

DERLEME / REVIEW

Obezitesi Olan Diyabetli Bireylerde Dinlenme Metabolik Hızının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Methods Used to Determine the Resting Metabolic Rate of Obese Diabetic Individuals

Gülşah KANER¹ , Buse BAKIR¹ ¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü

Geliş tarihi/Received: 06.07.2021

Kabul tarihi/Accepted: 28.11.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:**Gülşah KANER**, Doç. Dr.

İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Çiğli Ana Yerleşke, Çiğli/İZMİR

E-posta: kanergulsah@gmail.com

ORCID: 0000-0001-5882-6049

Buse BAKIR, Arş. Gör.

ORCID: 0000-0001-5884-5063

Öz

Tip 2 diabetes mellitus (DM), dünya nüfusunun önemli bir bölümünü etkileyen ve obezite ile ilişkilendirilen kronik bir hastalıktır. Tip 2 diyabetli obezitesi olan bireylerin tedavisinde birincil strateji, yaşam tarzı değişiklikleri yoluyla ağırlık kaybının sağlanmasıdır. Toplam enerji harcamasının önemli bir bileşeni olan dinlenme metabolik hızının (DMH) hesaplanmasında en güvenilir yöntem indirekt kalorimetredir. İndirekt kalorimetreye ulaşım mümkün olmadığında enerji denklemleri kullanılabilir. Çeşitli araştırmalarla geliştirilen farklı enerji denklemleri bulunmaktadır. Gougeon, Huang, Ikeda ve Martin formülleri diyabetlilere yöneliktir. Yapılan çalışmalarda, FAO/WHO/UNU, Harris-Benedict, Huang denklemlerinin ve biyoelektrik impedans analizinin indirekt kalorimetreye kıyasla DMH'ı daha yüksek tahmin ettiği gösterilmiştir. Gougeon, obezitesi olan diyabetlilere yönelik geliştirmiş olduğu denkleme, değişken olarak plazma glikozunu eklemiş ve daha doğru DMH sonucu elde ettiklerini belirtmiştir. Ayrıca, Mifflin denkleminin obezitesi olan diyabetiklerde daha doğru sonuç verdiği gösterilmiştir. Sonuç olarak, enerji denklemleri, sağlıklı bireylerde doğru sonuçlar verebilmesine karşın daha yaşlı veya hasta bireylerde yeterince doğru sonuçlar vermemektedir. Bu nedenle, enerji denklemleri bireysel olarak hassasiyetle seçilmelidir. İndirekt kalorimetreye ulaşılmadığında, doğruluk oranı yüksek denklemlerin kullanımı enerji gereksinimini belirlemede kolaylık sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Diabetes mellitus, obezite, dinlenme metabolik hızı, enerji denklemleri.**Abstract**

Diabetes mellitus (DM) is a chronic disease affecting a significant portion of the world's population and is associated with obesity. The primary strategy in the treatment of obese individuals with type 2 DM is to achieve weight loss through lifestyle changes. Indirect calorimetry is the most reliable method for calculating resting metabolic rate (RMR), an important component of total energy expenditure. When indirect calorimetry is not available, energy equations can be used. There are various equations developed in several studies. Gougeon, Huang, Ikeda and Martin's equations are aimed at diabetic patients. Studies have shown that FAO/WHO/UNU, Harris-Benedict, Huang equations, and bioelectric impedance analysis predict a higher RMR compared to indirect calorimetry. Gougeon added plasma glucose level as a variable to the equation developed for obese diabetics and stated that they obtained a more accurate RMR results. Additionally, the Mifflin equation has been shown to be more accurate in obese diabetics. In conclusion, although energy equations can give accurate results in healthy individuals, they don't provide accurate results in older individuals or patients. Therefore, energy equations should be selected individually and sensitively. When indirect calorimetry is not available, the use of equations with a high accuracy rate may provide convenience in determining the energy requirement.

