

BÖLÜM 3

FARKLI YOĞUNLUKTA UYGULANAN EGZERSİZİN SEREBRAL KAN AKIŞINA VE BİLİŞSEL FONKSİYONLAR ÜZERİNE ETKİSİ¹

Yusuf BUZDAGLI²
Mitat KOZ³

GİRİŞ

Spor ve egzersiz bilimlerindeki mevcut ilgi alanlarından biri, performanstan daha fazla faydalanabilmek için egzersizle ilgili yorgunluğun belirleyicilerini anlamaktır. Yorgunluk, performansın en önemli belirleyicilerinden biri olup, egzersiz ve nöro-fizyoloji alanında geniş çapta araştırılmakta ve tartışılmaktadır. Egzersize bağlı kas yorgunluğu, bilişsel ve motor göreve devam edilemeyeceğine bakılmaksızın kasın kuvvet veya güç üretme yeteneğinde geri dönüşümlü bir azalma olarak tanımlanmaktadır (Barry ve Enoke, 2007). Egzersiz sırasında en üst düzeyde performansın ortaya konulmasında birçok fizyolojik sistem bütüncül olarak katkı sağlar. Merkezi sinir sistemi ve özellikle beyin bu fizyolojik sistemlerin komuta merkezi olarak görülmektedir. Beyin ile alakalı çalışmaların sayısı ve içerikleri gün geçtikçe daha da artmakta ve derinleşmektedir. Özellikle farklı koşullarda nöro-egzersiz alanında beyin ile ilgili yapılan araştırmalar, fiziksel ve bilişsel yüklenmeler esnasında ve sonrasında verdiği yanıtlara odaklanmaktadır. Beyin üzerine yapılan araştırmalarda kullanılan tekniklerin gelişmesi ile bilişsel ve davranışsal yanıtların yanı sıra daha ölçülebilir kabul edilen elektro fizyolojik, hemodinamik ve metabolik değişiklikler de izlenebilmektedir (Lucas ve ark., 2015; Smith ve Ainslie, 2017). Şimdiye kadar, egzersiz sırasında serebral kan hacminin nasıl arttığına dair çalışmalar yetersiz ve eksik kalmaktadır. Son zamanlarda, işlevsel yakın kızılötesi spektroskopi (fNIRS) ile egzersiz sırasında gerçek zamanlı bölgesel serebral oksijenasyon değişikliklerini izlemek mümkün olmuştur (Bhambhani ve ark., 2007; Shibuya ve Tachi, 2006; Suzuki ve ark., 2004).

¹ Bu çalışma Ankara Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Spor Sağlık Bilimleri Ana Bilim Dalında doktora tezi olarak yayınlanmıştır,

² Dr. Öğr. Üyesi, Erzurum Teknik Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, buzdagli@etu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-1809-5194

³ Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Antrenörlük Eğitimi Bölümü, mkoz@ankara.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5793-6999

kıda bulunacaktır. Egzersizi takiben, uyarılma ya da zihinsel canlanma (arousal), hızlandırılmış zihinsel süreci kolaylaştırmaya devam ederek bilişsel performansı geliştirmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma %50VO_{2maks}'ta uygulanan aerobik egzersizin bilişsel fonksiyonlardan dikkat, algıda seçicilik ve karar verme vb. yürütücü işlev mekanizmalarını artırdığını saptamıştır. %50VO_{2maks} yoğunluğundan sonra uygulanan bilişsel görev esnasında serebral kanlanmanın daha az olması bilişsel görev zorluğunu hafifleterek daha iyi sonuçlar elde edilebileceğini ortaya koymaktadır. Böylece, %50VO_{2maks} yoğunluğunda uygulanan egzersizin bilişsel performansı daha da kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Bu nedenle, %50VO_{2maks}'da uygulanan aerobik egzersizin pratikte önerilebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- ACSM. (2013). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Barry, B. K., & Enoka, R. M. (2007). The neurobiology of muscle fatigue: 15 years later. *Integrative and comparative biology*, 47(4), 465-473.
- Bhambhani, Y., Malik, R., & Mookerjee, S. (2007). Cerebral oxygenation declines at exercise intensities above the respiratory compensation threshold. *Respiratory physiology & neurobiology*, 156(2), 196-202.
- Boas, D. A., Elwell, C. E., Ferrari, M., & Taga, G. (2014). Twenty years of functional near-infrared spectroscopy: introduction for the special issue. *Neuroimage*, 85, 1-5.
- Bue-Estes, C. L., Willer, B., Burton, H., Leddy, J. J., Wilding, G. E., & Horvath, P. J. (2008). Short-term exercise to exhaustion and its effects on cognitive function in young women. *Perceptual and motor skills*, 107(3), 933-945.
- Burnley, M., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2012). Distinct profiles of neuromuscular fatigue during muscle contractions below and above the critical torque in humans. *Journal of applied physiology*, 113(2), 215-223.
- Carter, C. S., Macdonald, A. M., Botvinick, M., Ross, L. L., Stenger, V. A., Noll, D., & Cohen, J. D. (2000). Parsing executive processes: strategic vs. evaluative functions of the anterior cingulate cortex. *Proceedings of the national academy of sciences*, 97(4), 1944-1948.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E., Elavsky, S., Marquez, D. X., Hu, L., & Kramer, A. F. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 61(11), 1166-1170.
- De Souto Barreto, P., Delrieu, J., Andrieu, S., Vellas, B., & Rolland, Y. (2016). Physical activity and cognitive function in middle-aged and older adults: an analysis of 104,909 people from 20 countries. *Mayo Clinic Proceedings*, 91(11), 1515-1524.
- Ehlis, A., Herrmann, M., Wagener, A., & Fallgatter, A. (2005). Multi-channel near-infrared spectroscopy detects specific inferior-frontal activation during incongruent Stroop trials. *Biological psychology*, 69(3), 315-331.
- Eklblom, B., & Golobarg, A. N. (1971). The influence of physical training and other factors on the subjective rating of perceived exertion. *Acta Physiologica Scandinavica*, 83(3), 399-406.
- Endo, K., Matsukawa, K., Liang, N., Nakatsuka, C., Tsuchimochi, H., Okamura, H., & Hamaoka, T. (2013). Dynamic exercise improves cognitive function in association with increased prefrontal oxygenation. *The Journal of Physiological Sciences*, 63(4), 287-298.

- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., & White, S. M. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the national academy of sciences*, 108(7), 3017-3022.
- Fery, Y., Ferry, A., Hofe, A. V., & Rieu, M. (1997). Effect of physical exhaustion on cognitive functioning. *Perceptual and motor skills*, 84(1), 291-298.
- Fox, E. L., Bowers, R. W., & Foss, M. L. (1989). *The physiological basis of physical education and athletics*. William C Brown Pub.
- Friedman, D., Friberg, L., Mitchell, J., & Secher, N. (1991). Effect of axillary blockade on regional cerebral blood flow during static handgrip. *Journal of applied physiology*, 71(2), 651-656.
- Giller, C. A., Giller, A. M., Cooper, C. R., & Hatab, M. R. (2000). Evaluation of the cerebral hemodynamic response to rhythmic handgrip. *Journal of applied physiology*, 88(6), 2205-2213.
- Globus, M., Melamed, E., Keren, A., Tzivoni, D., Granot, C., Lavy, S., & Stern, S. (1983). Effect of exercise on cerebral circulation. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 3(3), 287-290.
- Günay, M., Tamer, K., & Cicioğlu, H. (2013). *Spor fizyolojisi ve performans ölçümü*. Gazi Kitapevi.
- Heckmann, J., Hilz, M., Mück-Weymann, M., & Neundörfer, B. (2000). Transcranial Doppler sonography-ergometer test for the non-invasive assessment of cerebrovascular autoregulation in humans. *Journal of the neurological sciences*, 177(1), 41-47.
- Hellstrom, G., Fischer-Colbrie, W., Wahlgren, N., & Jogestrand, T. (1996). Carotid artery blood flow and middle cerebral artery blood flow velocity during physical exercise. *Journal of applied physiology*, 81(1), 413-418.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature reviews neuroscience*, 9(1), 58-65.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., Drollette, E. S., Moore, R. D., Wu, C.-T., & Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids randomized controlled trial on executive control and brain function. *Pediatrics*, 134(4), e1063-e1071.
- Hogervorst, E., Riedel, W., Jeukendrup, A., & Jolles, J. (1996). Cognitive performance after strenuous physical exercise. *Perceptual and motor skills*, 83(2), 479-488.
- Jones, A. M., Wilkerson, D. P., DiMenna, F., Fulford, J., & Poole, D. C. (2008). Muscle metabolic responses to exercise above and below the "critical power" assessed using 31P-MRS. *American journal of physiology-regulatory, integrative and comparative physiology*, 294(2), R585-R593.
- Jorgensen, L. G., Perko, G., & Secher, N. H. (1992). Regional cerebral artery mean flow velocity and blood flow during dynamic exercise in humans. *Journal of applied physiology*, 73(5), 1825-1830.
- Kleinerman, J., & Sancetta, S. (1955). Effect of mild steady state exercise on cerebral and general hemodynamics of normal untrained subjects. *Journal of Clinical Investigation*, 34(6), 945-946.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*, 1341, 12-24.
- Lautenschlager, N. T., Cox, K. L., Flicker, L., Foster, J. K., Van Bockxmeer, F. M., Xiao, J., Greenop, K. R., & Almeida, O. P. (2008). Effect of physical activity on cognitive function in older adults at risk for Alzheimer disease: a randomized trial. *Jama*, 300(9), 1027-1037.
- Leung, H.-C., Skudlarski, P., Gatenby, J. C., Peterson, B. S., & Gore, J. C. (2000). An event-related functional MRI study of the Stroop color word interference task. *Cerebral cortex*, 10(6), 552-560.
- Lucas, S. J., Cotter, J. D., Brassard, P., & Bailey, D. M. (2015). High-intensity interval exercise and cerebrovascular health: curiosity, cause, and consequence. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 35(6), 902-911.
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E., & Pühse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 53(11), 1611-1626.
- McMorris, T., & Graydon, J. (2000). The effect of incremental exercise on cognitive performance. *International Journal of Sport Psychology*, 31(1), 66-81.
- McMorris, T., Hale, B. J., Corbett, J., Robertson, K., & Hodgson, C. I. (2015). Does acute exercise affect the performance of whole-body, psychomotor skills in an inverted-U fashion? A meta-a-

