

İki farklı yöntemle ölçülen istirahat metabolizma hızlarının karşılaştırılması

Kağan Üçok, Hakan Mollaoğlu, Lütfi Akgün, Abdurrahman Genç

Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

Amaç: Bu çalışmada biyoelektrik empedans analiz ve portatif indirekt kalorimetre yöntemleriyle elde edilen istirahat metabolizma hızlarını karşılaştırmak amaçlanmıştır. **Yöntem:** Etik kurul onayı alındıktan sonra, çalışmaya 20-58 yaşları arasındaki 99 gönüllü katılımcı (59 kadın ve 40 erkek) alındı. Ölçüm öncesi son 12 saat içinde gıda almamaları ve son 24 saat içinde sportif aktivitede bulunmamaları istendi. Katılımcılar 15 dakika dinlendirildikten sonra ölçümler oda sıcaklığında, sessiz ve loş ortamda yapıldı. Biyoelektrik empedans analiz yönteminde cihazın (Bodystat 1500) elektrotları sağ el ve sağ ayağına yerleştirilerek istirahat metabolizma hız ölçümü gerçekleştirildi. Daha sonra portatif indirekt kalorimetre (Bodygem) ile aynı katılımcıların solunum gazlarından indirekt olarak istirahat metabolizma hızları ölçüldü. Verilerin analizinde Wilcoxon testi ve Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Anlamlılık seviyesi $p < 0.05$ olarak kabul edildi. **Bulgular:** Katılımcılara ait ortalama değerler; yaş 41.0 ± 8.0 yıl, ağırlık 76.7 ± 11.6 kg, boy 164.0 ± 9.4 cm, vücut kütle indeksi 28.7 ± 4.7 kg/m^2 olarak bulundu. Katılımcılarda ortalama istirahat metabolizma hızları biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle 1637.5 ± 225.7 Kcal/gün, portatif indirekt kalorimetre yöntemiyle 1577.2 ± 286.8 Kcal/gün bulundu. İki ölçüm arasındaki fark anlamlıydı ($p = 0.008$). **Sonuç:** Biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle ölçülen istirahat metabolizma hızının portatif indirekt kalorimetre yöntemiyle ölçülen istirahat metabolizma hızı yerine kullanılamayacağı saptandı.

Anahtar kelimeler: İstirahat metabolizma hızı, biyoelektrik empedans analizi, portatif indirekt kalorimetre

Comparison of resting metabolic rates measured with two different methods

Objective: The aim of this study was to compare the resting metabolic rates (RMRs) measured by bioelectrical impedance analysis and portable indirect calorimeter methods. **Methods:** Following the approval of the study by Institutional Ethic Committee, a total of 99 subjects (59 females and 40 males) which were 20–58 years old were included in the study. Subjects who participated in this study were asked not to take any food in 12 hours and not to perform exercise in 24 hours in advance. After resting 15 minutes, the measurements were applied to the subjects in laboratory which was silent, lightless and at room temperature. The electrodes of bioelectrical impedance analysis device (Bodystat 1500) were placed on the right hand and foot to take the measurements for RMR. Secondly RMR was measured from breathing gases with portable indirect calorimeter (Bodygem). Data were analyzed using Wilcoxon test and Spearman correlation. The significance level was determined as $P \text{ value} \leq 0.05$. **Results:** The mean values for age (41.0 ± 8.0 years), body weight (76.7 ± 11.6 kg), height (164.0 ± 9.4 cm), body mass index (28.7 ± 4.7) in subjects were determined. Mean RMRs were found as 1637.5 ± 225.7 Kcal/day by bioelectrical impedance analysis, 1577.2 ± 286.8 Kcal/day by portable indirect calorimeter. The difference between the two measurements was significant ($p = 0.008$). **Conclusion:** We suggest that RMR measurements with bioelectrical impedance analysis can not be used instead of the ones measured with portable indirect calorimeter.