Keywords: Diabetes mellitus, obesity, resting metabolic rate, energy equations.**1. Giriş**

Diabetes mellitus (DM), dünya nüfusunun önemli bir bölümünü etkileyen kronik bir hastalıktır. Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) 2019 yılında yayınladığı 9. Diyabet Atlası'nda dünyada 463 milyon yetişkinin (20-64 yaş) diyabetli olduğunu bildirmiştir. 2045 yılı tahminleri ise bu sayının 700 milyona ulaşacağı yönündedir (1). Tip 2 diyabet, genellikle yetişkinlikte ortaya çıkan en yaygın DM şeklidir ve vakaların yaklaşık %80'i obezite ile ilişkilidir. Tip 2 diyabetli obez bireyleri tedavi etmek için birincil strateji, yaşam tarzı değişiklikleri yoluyla vücut ağırlığı kaybının sağlanmasıdır (2). Bu aşamada, her bireyin

günlük enerji gereksinimini dikkate alarak vücut ağırlığını azaltmak amacıyla uygun bir sağlıklı beslenme planının teşvik edilmesi ve desteklenmesi gerekmektedir. Vücutun günlük enerji gereksinimi, dinlenme metabolik hızı (DMH) veya bazal metabolizma hızı (BMH), fiziksel aktivite (FA) ve besinlerin termik etkisinin (TEF) toplamıdır. Total enerji harcamasının çoğunu DMH oluşturur, fiziksel aktivite ise kişiden kişiye değişmektedir (3). Vücut yüzeyi, cinsiyet, yaş, gebelik, kas dokusu, büyüme, endokrin hormonlar, uyku, ateş, çevre ısısı, menstruasyon durumu, hastalık durumu, katekolaminler, bazı ilaçlar ve tedavi girişimleri enerji gereksinmesini etkileyen etmenlerdir (4).

Toplam enerji harcamasının önemli bir bileşeni olan DMH'nin hesaplanmasında en güvenilir yöntem indirekt kalorimetre ile ölçüm yapılmasıdır. İndirekt kalorimetre, solunum gazlarının değişimini analiz ederek, enerji harcanmasının hesaplanmasına olanak sağlayan invaziv olmayan bir yöntemdir. İndirekt kalorimetre ölçümü, uygun cihazların (sabit veya taşınabilir metabolik monitör) kullanımı ile genellikle istirahat koşullarında karbondioksit çıkışı (VCO₂) ve oksijen tüketimi (VO₂) ile değerlendirilmektedir. İndirekt kalorimetrenin çalışma prensipleri kusursuzca yakın oluşturulmuş olup, enerji hesaplanmasında kullanılan mevcut denklemlerden daha doğru DMH sonuçları vermiş olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (5-8). Ancak indirekt kalorimetrenin sahada kullanımı, yüksek maliyeti ve eğitimli teknik eleman ihtiyacından dolayı sınırlıdır. Dolayısıyla indirekt kalorimetre daha çok klinik alanda ve en yoğun olarak bilimsel araştırmalar esnasında kullanılmaktadır. İndirekt kalorimetreye ulaşım mümkün olmadığında DMH'nin hesaplanmasında enerji denklemleri kullanılabilir. Enerji denklemleri; genellikle vücut ağırlığı, boy, yaş ve cinsiyet gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Bu bileşenlere ek olarak bazı denklemler solunum katsayısı ve vücut sıcaklığı bileşenlerini içerirken, bazı denklemler de obezite, diyabet, yanık, ampütasyon ve travma durumlarına özel ek faktörler içermektedir (9).