- analytic investigation. *Physiology & Behavior*, 141, 180-189.
- Moraine, J.-J., Lamotte, M., Berré, J., Niset, G., Leduc, A., & Naeijel, R. (1993). Relationship of middle cerebral artery blood flow velocity to intensity during dynamic exercise in normal subjects. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 67(1), 35-38.
- Nybo, L., & Nielsen, B. (2001). Middle cerebral artery blood velocity is reduced with hyperthermia during prolonged exercise in humans. *The Journal of physiology*, 534(1), 279-286.
- Pontifex, M. B., McGowan, A. L., Chandler, M. C., Gwizdala, K. L., Parks, A. C., Fenn, K., & Kamijo, K. (2019). A primer on investigating the after effects of acute bouts of physical activity on cognition. *Psychology of Sport and Exercise*, 40, 1-22.
- Poulin, M. J., Syed, R. J., & Robbins, P. A. (1999). Assessments of flow by transcranial Doppler ultrasound in the middle cerebral artery during exercise in humans. *Journal of applied physiology*, 86(5), 1632-1637.
- Querido, J. S., & Sheel, A. W. (2007). Regulation of cerebral blood flow during exercise. *Sports medicine*, 37(9), 765-782.
- Richardson, J. T. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational research review*, 6(2), 135-147.
- Rovio, S., Käreholt, I., Helkala, E.-L., Viitanen, M., Winblad, B., Tuomilehto, J., Soininen, H., Nissinen, A., & Kivipelto, M. (2005). Leisure-time physical activity at midlife and the risk of dementia and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 4(11), 705-711.
- Scheinberg, P., Blackburn, L. I., Rich, M., & Saslaw, M. (1954). Effects of vigorous physical exercise on cerebral circulation and metabolism. *The American journal of medicine*, 16(4), 549-554.
- Schroeter, M. L., Zysset, S., Kruggel, F., & Von Cramon, D. Y. (2003). Age dependency of the hemodynamic response as measured by functional near-infrared spectroscopy. *Neuroimage*, 19(3), 555-564.
- Schroeter, M. L., Zysset, S., Kupka, T., Kruggel, F., & Von Cramon, D. Y. (2002). Near-infrared spectroscopy can detect brain activity during a color-word matching Stroop task in an event-related design. *Human brain mapping*, 17(1), 61-71.
- Schroeter, M. L., Zysset, S., Wahl, M., & von Cramon, D. Y. (2004). Prefrontal activation due to Stroop interference increases during development—an event-related fNIRS study. *Neuroimage*, 23(4), 1317-1325.
- Shibuya, K., & Tachi, M. (2006). Oxygenation in the motor cortex during exhaustive pinching exercise. *Respiratory physiology & neurobiology*, 153(3), 261-266.
- Smith, K. J., & Ainslie, P. N. (2017). Regulation of cerebral blood flow and metabolism during exercise. *Experimental Physiology*, 102(11), 1356-1371.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.
- Suzuki, M., Miyai, I., Ono, T., Oda, I., Konishi, I., Kochiyama, T., & Kubota, K. (2004). Prefrontal and premotor cortices are involved in adapting walking and running speed on the treadmill: an optical imaging study. *Neuroimage*, 23(3), 1020-1026.
- Thomas, S. N., Schroeder, T., Secher, N. H., & Mitchell, J. H. (1989). Cerebral blood flow during submaximal and maximal dynamic exercise in humans. *Journal of applied physiology*, 67(2), 744-748.
- Verghese, J., Lipton, R. B., Katz, M. J., Hall, C. B., Derby, C. A., Kuslansky, G., Ambrose, A. F., Sliwinski, M., & Buschke, H. (2003). Leisure activities and the risk of dementia in the elderly. *New England Journal of Medicine*, 348(25), 2508-2516.
- Yanagisawa, H., Dan, I., Tsuzuki, D., Kato, M., Okamoto, M., Kyutoku, Y., & Soya, H. (2010). Acute moderate exercise elicits increased dorsolateral prefrontal activation and improves cognitive performance with Stroop test. *Neuroimage*, 50(4), 1702-1710.
- Zobl, E. G., Talmers, F. N., Christensen, R. C., & Baer, L. J. (1965). Effect of exercise on the cerebral circulation and metabolism. *Journal of applied physiology*, 20(6), 1289-1293.