

BÖLÜM 4

İSKELET KASININ FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Hilal TELLİ¹

Giriş

Vücudun eklem hareketi (hareketlilik) veya eklem sertliği (stabilite) ile sonuçlanan bir kas kuvveti oluşturma yeteneği, iskelet kasları ve sinir sisteminin etkileşimine bağlıdır. Nöromüsküler sistem olarak adlandırılan, kas ve sinir sistemi, vücudun günlük aktivitelerde koordineli ve verimli hareketinden sorumludur.

I. Kas Dokusu

Tüm kas dokusunun ortak özelliği, kas gerilimi olarak adlandırılan, kasılma ve kuvvet geliştirme yeteneğidir. İskelet kası, düz kas ve kalp kası olmak üzere üç tip kas dokusu vardır.

İskelet kası kasılma yoluyla eklemlerde hareket üretmek için kemiklere bir kuvvet uygular. İskelet kası bilinçli kontrol altında olduğu için istemli kas olarak kabul edilir. İskelet kası mikroskop altında bakıldığında değişen açık ve koyu bantların görünümünü nedeniyle çizgili kas olarak da bilinir.

İskelet kasının aksine, düz kas ve kalp kası bilinçli kontrol altında değildir ve bu nedenle istemsiz kas dokusu olarak kabul edilir. Düz kas, mide, bağırsaklar ve kan damarları gibi içi boş organların duvarlarında bulunur ve çeşitli maddelerin vücuttaki hareketini düzenleme işlevi görür. Düz kas, mikroskop altında çizgili görünümde olmadığı için bu şekilde adlandırılmıştır. Kalp kası, kalbin sürekli pompalama hareketini sürdürme işlevini yerine getiren özel bir dokudur. Miyokard olarak da adlandırılan kalp dokusu, kalbin iki atrium ve iki ventrikül olmak üzere

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

VII. Egzersizle İlişkili Kas Krampları

Egzersize bağlı kramplar genellikle uzun süreli yüksek yoğunluklu egzersiz ile ilişkilidir. Kas kramplarının dehidratasyon ve elektrolit dengesizliğinden veya motor nöronların artan uyarılabilirliği nedeniyle merkezi sinir sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Egzersize bağlı dehidratasyon ve elektrolit dengesizliğine sekonder sinir terminalini çevreleyen interstisyel boşluktaki anormal elektrolit seviyelerinin sinaptik aralıkta kontrolsüz asetilkolin salınımına yol açabileceği ve yaygın, spazmodik kas kasılmaları ile sonuçlanacağı düşünülmektedir (36, 37). Ancak dehidratasyon ve elektrolit dengesizliği tüm vücudu etkilerken kramplar sadece egzersiz yapan kaslarda görülmektedir. Ayrıca kas krampları vücuda herhangi bir sıvı veya elektrolit replasmanı yapılmadan, golgi tendon organlarını(GTO) aktive ederek omurilikteki motor nöronları inhibe eden statik gerilme ile rahatlamaktadır. Bununla birlikte, bazı aşırı egzersiz koşullarında (yani, sıcak bir ortamda uzun süreli egzersiz) elektrolit dengesizliğinin kas kramplarına neden olması mümkün olmaya devam etmektedir.

İskelet kaslarını innerve eden motor nöronların aşırı uyarılması ve tekrarlayan depolarizasyon kontrolsüz, istemsiz kas kasılmaları ile sonuçlanır. Uzun süreli yoğun egzersiz genellikle kas içiğinin ve/veya GTO'nun işlev bozukluğuna yol açabilen yaralanmaya neden olur. GTO, merkezi sinir sistemine kas kuvveti oluşumu hakkında geri bildirim sağlarken, kas içiği kas uzunluğu hakkında geri bildirim sağlar. GTO'nun uyarılması, motor nöron depolarizasyonunu önlemek için omuriliğe engelleyici sinyaller gönderirken, kas içiğinin uyarılması, motor nöron aktivasyonunu teşvik etmek için omuriliğe afferent sinyaller gönderir. Bu nedenle, uzun süreli yoğun egzersiz, GTO'nun ateşlemesini azaltarak (yani, motor nöron ateşlemesinin azaltılmış inhibisyonu) ve kas içiklerinin ateşlemesini artırarak (yani, artan motor nöron aktivasyonu) kas kramplarını teşvik edebilir (38).