Enerji denklemleri, normal sağlıklı bireylerde doğru sonuçlar verebilmesine karşın daha yaşlı veya hasta olan bireylerde yeterince doğru sonuçlar vermemektedir. Dinlenme metabolik hızı yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu, etnik köken ile beraber metabolik stres, kas tonusu, vücut ısısı ve sakinleştirici kullanımı da dâhil olmak üzere birçok faktörden etkilenmesinden dolayı DMH hesaplanmasında kullanılan denklemlerin hedef kitlenin özelliklerine uygun olacak şekilde hassasiyet ile seçilmesi gerekmektedir (10).

Enerji denklemleri arasında çeşitli araştırmalarda geliştirilen; Bernstein, Cunningham, Ganpule, Gougeon, Harris-Benedict, Huang, Ikeda, Lazzer, Lührmann, Martin, Mifflin, Müller, Nachmani, Owen, Rodrigues, Schofield, WHO/FAO/UNU gibi formüller bulunmaktadır (11-27). Lazzer, Mifflin, Müller, Nachmani, Owen ve arkadaşlarının geliştirdiği denklemler obez yetişkinlere yöneliktir (18,21-24). Gougeon, Huang, Ikeda ve Martin'in geliştirmiş olduğu formüller diyabetlilere yöneliktir. (14,16,17,20). Gougeon, obez diyabetlilere yönelik geliştirmiş olduğu denkleme, değişken olarak plazma glikozunu eklemiş ve daha doğru DMH sonucu elde ettiklerini ifade etmiştir (14). Dinlenme metabolik hızı tahmin etmede sıklıkla kullanılan enerji denklemleri Tablo 1'de, diyabetli bireyler için geliştirilmiş denklemler ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Brezilyalı obez tip 2 diyabetli kadınlarda yapılan bir kesitsel çalışmada, FAO/WHO/UNU, Harris-Benedict ve Huang denklemlerinin indirekt kalorimetreye kıyasla DMH'yi daha yüksek tahmin ettiği, Mifflin, Rodrigues ve Owen denklemlerinin ise daha düşük tahmin ettiği gösterilmiştir. Bu çalışmada, Gougeon eşitliğinin

DMH tahmininde iyi sonuç verdiği gösterilmiştir (28). Yine benzer şekilde, Filipinli obez tip 2 diyabetli bireylerde yapılan araştırmada, Harris-Benedict denkleminin ve biyoelektrik impedans analizinin indirekt kalorimetreye kıyasla DMH'yi daha yüksek tahmin ettiği belirtilmiştir (29). Kafkasya'da 4247 obez ve morbid obezin katıldığı araştırmada, Harris-Benedict, Huang, Mifflin, Lazzer 2010, Lazzer BC 2010, Muller, Muller BC, WHO/FAO/UNU denklemleri karşılaştırılmış; tip 2 diyabetli bireylerde Mifflin denkleminin en doğru sonucu verdiği tespit edilmiştir (30). Yine benzer şekilde, 35-50 yaş aralığındaki obez ve obez olmayan diyabetlilerin katıldığı araştırmada, üç enerji denklemi (Harris Benedict, Mifflin, FAO/WHO/UNU) karşılaştırılmış, Mifflin denkleminin obez diyabetiklerde daha doğru sonuç verdiği gösterilmiştir (31).

Tip 2 diyabetli obez yaşlı bireylerin katıldığı araştırmada, Cunnigham, Harris-Benedict, Gougeon, Lührman, Nachmani enerji denklemleri karşılaştırılmış, indirekt kalorimetre ile karşılaştırıldığında bütün enerji denklemlerinin DMH'yi daha az tahmin ettikleri gösterilmiştir. Erkeklerde Nachmani ve Lührman denkleminin daha doğru sonuç verdiği ifade edilmiştir (32).