Key words: Resting metabolic rate, bioelectrical impedance analysis, portable indirect calorimeter

Genel Tıp Derg 2008;18(3):117-120

Kişinin yaşamsal işlevlerini sürdürebilmesi için gerekli en düşük enerji miktarına bazal metabolizma

denir (1,2). İstirahat metabolizma hızı 24 saat süresince herhangi bir fiziksel aktivitede bulunmadan, dinlenim pozisyonunda vücudumuzun harcayabileceği kalori miktarını belirtir (1,3). Bazal metabolizma hızı terminolojisi, istirahat metabolizma hızı terminolojisine göre daha fazla kullanılmasına rağmen ölçüm yöntemlerinin kolay ve uygulanabilir

Yazışma adresi: Doç.Dr. Kağan Üçok, Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Afyonkarahisar

e-posta: kaganucok@hotmail.com

olması nedeniyle istirahat metabolizma hızı ölçümü pratikte daha yaygın kullanım alanı bulmuştur.

İstirahat metabolizma hızının solunum gazlarından indirekt yöntemle ölçümü için O₂ ve CO₂ gazlarını analiz eden cihazlar geliştirilmiştir. Bunlar portatif indirekt kalorimetre ve sabit laboratuvar cihazları biçiminde sınıflandırılabilir.

Biyoelektrik empedans analiz yöntemini kullanan cihazlar vücut yağ oranını ve yağsız vücut ağırlığı ölçerken aynı zamanda indirekt olarak istirahat metabolizma hızını da belirlemektedir. Biyoelektrik empedans analiz yönteminin fiziksel prensibi yağsız vücut bölümünün yaklaşık % 73 elektrolitli vücut sıvısı içermesi ve % 5-10 sıvı içeren vücut yağ bölümünden elektriği daha iyi iletmesine dayanır (4). Bu nedenle bu iki vücut bölümü yüksek frekanslı elektrik akımına çok farklı direnç gösterir (4). Yağsız vücut bölümü iyi bir iletkenidir ve düşük empedans verir, vücut yağ bölümü kötü bir iletkenidir ve yüksek empedans gösterir (4). Elektrik akımının dokulardan geçerken empedansında oluşan değişiklik ile yağsız vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi, vücut su yüzdesi ve kuru vücut ağırlığı belirlenmektedir.

Bu çalışmanın amacı biyoelektrik empedans analiz yöntemi ve portatif indirekt kalorimetre yöntemi ile elde edilen istirahat metabolizma hızlarını karşılaştırmaktır.

Yöntem

Etik kurul onayı alındıktan sonra, çalışmaya sağlık problemi olmayan 20-58 yaşları arasındaki 99 gönüllü katılımcı alındı (59 kadın ve 40 erkek). Katılımcılara ait ortalama değerler; yaş 41,0±8,0 yıl, vücut ağırlığı 76,7±11,6 kg, boy 164,0±9,4 cm, vücut kütle indeksi 28,7±4,7 olarak bulundu. Katılımcılardan son 12 saat içinde gıda almamaları ve son 24 saat içinde sportif aktivitede bulunmamaları istendi. Ölçümler 15 dakikalık dinlenme sonrası oda sıcaklığında (22-24 °C), sessiz ve loş ortamda yapıldı.

Katılımcıların ilk olarak biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle (Bodystat 1500, Bodystat Ltd., İngiltere) istirahat metabolizma hızları ölçüldü. Katılımcının üzerinde bulunan metaller çıkarıldı. Kişi sırt üstü yatar pozisyondayken cihazın elektrotları sağ el ve sağ ayak sırtına yerleştirildi ve ölçüme geçildi. Cihaz 50 kHz'lik bir empedans uygulayıp

vücut kompozisyonunu belirledi ve yağsız vücut ağırlığını kullanılarak istirahat metabolizma hızını saptadı.