Kaynaklar

1. Johns RJ, Wright V. Relative importance of various tissues in joint stiffness. *Journal of Applied Physiology*. 1962;17:824–828. <https://doi.org/10.1152/jappl.1962.17.5.824>
2. Bottinelli R, Canepari M, Reggiani C, et al. Myofibrillar ATPase activity during isometric contraction and isomyosin composition in rat single skinned muscle fibres. *The Journal of Physiology*. 1994;15:481(Pt 3)(Pt 3):663-675. doi: 10.1113/jphysiol.1994.sp020472.
3. Burke ER. The control of muscle force: Motor Unit recruitment and firing patterns. Jones NL, McCartney N, McComas AJ (ed.). In: *Human Muscle Power*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1986. pp.98-109

4. Canepari M, Pellegrino MA, D'Antona G, et al. Single muscle fiber properties in aging and disuse. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2010;20(1):10-19. doi: 10.1111/j.1600-0838.2009.00965.x.
5. Singh MA, Ding W, Manfredi TJ, et al. Insulin-like growth factor I in skeletal muscle after weight-lifting exercise in frail elders. *American Journal of Physiology*. 1999;277(1):E135-E143. doi: 10.1152/ajpendo.1999.277.1.E135.
6. Shoenberger TC, Stelzer JE, Garner DP, et al. Functional adaptability of muscle fibers to long-term resistance exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 2003;35(6):944-51. doi: 10.1249/01.MSS.0000069756.17841.9E.
7. Gollnick PD, Matoba H. The muscle fiber composition of skeletal muscle as a predictor of athletic success. An overview. *The American Journal of Sports Medicine*. 1984;12(3):212-7. doi: 10.1177/036354658401200309.
8. Brooks G, Fahey T, and Baldwin K. *Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications*. New York, NY: McGraw-Hill, 2005.
9. Saladin K. *Anatomy and Physiology*. Boston, MA: McGraw-Hill, 2014.
10. Moss RL, Diffie GM, Greaser ML. Contractile properties of skeletal muscle fibers in relation to myofibrillar protein isoforms. *Reviews of Physiology, Biochemistry and Pharmacology*. 1995;126:1-63. doi: 10.1007/BFb0049775.
11. Geeves MA, Holmes KC. The molecular mechanism of muscle contraction. *Advances in Protein Chemistry*. 2005;71:161-193. doi: 10.1016/S0065-3233(04)71005-0.
12. Lieber RL. *Skeletal Muscle Structure, Function, and Plasticity*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
13. Månsson A, Rassier D, Tsiavaliaris G. Poorly understood aspects of striated muscle contraction. *BioMed Research International*. 2015;2015:245154. doi: 10.1155/2015/245154.
14. Kennedy WL, Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. 5th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2012
15. Close R. Properties of motor units in fast and slow skeletal muscles of the rat. *The Journal of Physiology*. 1967;193(1):45-55. doi: 10.1113/jphysiol.1967.sp008342.
16. Binder MD, Heckman CJ, Powers RK. The physiological control of motor neuron activity. Rowell LB, Shepherd JT(eds.) In: *Handbook of Physiology: Sec. 12. Exercise: Regulation and Integration of Multiple Systems*. New York, NY: Oxford University Press; 1996. pp.3-53.
17. Van Cutsem M, Duchateau J, Hainaut K. Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *The Journal of Physiology*. 1998; 15;513 (Pt 1)(Pt 1):295-305. doi: 10.1111/j.1469-7793.1998.295by.x.
18. Enoka RM. *Neuromechanics of Human Movement*. 4th ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2008
19. Petit J, Giroux-Metges MA, Gioux M. Power developed by motor units of the peroneus tertius muscle of the cat. *Journal of Neurophysiology*. 2003;90:3095-3104.
20. Faulker J, Claflin D, and McCully K. *Power output of fast and slow fibers from human skeletal muscles*. Jones N, McCartney N, and McComas A. (eds.) In: *Human Muscle Power*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1986.
21. Kojima T. Force-velocity relationship of human elbow flexors in voluntary isotonic contraction under heavy loads. *International Journal of Sports Medicine*. 1991;12: 208-213. doi: 10.1055/s-2007-1024669.
22. Lieber RL, Fridén J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle & Nerve*. 2000;23:1647-1666. doi: 10.1002/1097-4598(200011)23:11<1647::aid-mus1>3.0.co;2-m.
23. Häkkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, et al. Changes in electromyographic activity, muscle fiber and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiologica Scandinavica*. 2001;171:51-62. doi: 10.1046/j.1365-201X.2001.00781.x.