Tip 2 DM'li obez bireylerin DMH'leri sağlıklı bireylere göre daha yüksek saptanabilmektedir. Bu durum, 2 farklı varsayımla açıklanabilmektedir. Öncelikle, DMH'deki değişimin sebebi olarak glikozüri gösterilmiştir. Hipergliseminin idrar ile glikoz atımını 30-80 g/gün artırabileceği, bu durumun da yaklaşık olarak 120-320 kkal/gün enerji kaybına karşılık geldiği bildirilmiştir (33). İkinci varsayım, glikoneogenez ile ilişkilidir. Glikoneogenez, serbest yağ asitlerinin glikoza dönüştürülmesidir ve insülinin plazma düzeyinde düşüşlere neden olan önemli bir enerji dönüşüm sürecidir. Bozulmuş açlık kan glikoz düzeyine sahip olan bireylerde, artmış açlık hepatik glikoneogenez ile hiperglisemi gözlemlenmesi DMH artışı ile ilişkilendirilmektedir. (34). Bununla birlikte, protein turnover'nın ve glukagon düzeylerinin artması da bu grup hastalarda DMH'nin artışına neden olabilmektedir (35,36). Özetle, glisemik kontrolün sağlanamadığı DM hastalarında, hipergliseminin neden olduğu glikozüri ve/veya glikoneogenezdeki artışın, DMH değişiminin sebebi olabileceği düşünülmektedir. Bu varsayımlar literatürdeki çalışmalarla desteklenmektedir.

Japonya'da yapılan araştırmalarda, Tip 2 diyabetli obez bireylerin DMH'lerinin diyabeti olmayan obezlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiş, DMH'deki bu artışın temel belirleyicisinin ise açlık kan glikoz düzeyleri olduğu ifade edilmiş (17, 37), ayrıca DMH'nin HbA1c ile de korele olduğu gösterilmiştir (38). Benzer şekilde, açlık kan glikoz düzeylerinin 180 mg/dl üstünde seyrettiği durumlarda bireylerin DMH'lerinin %8 daha yüksek olduğu gösterilmiştir (14, 39). Glisemik kontrolü sağlanmış diyabetlilerin DMH'lerinin ise sağlıklı bireylerinkinden farklı olmadığı ifade edilmiştir (40). Tüm bu çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, diyabetli bireylerin DMH'leri sadece diyabetin kontrolsüz olması durumunda değişiklik gösterebilmektedir.

Tablo 1. Dinlenme Metabolik Hızı Tahmin Etmede Sıklıkla Kullanılan Enerji Denklemleri

