

BÖLÜM 6

Farklı Egzersiz Protokollerinde İskemik Ön Koşullandırma (Oklüzyon-Reperfüzyon) Etkisinin İncelenmesi

Sibel TETİK DÜNDAR¹

GİRİŞ

Kalp-damar sistemi, doku veya organların işlevlerini kontrol edilebilmek için gerekli olan kan ihtiyacını karşılaması gerekmektedir. Bu ihtiyacın karşılanması sırasında yaşanacak olan denge ve kesinti sorunları ilgili doku ya da organdaki işlev bozukluğuna yol açarak iskemi durumunu ortaya çıkarmaktadır. Bu durumda yaşanan oklüzyon-reperfüzyon durumu (kan akımı kısıtlama ve tekrar serbestleme / yetersizlik-kanlanma) bazı doku-organ hasarlarına sebebiyet verebilmektedir. Aynı zamanda, yaşanan bu evrede bazı metabolit oluşumları nedeniyle farklı dokularda da negatif yönde etkilenmeler ortaya çıkabilmektedir. (1)

İskemik ön koşullandırma (kalp kası üzerinde) ilk olarak 1986 yılında uygulanmıştır. (2) Kalp kasında (miyokard), kalbi besleyen damarların (koroner) oklüzyonu (40 dakikalık) öncesi, reperfüzyon aralıkları (5' er dakikalık) düzenlenerek ilgili damarların tıkanması sonucunda hücrelerdeki ölüm (nekroz) oranı (yaklaşık %75) oldukça azalmıştır. (3,4) İskemik ön koşullandırmada deneyi; hayvanlarda (köpek) yapılan, ölümcül olmayan, kardiyak iskemi-reperfüzyon aralıklarının daha sonra uzun süreli kardiyak iskemiye karşı koruma sağladığını gösteren bir deneydir. Kısa aralıklı oklüzyon-reperfüzyon döngülerine ve ardından hiperemiye maruz kalmadan oluşan iskemik ön koşullandırmanın (iskemik preconditioning / IPC) dokuları iskemiye karşı koruduğu kanıtlanmıştır. (2)

¹ Dr., Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, s_tetik55@hotmail.com

olumsuz etki anlamında net ve ortak bir yargı tablosu sunmamaktadır.

Yapılan incelemeler sonucunda; kaslara dıştan yapılan basınç oranı arttıkça kasılma şiddetinin de arttığını, normal kanlanma oranında (perfüzyon) artışların yaşandığı ortaya çıkmıştır. Özellikle üst uzuvlarda bu uygulamanın yapılması daha fazla O₂ kullanıldığına, yine bu işlemde üst uzuvların (kollarda), alt uzuvlardan (bacaklardan) daha çok etkilendiğine dikkat çekilmektedir.

Cinsiyete göre bu çalışma tarzının etkileri düşünüldüğünde, çalışma sonuçlarında daha çok erkeklerde olumlu etkiler görülürken, kadınlardaki etkinin olumsuz yönde olduğu ve işlemin kadınlarda oldukça dikkat edilerek uygulanması gerektiği sonucuna varılmıştır.

İskemik ön koşullandırma uygulamasının, kuvvet parametreleri, aerobik ve anaerobik güç çıktıları üzerinde etkili bir iyileşme yarattığı, fakat kısa süreli sprint çalışmaları üzerinde herhangi bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir.

Literatür araştırmasında, bu konuda yapılan, daha çok akut çalışmaların olduğu, kronik olarak yapılan çalışmalarda da etkilerin devam ettiği belirlenmiştir.