Biyoelektrik empedans analiz yöntemi istirahat metabolizma hızını yağsız vücut ağırlığını kullanan Brozek ve Grande formülleri ile belirlemektedir (4). Yağsız vücut ağırlığını ise içinde empedans değerinin yer aldığı formülle hesaplamaktadır (5).

Yağsız vücut ağırlığı (kg) = boy²/empedans (ohm) + 0.25 (vücut ağırlığı) + 1.31

İkinci olarak portatif indirekt kalorimetre yöntemiyle (BodyGem, HealthTech Inc., ABD) istirahat metabolizma hızları ölçüldü. Cihazın kalibrasyonu kullanım kılavuzuna uygun biçimde yaparak ölçüme geçildi. Tek kullanımlık ağızlık kaçak olmayacak şekilde ağza yerleştirildi. Burun mandalı takıldıktan sonra yaklaşık 5-10 dakika katılımcının cihazdan soluk alıp vermesi sağlandı. Solunum gazlarından indirekt yöntemle cihaz istirahat metabolizma hızını ölçtü.

Bodygem cihazı istirahat metabolizma hız ölçümünü günlük O₂ tüketimi, solunumsal sabit (RQ=0.85) ve idrar nitrojeni gramının kullanıldığı bir formülle hesaplamaktadır (6).

İstirahat metabolizma hızı (Kcal/gün) = (3.941 x VO₂ + (0.85 x 1.106 x VO₂) - (2.17 x idrar nitrojeni gramı)

Günlük oksijen tüketimi (VO₂) cihaz içindeki sensörün 12 dakikalık O₂ tüketimini ölçmesi ile hesaplanmaktadır (6). İdrar nitrojeni gramını belirlemede modifiye Weir denklemi kullanılmaktadır (6):

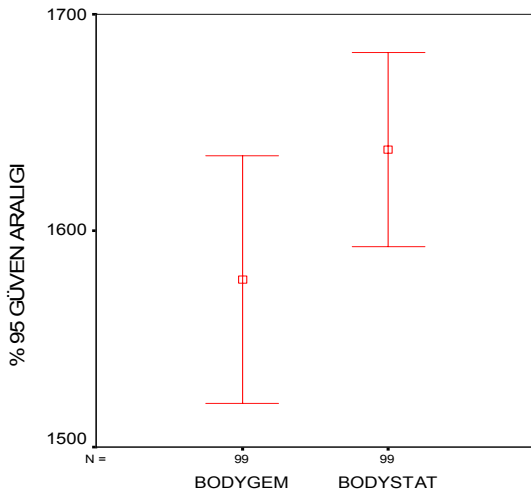
İdrar nitrojeni gramı = [(Ortalama enerji-protein alımı (Kcal/gün) x 0.16)/4]/6.25

Sürekli veriler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Verilerin analizinde Wilcoxon testi ve Spearman korelasyon analizi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi p<0.05 olarak kabul edildi.

Bulgular

Katılımcıların biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle ölçülen ortalama istirahat metabolizma hızının (1637,5±225,7 Kcal/gün), portatif indirekt kalorimetre yöntemiyle ölçülen ortalama istirahat metabolizma hızından (1577,2±286,8 Kcal/gün) daha

yüksek olduğu saptandı ($p=0.008$). Biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle ölçülen istirahat metabolizma hızı % 95 güven aralığı 1592,4-1682,4 Kcal iken, portatif indirekt kalorimetre yöntemiyle ölçülen istirahat metabolizma hızı % 95 güven aralığının 1519,9-1634,3 Kcal olduğu bulundu (Şekil). İki yöntemle ölçülen istirahat metabolizma hız değerleri arasındaki korelasyon incelendiğinde korelasyonun orta derecede ($r = 0.492$, $p<0.001$) olduğu görüldü.



