreatinin ve N-metil-histidin atılımı**

 Kas hücresinde, hücrenin enerji metabolizması için gerekli olan kreatin fosfat, günlük yaklaşık %2 oranında kreatinine dönüşür. Atılan 1 gram kreatinin’in 18-22 kg kas kütlesine eşdeğer olduğu varsayılmaktadır. Hücre kreatinini geri dönüştüremediği için böbrekler kreatinini atar. Metabolize edilmiş kreatin fosfatın üriner kreatininin tek kaynağı olmadığı (örn., yenilen etteki kreatinin de hemen atılır), yöntemin geçerliliği kuşku uyandırır. İdrar 24 saatlik sabit periyotlar halinde örneklendiğinde, kreatinin atılımındaki günlük değişim katsayısı neredeyse %20'dir. Kreatininin vejeteryan olmayan yemeklerle birlikte alınması, fiziksel aktivite düzeylerinde farklılıklar ve menstüreal döngü evresindeki kreatinin atılımındaki farklılığa bağlı olarak yüksek varyasyon görülür. Kontrollü bir diyet içeren bir standarttan sonra, günlük atılımdaki değişkenlik yaklaşık %5'e düşürülebilir. Kreatinin atılımıyla ilgili güvenilir bir değerlendirme yapmak için, birden fazla 24 saatlik idrar örneğinin alınması gereklidir.

 3-metilhistidin atılımı kas kütlesinin belirlenmesi için önerilmiştir. Dansitometri ile belirlenen FFM ile atılan 3-metilhistidin arasında iyi bir korelasyon vardır. Bununla birlikte, 3-metilhistidin'in kimyasal olarak belirlenmesi, kreatinin düzeyinden daha karmaşıktır. 3-metilhistidin’in benzersiz bir özelliği, kas proteinlerinin parçalanması için bir gösterge olmasıdır. Ölçümlerden birkaç gün önce etten fakir diyet uygulanması gerekmektedir.

 **ÖZET**

 Metodun fiyatı (hem enstrüman hem de gerekli personel), konu için nihai stres ve tehlike (örn. Radyasyon) ve bilginin elde edilmesi için gerekli süre metodun seçimini ve doğruluk oranını belirler. VKİ ile büyük bir nüfus grubunun vücut yağ yüzdesinin hesaplanması, biyoelektrik empedansa veya deri kıvrım kalınlıklarının zahmetli ölçümünden elde edilen pahalı bilgilere göre daha iyi olabilir. Popülasyondaki vücut yağ yüzdesinin tahmini için hangi yöntem kullanılacak olursa olsun, kullanılan formüllerin çalışma popülasyonunda doğrulanmış olması gerekir. Bir formülün, çapraz geçerliliğinin olması, formülün başka bir nüfusta geçerli olduğu anlamına gelmez.

 Vücut yağını tahmin etmek için, 4 deri altı yağ dokusu kalınlık toplamını kullanan Durnin ve Womersley (1974) denklemleri, yetişkin fakat yaklaşık 60 yaşından küçük popülasyonlarda doğru olabilir. Daha yaşlı kişilerde bu formüller ile vücut yağ miktarı daha az ölçülür. Bu nedenle, yaşlı insanlarda kullanımı ve yorumlanması, yaşla birlikte vücut kompozisyonundaki değişiklikler nedeniyle tamamen yanlış sonuçlara yol açacaktır. Aynı nedenle vücut yağ oranının bir göstergesi olan VKİ, yaş ve cinsiyete ilişkin düzeltmeler yapıldığında uygundur. Vücut yağı kadınlarda aynı VKİ ve yaştaki erkeklerden her zaman daha yüksektir.