Referans	Yıl	Enerji denklemi	Örneklem
Harris-Benedict (15)	1919	Erkek: $66,47 + (13,75 \times VA) + (5,00 \times B) - (6,76 \times Y)$ Kadın: $655,09 + (9,56 \times VA) + (1,85 \times B) - (4,68 \times Y)$	n = 239 (136 erkek, 103 kadın) Yaş = 29 ± 14 yaş
Bernstein (11)	1983	Kadın= $844 + (7,48 \times VA) - (0,42 \times B) - (3 \times Y)$ Erkek= $-1032 + (11 \times VA) + (10,2 \times B) - (5,8 \times Y)$	n=202 Obez
FAO/WHO/ONU (27)	1985	Erkek 18-30 yaş: $(15,4 \times VA) - (27 \times B (m)) + 717$ 30-60 yaş: $(11,3 \times VA) + (16 \times B (m)) + 901$ ≥ 60 yaş : $(8,8 \times VA) + (1,128 \times B (m)) - 1,071$ Kadın 18-30 yaş: $(13,3 \times VA) + (334 \times B (m)) + 35$ 30-60 yaş: $(8,7 \times VA) - (25 \times B (m)) + 865$ ≥ 60 yaş : $(9,2 \times VA) + (637 \times B (m)) - 302$	n=104
Owen ve ark. (24)	1988	$186 + (23,6 \times FFM)$	Normal vücut ağırlığı ve obez Farklı etnik kökenli
Mifflin ve ark. (21)	1990	Kadın: $(10 \times VA) + (6,25 \times B) - (5 \times Y) - 161$ Erkek: $(10 \times VA) + (6,25 \times B) - (5 \times Y) + 5$	n=498 Normal vücut ağırlığı ve obez
Cunningham (12)	1991	$370 + (21,6 \times FFM)$	n=1483 Normal vücut ağırlığı ve obez
Lührmann ve ark. (19)	2002	$757 + (11,9 \times VA) - (3,7 \times Y) + (178 \times C)$	n=286; 60 yaş ve üzeri 179 kadın (yaş=67,8±5,7; BKİ=26,4±3,7) 107 erkek (yaş=66,9±5,1; BKİ=26,3±3,1)
Muller (22)	2002	$(0,05 \times Wt) + (1,103 \times C) - (0,01586 \times A) + 2,924$	
Ganpule (13)	2007	$[(48,1 \times VA) + (23,4 \times B) - (13,8 \times Y) + (547,3 \times C) - 423,5] / 4,186$	n=137 Sağlıklı normal vücut ağırlığındaki Japonlar
Lazzer (18)	2010	$(11 \times VA) - (3 \times Y) + (272 \times C) + 777$	n=8780 (n=1412 obez çocuk ve adölesan, 7-18 yaş) (n=7368 obez yetişkin, 18-74 yaş)
Rodrigues et al. (25)	2010	BMI > 35 kg/m ² : $172,19 + (10,93 \times VA) + (3,10 \times B) - (2,55 \times Y)$ BMI < 35 kg/m ² : $407,57 + (9,58 \times VA) + (2,05 \times B) - (1,74 \times Y)$	n=760 Normal vücut ağırlığı ve obez
Nachmani ve ark. (23)	2020	Erkek: $132,82 + (28,37 \times VA) - (205,59 \times B (m)) + (9,46 \times FFM) - (2,87 \times Y) - (25,93 \times FM)$ Kadın: $553,97 + (16,60 \times VA) + (1033,84 \times B (m)) - (13,73 \times FFM) - (10,93 \times Y) - (19,67 \times FM)$	n=39 18 kadın (yaş: 45,5±12,5; BKİ=32,0±4,0) 21 erkek (yaş: 38,2±11,0; BKİ=33,0±3,0)

AKŞ: Açlık kan şekeri (mmol/L); B: Boy uzunluğu (cm); BKİ: Beden Kütle İndeksi (kg/m²); C: Cinsiyet (Erkek:1, Kadın:0); FFM: Yağsız vücut kütlesi (kg); FM: Yağ kütlesi (kg); VA: Vücut ağırlığı (kg); Y: Yaş (yıl).

Tablo 2. Diyabetlilere Yönelik Geliştirilmiş Enerji Denklemleri

Referans	Yıl	Enerji denklemi	Örneklem
Gougeon ve ark. (14)	2002	$375 + (85 \times VA) - (48 \times FM) + (63 \times AKŞ)$	n=65 Obez tip 2 diyabetliler 40 kadın (Yaş = 52 ± 1 ; BKİ = 37 ± 1 ; AKŞ = $10,9 \pm 0,5$) 25 erkek (Yaş = 54 ± 2 ; BKİ = 37 ± 1 ; AKŞ = $10,0 \pm 0,9$)
Huang ve ark. (16)	2004	$71,767 - (2,337 \times Y) + (257,293 \times C) + (9,996 \times VA) + (4,132 \times B) + (145,959 \times DSI)$	n=1088 Obez ve obez olmayan diyabetliler
Martin ve ark. (20)	2004	Erkek: $909,4 + (0,3505 \times Y) \times (BKİ - 34,524) - (135 \times E) + (15,866 \times FFM) - (9,10 \times DSI)$ Kadın: $803,8 + (0,3505 \times A) \times (BMI - 34,524) - (135 \times Race) + (15,866 \times FFM) + (50,90 \times DSI)$	n=166 Obez ve obez olmayan diyabetliler Beyaz ve siyah etnik köken
Ikeda ve ark. (17)	2013	$(10 \times VA) - (3 \times Y) + (125 \times C) + 750$	n=68 Normal vücut ağırlığında ve hafif şişman olan tip 1 tip 2 Japon diyabetliler

