

BÖLÜM 3

EGZERSİZİN ENERJİ MALİYETİ VE ENERJİ TÜKETİMİ

Hilal TELLİ¹

Giriş

Enerji harcaması, insan vücudundaki sabit koşulları sürdürmek için gerekli enerji maliyetine ek olarak günlük fiziksel aktiviteleri desteklemek için gereken enerji miktarıdır (1). Fiziksel hareketsizliğin çok sayıda kronik hastalık ve bu hastalıklara sekonder komplikasyonlara bağlı erken ölüm için değiştirilebilir başlıca bir risk faktörü olduğuna dair artan bilimsel kanıtlar göz önüne alındığında, enerji harcamasının ölçülmesi, egzersiz fizyolojisi ve halk sağlığı içinde giderek daha önemli bir konu haline gelmiştir (1,2).

I. Enerji Tüketiminin Ölçülmesi

Termodinamiğin birinci yasası, enerjinin yaratılmadığını veya yok edilmediğini, sadece form değiştirdiğini belirtmektedir. İnsan vücudunda, bu ilkenin temel bir uygulaması, enerjinin moleküllerden (adenozin trifosfat [ATP] veya kreatin fosfat) veya depolanmış rezervlerden (karbonhidratlar ve yağlar) hücresele harekete yakıt sağlamak için kimyasal enerjiye aktarılmasıdır. Bu moleküllerden salınan tüm enerji hücresele fonksiyonları desteklemek için kullanılamaz. Vücut gıda moleküllerinden elde edilen enerjiyi mekanik işe aktarmada yaklaşık %30 verimlidir ve açığa çıkan enerjinin geri kalanı ısı şeklinde çevreye salınır. Üretilen ısı miktarı, metabolik hızın veya enerji harcamasının bir yansımasıdır ve bu kimyasal reaksiyonlardan salınan ısı miktarı ölçülerek enerji harcaması hesaplanabilir (3).

¹ Uzm. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi Evliya Çelebi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği, dr.hilaltelli@hotmail.com

yaşla daha büyük bir rolü olduğu sonucuna varılmıştır (4, 41,42) Bazı çalışmalar, aralıklı supramaksimal egzersizlerin orta yoğunluklu devamlı egzersizlerle karşılaştırıldığında daha büyük ESFOT tepkileri ortaya çıkardığı sonucuna varmıştır (43, 44).

VII. Enerji Harcama Hedeflerinin Özelleştirilmesi

Egzersiz hacmi ve sağlık yararları arasındaki doz-yanıt ilişkisine dayanarak, egzersiz programı tasarımının ana odağının toplam haftalık enerji harcaması olması gerektiği öne sürülmüştür. Bu strateji, bireyler arasındaki farklılıklara duyarsız ve bireyin enerji harcama hedeflerini olduğundan fazla veya az tahmin etme olasılığını artıran mutlak enerji harcaması yaklaşımına yol açmıştır. Bir birey için egzersiz enerji harcaması gereksinimlerinin fazla tahmin edilmesi yaralanma, cesaret kırma ve programa bağlılığın azalması olasılığını artırırken, egzersiz enerji harcaması gereksinimlerinin hafife alınması, sağlık ve zindelik yararlarının azalmasına ve buna bağlı daha düşük program uyumuna yol açabilir.

Göreceli bir enerji harcama reçetesi ile haftalık hedefler belirlenerek bu sorunlar aşılabilir (45). Enerji harcaması ve metabolik hesaplamalar konusundaki son araştırmalarla ilgili olarak bu bölümden edindiğiniz bilgi ve beceriler, sağlık ve zindelik faydalarını en üst düzeye çıkaracak daha iyi egzersiz programları tasarlanmanıza olanak tanıyabilir.