Şekil. İstirahat metabolizma hızları (Kcal/gün) güven aralığı dağılımları

Tartışma

Sağlık ve hastalık durumlarında günlük kalori tüketimi için yaygın olarak istirahat metabolizma hızı kullanılmaktadır (7). Klinik olarak 1970'lerden beri portatif indirekt kalorimetre yöntemi istirahat metabolizma hızını belirlemede kullanılmaktadır (7). Portatif indirekt kalorimetre istirahat metabolizma hızını solunum yolu (oksijen tüketimi) ile ölçen kullanışlı bir cihazdır (8). Bu cihaz ile istirahat metabolizma hızı ölçümünün geçerlilik ve güvenilirliği gösterilmiştir (6,8,9). Nieman ve ark. (6) portatif indirekt kalorimetre yöntemini obez ve obez olmayan kadın ve erkeklerde kullanılabilirliğini bildirmiş ayrıca sağlık, fiziksel uygunluk, beslenme ve kilo kontrol programlarında istirahat metabolizma hız ölçümü için önermişlerdir.

Biyoelektrik empedans analizi yağ dokusu ve yağ dışı dokunun elektrik geçirgenlik farkına dayalı vücut bileşiminin belirlenmesinde kullanılan dolaylı bir yöntemdir (5). Biyoelektrik empedans analiz

yönteminin fazla bir deneyim gerektirmemesi, vücuda zarar vermemesi, ucuz, taşınabilir olması ve hızlı sonuç vermesi nedeniyle kullanımı yaygınlaştırmaktadır (10-12). Bu yöntemin vücut kompozisyonunu belirlemede geçerlilik ve güvenilirliğini gösteren çalışmalar yapılmıştır (11,13,14). Ayrıca hasta gruplarında ve farklı etnik topluluklarda vücut kompozisyonunu belirlemede kullanılmıştır (15-18). Bodystat cihazı vücut kompozisyonuna ait ölçümler yaparken aynı zamanda istirahat metabolizma hızını da vermektedir. Literatürde, bu cihazın istirahat metabolizma hızı ölçümünün güvenilirliğine dair çalışma bulunmaması araştırmacılar bu verinin kullanımı ile ilgili belirsizliğe yol açmaktadır.

Yeme içme alışkanlıklarındaki değişiklikler, dehidratasyon, egzersiz ve menstrüasyon gibi vücut su miktarı ve elektrolit konsantrasyonunu etkileyen durumlar, deri ısını etkileyen sıcak ve soğuk ortamlar biyoelektrik empedans analiz yöntemi ile vücut kompozisyonu ölçümlerini etkileyebilir (19,20). Lührmann ve ark. (21) istirahat metabolizma hızı belirlenmesinde yalnız yağsız vücut ağırlığının kullanılmasının yeterli olmadığını, yağ kütlesi ve özellikle yağ dağılımının da etkili olduğunu ortaya koydular. Yukarıdaki araştırmalar biyoelektrik empedans analiz yönteminin vücut kompozisyonunu ve istirahat metabolizma hızını saptamada yetersiz kalabileceğini göstermektedir.

Her iki yöntem de indirekt olarak istirahat metabolizma hızını ölçmesine rağmen portatif indirekt kalorimetre yönteminde kullanılan formülde O_2 tüketimi (solunum gazlarından ölçülen) yer aldığı görülmektedir. Vücuttaki enerji tüketiminin % 95'i besinlerle oksijen arasındaki reaksiyondan kaynaklandığından tüm vücudun metabolizma hızı, O_2 kullanım hızından güvenli biçimde hesap edilebilir (1). Bu nedenle portatif indirekt kalorimetre yöntemi ile istirahat metabolizma hızının belirlenmesinde daha gerçekçi sonucun elde edildiği kanısını taşımaktayız. Biyoelektrik empedans analiz yönteminde istirahat metabolizma hızı yağsız vücut ağırlığı üzerinden hesaplanmaktadır. İstirahat metabolizma hızının biyoelektrik empedans analizi ile ölçümünde yöntem ve formüllerin yetersiz olduğunu düşünmekteyiz.