AKŞ: Açlık kan şekeri (mM); B: Boy uzunluğu (cm); BKİ: Beden Kütle İndeksi (kg/m^2); C: Cinsiyet (Erkek:1, Kadın:0); DSI: Diyabetliler için 1, sağlıklı bireyler için 0; E: Etnik köken (Siyah:1, Beyaz:0); FFM: Yağsız vücut kütlesi (kg); FM: Yağ kütlesi (kg); VA: Vücut ağırlığı (kg); Y: Yaş (yıl).

2. Sonuç ve Öneriler

Diyabet, dünya nüfusunu önemli oranda etkileyen ve obezite ile yakından ilişkili olan bir kronik hastalıktır. Tedavisinde yeterli ve dengeli beslenme ile uygun vücut ağırlığının sürdürülmesi temel hedeflerden biri olduğundan, her bireyin gereksinimleri dikkatle belirlenmelidir. Dinlenme metabolik hızının belirlenmesinde en doğru yöntem indirekt kalorimetre olsa da kullanımındaki zorluklar nedeniyle onun yerine enerji denklemlerinden faydalanılabilir. Harris-Benedict eşitliğinin DMH'yi referans metoda kıyasla daha yüksek tahmin ettiği birçok çalışmada gösterilmiştir. Diyabetli bireylere yönelik 2002 yılında geliştirilen Gougeon eşitliğinde açlık kan glikozu da yer aldığı için çalışmalarda DMH ölçümünde kabul edilebilir sonuçlar vermiştir. Bunun yanı sıra, obez bireylere yönelik geliştirilmiş Mifflin eşitliğinin DMH tahmininde iyi sonuçlar verdiği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. İndirekt kalorimetreye ulaşılamadığı durumlarda obez diyabetlilerde doğruluk oranı yüksek denklemlerin kullanımı DMH'yi belirlemede kolaylık sağlayabilir.

3. Alana Katkı

Bu derlemede, obez diyabetli bireylerde dinlenme metabolik hızının belirlenmesinde kullanılan yöntemlere dair mevcut yayınlar ışığında bir değerlendirme yapılmıştır. Beslenme tedavisinde dinlenme metabolik hızının hesaplanması büyük önem taşıdığından, indirekt kalorimetre yerine kullanılacak olan enerji denklemleri kolaylık sağlamaktadır. Obez ve diyabetli bireyler için uygun olan bu denklemlerin toplu şekilde ele alınmış olmasının, hastalara uygun denklemlerin seçiminde ve yeterli ve dengeli beslenme tedavisinin sürdürülmesinde okuyuculara ışık tutabileceği düşünülmektedir.

Çıkar Çatışması

Bu makalede herhangi bir nakdi/aynı yardım alınmamıştır. Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Yazarlık Katkısı

Fikir/Kavram: GK; **Tasarım:** GK; **Denetleme:** GK, BB; **Kaynak ve Fon Sağlama:** -; **Malzemeler:** -; **Veri Toplama ve/veya İşleme:** GK, BB; **Analiz/Yorum:** GK, BB; **Literatür Taraması:** GK, BB; **Makale Yazımı:** GK, BB; **Eleştirel İnceleme:** GK, BB.