24. Nishimune H, Stanford J, Mori Y. Role of exercise in maintaining the integrity of the neuromuscular junction. *Muscle & Nerve*. 2014; 49: 315–324. doi: 10.1002/mus.24095. Epub 2013 Dec 17.
25. Booth FW, Criswell DS. Molecular events underlying skeletal muscle atrophy and the development of effective countermeasures. *International Journal of Sports Medicine*. 1997;18 Suppl 4: S265–S269. doi: 10.1055/s-2007-972723.
26. Rhea MR, Alvar BA, Burkett LN, et al. A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2003;35(3):456–64. doi: 10.1249/01.MSS.0000053727.63505.D4.
27. Staron RS, Malicky ES, Leonardi MJ, et al. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1990;60(1):71–79. doi: 10.1007/BF00572189.
28. Liu Y, Schlumberger A, Wirth K, et al. Different effects on human skeletal myosin heavy chain isoform expression: strength vs. combination training. *Journal of Applied Physiology*. 2003;94(6):2282–2288. doi: 10.1152/jappphysiol.00830.2002.
29. Hawke TJ, Garry DJ. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. *Journal of Applied Physiology*. 2001;91:534–551. doi: 10.1152/jappl.2001.91.2.534.
30. White RB, Biérinx AS, Gnocchi VF, et al. Dynamics of muscle fibre growth during postnatal mouse development. *BMC Developmental Biology*. 2010;22;10:21. doi: 10.1186/1471-213X-10-21.
31. Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programme variables. *Sports Medicine*. 2005;35(10):841–851. doi: 10.2165/00007256-200535100-00002.
32. American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 1998;30(6):975–91. doi: 10.1097/00005768-199806000-00032.
33. American College of Sports Medicine. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 8th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
34. Fitts RH. The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*. 2008;104(2):551–558. doi: 10.1152/jappphysiol.01200.2007.
35. Debold EP. Potential molecular mechanisms underlying muscle fatigue mediated by reactive oxygen and nitrogen species. *Frontiers in Physiology*. 2015;6:239. doi: 10.3389/fphys.2015.00239.
36. Bergeron MF. Exertional heat cramps: recovery and return to play. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2007;16(3):190–196. doi: 10.1123/jsr.16.3.190.
37. Schweltnus MP. Cause of exercise associated muscle cramps (EAMC)--altered neuromuscular control, dehydration or electrolyte depletion? *British Journal of Sports Medicine*. 2009;43(6):401–408. doi: 10.1136/bjism.2008.050401.
38. Schweltnus MP, Derman EW, Noakes TD. Aetiology of skeletal muscle 'cramps' during exercise: a novel hypothesis. *Journal of Sports Sciences*. 1997;15(3):277–285. doi: 10.1080/026404197367281.