Sonuç

Her ne kadar iki cihazın ölçümleri arasında korelasyon bulunsa da korelasyon derecesinin düşük olması ve ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark çıkmasından dolayı biyoelektrik empedans analiz yöntemiyle ölçülen istirahat metabolizma hızının geçerli bir yöntem olarak kabul edilen portatif indirekt kalorimetre yöntemiyle ölçülen istirahat metabolizma hızı yerine kullanılamayacağı sonucuna varıldı.

Kaynaklar

1. Guyton AC, Hall JE. Textbook of Medical Physiology. 11th ed. Philadelphia: WB Saunders; 2006.
2. Ganong WF. Review of Medical Physiology. 22th ed. USA: McGraw-Hill; 2005.
3. Vander AJ, Sherman JH, Luciano DS. Vander, Sherman, Luciano's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function. McGraw Hill Inc. 2004.
4. User's Guide for Bodystat 1500. Body composition analysis. Bodystat Ltd.
5. Parker L, Reilly JJ, Slater C, Wells JC, Pitsiladis Y. Validity of six field and laboratory methods for measurement of body composition in boys. *Obes Res* 2004;12:1034-5.
6. Nieman DC, Trone GA, Austin MD. A new handheld device for measuring resting metabolic rate and oxygen consumption. *J Am Diet Assoc* 2003;103:588-92.
7. Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: A systemic review. *J Am Diet Assoc* 2005;105:775-89.
8. Melanson EL, Coelho LB, Tran ZV, Haugen HA, Kearney JT, Hill JO. Validation of the BodyGem hand-held calorimeter. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:1479-84.
9. Liou TH, Chen CM, Chung WY, Chu NF. Validity and reliability of BodyGem for measuring resting metabolic rate on Taiwanese women. *Asia Pac J Clin Nutr* 2006;15:317-22.
10. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: A four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47: 7-14.
11. Buchholz AC, Bartok C, Schoeller DA. The validity of bioelectrical impedance models in clinical populations. *Nutr Clin Pract* 2004;19:433-46.
12. Ross R, Leger L, Martin P, Roy R. Sensitivity of bioelectrical impedance to detect changes in human body composition. *J Appl Physiol* 1989;67:1643-8.
13. Reilly JJ. Assessment of body composition in infants and children. *Nutrition* 1998;14: 821-5.
14. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307-12.
15. Mok E, Beghin L, Gachon P, Daubrosse C, Fontan JE, Cuisset JM, et al. Estimating body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: Comparison of bioelectrical impedance analysis and skinfold-thickness measurement. *Am J Clin Nutr* 2006;83:65-9.
16. Ferrante E, Pitzalis G, Vania A, De Angelis P, Guidi R, Fontana L, et al. Nutritional status, obesity, and metabolic balance in pediatric patients with type I diabetes mellitus. *Minerva Endocrinol* 1999;24:69-76.
17. Bhat DS, Yajnik CS, Sayyad MG, Raut KN, Lubree HG, Rege SS, et al. Body fat measurement in Indian men: Comparison of three methods based on a two-compartment model. *Int J Obes (Lond)* 2005;29:842-8.
18. Stolarczyk LM, Heyward VH, Hicks VL, Baumgartner RN. Predictive accuracy of bioelectrical impedance in estimating body composition of Native American women. *Am J Clin Nutr* 1994;59:964-70.
19. Heyward VH, Stolarczyk LM. Applied Body Composition Assessment. Champaign, IL: Human Kinetics 1996:44-55.
20. Kamil Özer. Sporda Morfolojik Planlama. İstanbul: Kazancı Matbaacılık; 1993.
21. Lührmann PM, Herbert BM, Neuhäuser-Berthold M. Effects of fat mass and body fat distribution on resting metabolic rate in the elderly. *Metabolism* 2001;50:972-5.