Kaynaklar

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Atlas, 9th edition. Brussels, Belgium: International Diabetes Federation, 2019.
2. American Diabetes Association (ADA). Standards of medical care in diabetes: lifestyle management. Diabetes Care. 2020;48(Suppl 1):38–65.
3. Pekcan G. Beslenme Durumunun Saptanması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:726, Ankara, Klasmat Matbaacılık, 2008.
4. Psota T, Chen KY. Measuring energy expenditure in clinical populations: Rewards and challenges. Eur J Clin Nutr. 2013;67(5):436–442.
5. Schadowaldt P, Nowotny B, Straßburger K, Kotzka J, Roden M. Indirect calorimetry in humans: A postcalorimetric evaluation procedure for correction of metabolic monitor variability. Am J Clin Nutr. 2013;97(4):763–773.
6. Jesus P, Achamrah N, Grigioni S, Charles J, Rimbart A, Folope V, Petit A et al. Validity of predictive equations for resting energy expenditure according to the body mass index in a population of 1726 patients followed in a Nutrition Unit. Clinical Nutrition. 2015; 34(3):529-535.
7. Frankenfield DC, Ashcraft CM, Galvan DA. Prediction of resting metabolic rate in critically ill patients at the extremes of body mass index. J Parenter Enteral Nutr. 2013; 37(3):361-367.
8. De Waele E, Opsomer T, Honoré PM, Diltoer M, Mattens S, Huyghens L et al. Measured versus calculated resting energy expenditure in critically ill adult patients. Do mathematics match the gold standard. Minerva Anestesiol. 2015;81(3):272-82.
9. Gündoğdu T, Acar Tek N. Anoreksiya nervoza hastalarında enerji harcamasının belirlenmesinde kullanılan yöntemler. SDÜ Sağlık Bilimleri Dergisi. 2019;10(3):320-326.