Kaynaklar

1. American College of Sports Medicine. *ACSM's Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10th ed. Hagerstown, MD: Lippincott Williams & Wilkins;2017
2. GBD 2015 DALYs and HALE Collaborators. Global, regional, and national disability-adjusted life-years (DALYs) for 315 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE), 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016;8;388(10053):1603-1658. doi: 10.1016/S0140-6736(16)31460-X.
3. Liu X, Chen T, Jain PK, et al. Revealing the Thermodynamic Properties of Elementary Chemical Reactions at the Single-Molecule Level. *The Journal of Physical Chemistry B*. 2019;123(29):6253-6259. doi: 10.1021/acs.jpcc.9b03474.
4. Brooks G, Fahey T, Baldwin K. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. New York, NY: McGraw-Hill, 2005.
5. Compher C, Frankenfield D, Keim N, et al. Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *Journal of the American Dietetic Association*. 2006;106(6):881–903. doi: 10.1016/j.jada.2006.02.009.
6. Hopkins P, Powers SK. Oxygen uptake during submaximal running in highly trained men and women. *American Corrective Therapy Journal*. 1982;36(5):130-132.
7. Speakman JR, Yamada Y, Sagayama H, et al. standard calculation methodology for human doubly labeled water studies. *Cell Reports Medicine*. 2021;2(2):100203. doi: 10.1016/j.xcrm.2021.100203.

8. Warburton DE, Bredin SS. Reflections on Physical Activity and Health: What Should We Recommend? *Canadian Journal of Cardiology*. 2016;32(4):495-504. doi: 10.1016/j.cjca.2016.01.024.
9. Ainsworth B, Cahalin L, Buman M, et al. The current state of physical activity assessment tools. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 2015;57(4):387-395. doi: 10.1016/j.pcad.2014.10.005.
10. Arvidsson D, Fridolfsson J, Börjesson M. Measurement of physical activity in clinical practice using accelerometers. *Journal of Internal Medicine*. 2019;286(2):137-153. doi: 10.1111/joim.12908.
11. Koehler K, Braun H, de Marées M, et al. Assessing energy expenditure in male endurance athletes: validity of the SenseWear Armband. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2011;43(7):1328-1333. doi: 10.1249/MSS.0b013e31820750f5.
12. Åstrand P. *Textbook of Work Physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 200.
13. van Hall G. Lactate kinetics in human tissues at rest and during exercise. *Acta Physiologica*. 2010;199(4):499-508. doi: 10.1111/j.1748-1716.2010.02122.x.
14. Lai N, Gladden LB, Carlier PG, et al. Models of muscle contraction and energetics. *Drug Discovery Today: Disease Models*. 2008;5(4):273-288. doi: 10.1016/j.ddmod.2009.07.001.
15. Marwood S, Roche D, Rowland T, et al. Faster pulmonary oxygen uptake kinetics in trained versus untrained male adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2010;42(1):127-134. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181af20d0.
16. Kalis JK, Freund BJ, Joyner MJ, et al. Effect of beta-blockade on the drift in O₂ consumption during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1988;64(2):753-8. doi: 10.1152/jappl.1988.64.2.753.
17. Howley ET. VO₂max and the plateau--needed or not? *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2007;39(1):101-102. doi: 10.1249/mss.0b013e31802dc897.
18. Mader A, Heck H. A theory of the metabolic origin of "anaerobic threshold". *International Journal of Sports Medicine*. 1986;7 Suppl 1:45-65.
19. Gollnick PD, Bayly WM, Hodgson DR. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1986;18(3):334-340. doi: 10.1249/00005768-198606000-00015.
20. Davis JA, Rozenek R, DeCicco DM, et al. Comparison of three methods for detection of the lactate threshold. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2007;27(6):381-384. doi: 10.1111/j.1475-097X.2007.00762.x.
21. Brooks GA. The lactate shuttle during exercise and recovery. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1986;18(3):360-368. doi: 10.1249/00005768-198606000-00019.
22. Wasserman K, Beaver WL, Whipp BJ. Mechanisms and patterns of blood lactate increase during exercise in man. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1986;18(3):344-352. doi: 10.1249/00005768-198606000-00017.
23. Stryer L. *Biochemistry*. New York, NY: W. H. Freeman, 2002.
24. Holloszy JO. Muscle metabolism during exercise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1982;63(5):231-234.
25. Marti B, Abelin T, Howald H, et al. A modified fixed blood lactate threshold for estimating running speed for joggers in 16-km races. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*. 1987; 9: 41-45.
26. Coggan AR. Plasma glucose metabolism during exercise in humans. *Sports Medicine*. 1991;11(2):102-124. doi: 10.2165/00007256-199111020-00003.
27. Brooks GA, Mercier J. Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *Journal of Applied Physiology*. 1994;76(6):2253-2261. doi: 10.1152/jappl.1994.76.6.2253.
28. Coyle EF. Substrate utilization during exercise in active people. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1995;61(4 Suppl):968S-979S. doi: 10.1093/ajcn/61.4.968S.
29. Mooren F, Volker K. *Molecular and Cellular Exercise Physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2011.