10. Wouters-Adriaens MP, Westerterp KR. Low resting energy expenditure in Asians can be attributed to body composition. *Obesity (Silver Spring)*. 2008; 16(10): 2212-2216.
11. Bernstein RS, Thornton JC, Yang MU, Wang J, Redmond AM, Pierson RN Jr, et al. Prediction of the resting metabolic rate in obese patients. *Am J Clin Nutr*. 1983;37(4):595-602.
12. Cunningham, JJ. Body composition as a determinant of energy expenditure: A synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr*. 1991;54(6):963-969.
13. Ganpule AA, Tanaka S, Ishikawa-Takata K, Tabata I. Interindividual variability in sleeping metabolic rate in Japanese subjects. *Eur J Clin Nutr*. 2007;61(11):1256-1261.
14. Gougeon R, Lamarche M, Yale JF, Venuta T. The prediction of resting energy expenditure in type 2 diabetes mellitus is improved by factoring for glycemia. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2002;26(12):1547-1552.
15. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of basal metabolism in man; Carnegie Inst: Washington DC, USA, 1919. Volume:279.
16. Huang KC, Kormas N, Steinbeck K, Loughnan G, Caterson ID. Resting metabolic rate in severely obese diabetic and nondiabetic subjects. *Obes Res*. 2004;12(5):840-845.
17. Ikeda K, Fujimoto S, Goto M, Yamada C, Hamasaki A, Ida M et al. A new equation to estimate basal energy expenditure of patients with diabetes. *Clin Nutr*. 2013;32(5):777-82.
18. Lazzar S, Bedogni G, Lafortuna CL, Marazzi N, Busti C, Galli R, et al. Relationship between basal metabolic rate, gender, age, and body composition in 8,780 white obese subjects. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(1):71-78.
19. Lüthmann PM, Herbert BM, Krems C, Neuhäuser-Berthold M. A new equation especially developed for predicting resting metabolic rate in the elderly for easy use in practice. *Eur J Nutr*. 2002;41(3):108-113.
20. Martin K, Wallace P, Rust PF, Garvey WT. Estimation of resting energy expenditure considering effects of race and diabetes status. *Diabetes Care*. 2004;27(6):1405-1411.
21. Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr*. 1990;51(2):241-247.
22. Muller MJ, Bosc-Westphal A, Kutzner D, Heller M. Metabolically active components of fat-free mass and resting energy expenditure in humans: Recent lessons from imaging technologies. *Obes Rev*. 2002;3(2):113-122.
23. Nachmani M, Lahav Y, Zeev A, Grosman-Rimon L, Eilat-Adar S. Weight change adjusted equations for assessing resting metabolic rate in overweight and obese adults. *Obes Res Clin Pract*. 2021. Doi: 10.1016/j.orcp.2021.03.001. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33773945/>
24. Owen OE. Resting metabolic requirements of men and women. *Mayo Clin Proc*. 1988;63(5):503-510.
25. Rodrigues AE, Mancini MC, Dalcanale L, de Melo ME, Cercato C, Halpern A. Padronização do gasto metabólico de repouso e proposta de nova equação para uma população feminina brasileira. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2010;54(5):470-476.
26. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr*. 1985;39(Suppl 1):5-41.
27. Food and Agriculture Organization (FAO). Energy and protein requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNO expert consultation. Geneva: World Health Organization; 1985.
28. de Figueiredo Ferreira M, Detrano F, Coelho GM, Barros ME, Serrão Lanzillotti R, Firmino Nogueira Neto J, et al. Body composition and basal metabolic rate in women with type 2 diabetes mellitus. *J Nutr Metab*. 2014;2014:574057.
29. Luy SC, Dampil OA. Comparison of the Harris-Benedict equation, bioelectrical impedance analysis, and indirect calorimetry for measurement of basal metabolic rate among adult obese Filipino patients with prediabetes or type 2 diabetes mellitus. *J ASEAN Fed Endocr Soc*. 2018;33(2):152-159.
30. Canello R, Soranna D, Brunani A, Scacchi M, Tagliaferri A, Mai S, et al. Analysis of predictive equations for estimating resting energy expenditure in a large cohort of morbidly obese patients. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2018;9:367.
31. Merghani TH, Alawad A, Ballal MA. Measured versus predicted resting metabolic rate in obese diabetic and obese non-diabetic subjects. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences*. 2013;10(2): 63-67.
32. Buch A, Diener J, Stern N, Rubin A, Kis O, Sofer Y, et al. Comparison of equations estimating resting metabolic rate in older adults with type 2 diabetes. *J Clin Med*. 2021;10:1644.
33. Ferrannini E. Sodium-glucose transporter-2 inhibition as an antidiabetic therapy. *Nephrol Dial Transplant*. 2010;25(7):2041-2043.
34. Fontvieille AM, Lillioja S, Ferraro RT, Schulz LO, Rising R, Ravussin E. Twenty-four-hour energy expenditure in Pima Indians with type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus. *Diabetologia*. 1992;35(8):753-759.
35. Consoli A, Nurjhan N, Capani F, Gerich J. Predominant role of gluconeogenesis in increased hepatic glucose production in NIDDM. *Diabetes*. 1989;38(5):550-557.
36. Bursztein S, Elwyn DH, Askanazi J, Kinney JM. Energy, metabolism, indirect calorimetry and nutrition. Baltimore: Williams&Wilkins, 1989. 266p.
37. Miyake R, Ohkawara K, Ishikawa-Takata K, Morita A, Watanabe S, Tanaka S. Obese Japanese adults with type 2 diabetes have higher basal metabolic rates than non-diabetic adults. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 2011;57(5):348-354.
38. Tabata S, Kinoshita N, Yamada S, Matsumoto H. Accuracy of basal metabolic rate estimated by predictive equations in Japanese with type 2 diabetes. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2018;27(4):763-769.
39. Piaggi P, Thearle MS, Bogardus C, Krakoff J. Fasting hyperglycemia predicts lower rates of weight gain by increased energy expenditure and fat oxidation rate. *J Clin Endocrinol Metab*. 2015;100(3):1078-1087.
40. Ryan M, Salle A, Guilloateau G, Genaitay M, Livingstone MBE, Ritz P. Resting energy expenditure is not increased in mildly hyperglycaemic obese diabetic patients. *Br J Nutr*. 2006;96(5):945-948.