30. Graham T. *Skeletal muscle amino acid metabolism and ammonia production during exercise*. In *Exercise Metabolism*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.
31. Menconi MJ, Wei W, Yang H, et al. Treatment of cultured myotubes with the calcium ionophore A23187 increases proteasome activity via a CaMK II-caspase-calpain-dependent mechanism. *Surgery*. 2004;136(2):135-142. doi: 10.1016/j.surg.2004.03.014.
32. Hussien R, Brooks GA. Mitochondrial and plasma membrane lactate transporter and lactate dehydrogenase isoform expression in breast cancer cell lines. *Physiological Genomics*. 2011;43(5):255-264. doi: 10.1152/physiolgenomics.00177.2010.
33. Hargreaves M. *Skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise*. In *Exercise Metabolism*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.
34. Fox S. *Human Physiology*. New York, NY: McGraw-Hill, 2016.
35. Knoebel KL. Energy metabolism. Selkurt, E(ed). In: *Physiology*. Boston, MA: Little Brown & Co., 1984, pp. 635-650.
36. Moseley L, Jeukendrup AE. The reliability of cycling efficiency. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2001;33(4):621-627. doi: 10.1097/00005768-200104000-00017.
37. Ferguson RA, Ball D, Krusturup P, et al. Muscle oxygen uptake and energy turnover during dynamic exercise at different contraction frequencies in humans. *The Journal of Physiology*. 2001;536(Pt 1):261-271. doi: 10.1111/j.1469-7793.2001.00261.x.
38. Lucía A, Rivero JL, Pérez M, et al. Determinants of VO₂ kinetics at high power outputs during a ramp exercise protocol. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2002;34(2):326-331. doi: 10.1097/00005768-200202000-00022.
39. Hill AV, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid, and the supply and utilisation of oxygen. *Quarterly Journal of Medicine*. 1923; 16:135-171
40. Gaesser GA, Brooks GA. Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1984;16(1):29-43.
41. Quinn TJ, Vroman NB, Kertzner R. Postexercise oxygen consumption in trained females: effect of exercise duration. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1994;26(7):908-13.
42. Phelain JF, Reinke E, Harris MA, et al. Postexercise energy expenditure and substrate oxidation in young women resulting from exercise bouts of different intensity. *Journal of the American College of Nutrition*. 1997;16(2):140-146. doi: 10.1080/07315724.1997.10718664.
43. Laforgia J, Withers RT, Shipp NJ, et al. Comparison of energy expenditure elevations after submaximal and supramaximal running. *Journal of Applied Physiology*. 1997;82(2):661-6. doi: 10.1152/jappl.1997.82.2.661.
44. Nummela A, Rusko H. Time course of anaerobic and aerobic energy expenditure during short-term exhaustive running in athletes. *International Journal of Sports Medicine*. 1995;16(8):522-527. doi: 10.1055/s-2007-973048.
45. Duscha BD, Slentz CA, Johnson JL, et al. Effects of exercise training amount and intensity on peak oxygen consumption in middle-age men and women at risk for cardiovascular disease. *CHEST*. 2005;128(4):2788-2793. doi: 10.1378/chest.128.4.2788.