Sonuç olarak, iskemik ön koşullandırma uygulamasının atletik performans üzerinde olumlu etkilerinin olduğu kadar olumsuz etkilerinin de olduğu görülmüştür. Bu nedenle, homojen gruplarda, farklı yaş gruplarında ayrı ayrı, daha çok deneğin yer aldığı ve daha çok tekrarlarla yapılan çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Güneş TÜ, Badak Mİ, Kurtoğlu, T. Rat alt ekstremite iskemi-reperfüzyon modelinde iskemik önkoşullama ve ardkoşullamanın erken dönem etkileri. *Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 2011; 12 (3), 21-27.
2. Murry CE, Jennings RB, Reimer, KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*, 1986; 74 (5), 1124-36. Doi: 10.1161/01.cir.74.5.1124.
3. Midwall J, Ambrose J, Pichard, A. Angina pectoris before and after myocardial infarction. *Chest.*, 1982; 81 (6), 681-6. Doi: 10.1378/chest.81.6.681.
4. Matsuda M, Matsuda Y, Ogawa, H. Angina pectoris before and during acute myocardial infarction: relation to degree of physical activity. *Am J Cardiol.*, 1985; 55 (11), 1255-8. Doi: 10.1016/0002-9149(85)90484-9.
5. Marocolo M, da Mota GR, Pelegrini, V. Are the beneficial effects of ischemic preconditioning on performance partly a placebo effect? *Int J Sports Med*, 2015; 36 (10), 822-5. Doi: 10.1055/s-0035-1549857.
6. Kilduff LP, Finn CV, Baker, JS. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. *Int J Sports Physiol Perform.*, 2013; 8 (6), 677-81. Doi: 10.1123/ijsp.8.6.677.
7. Tapuria N, Kumar Y, Habib, MM. Remote ischemic preconditioning: a novel protective

- method from ischemia reperfusion injury--a review. *J Surg Res.*, 2008; 150 (2), 304-30. Doi: 10.1016/j.jss.2007.12.747.
8. Berger MM, Macholz F, Mairbaur, H. Remote ischemic preconditioning for prevention of high-altitude diseases: fact or fiction? *J Appl Physiol.*, 2015; 119 (10), 1143-51. Doi: 10.1152/jappphysiol.00156.2015.
 9. Beaven CM, Cook CJ, Kilduff, L. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2012; 37 (6), 1132-9. Doi: 10.1139/h2012-101.
 10. de Groot PCE, Thijssen DHJ, Sanchez, M. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *Eur J Appl Physiol.*, 2010; 108 (1), 141-6. Doi: 10.1007/s00421-009-1195-2
 11. Bailey TG, Jones H, Gregson, W. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. *Med Sci Sports Exerc.*, 2012; 44 (11), 2084-9. Doi: 10.1249/MSS.0b013e318262cb17.
 12. Kjeld T, Rasmussen MR, Jattu, T. Ischemic preconditioning of one forearm enhances static and dynamic apnea. *Med Sci Sports Exerc.*, 2014; 46 (1), 151-5. Doi: 10.1249/MSS.0b013e3182a4090a.
 13. Suga T, Okita K, Takada, S. Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *Eur J Appl Physiol.*, 2012; 112 (11), 3915-20. Doi: 10.1007/s00421-012-2377-x.
 14. Takarada Y, Takazawa H, Sato, Y. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol.*, 2000; 88 (6), 2097-106. Doi: 10.1152/jappphysiol.2000.88.6.2097.
 15. Fry CS, Glynn EL, Drummond, MJ. Blood flow restriction exercise stimulates mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. *J Appl Physiol.*, 2010; 108 (5), 1199-209. Doi: 10.1152/jappphysiol.01266.2009.
 16. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel, H. Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Med Sci Sports Exerc.*, 2012; 44 (3), 406-12. Doi: 10.1249/MSS.0b013e318233b4bc.
 17. Nielsen JL, Aagaard P, Bech, RD. Proliferation of myogenic stem cells in human skeletal muscle in response to low-load resistance training with blood flow restriction. *J Physiol.*, 2012; 590 (17), 4351-61. Doi: 10.1113/jphysiol.2012.237008.
 18. Enko K, Nakamura K, Yunoki, K. Intermittent arm ischemia induces vasodilatation of the contralateral upper limb. *J Physiol Sci.*, 2011; 61 (6), 507-13. Doi: 10.1007/s12576-011-0172-9.
 19. Balsom PD, Gaitanos GC, Ekblom, B. Reduced oxygen availability during high intensity intermittent exercise impairs performance. *Acta Physiol Scand.*, 1994; 152 (3), 279-85. Doi: 10.1111/j.1748-1716.1994.tb09807.x.
 20. Billaut F, Buchheit, M. Repeated-sprint performance and vastus lateralis oxygenation: effect of limited O₂ availability. *Scand J Med Sci Sports*, 2013; 23 (3), e185-93. Doi: 10.1111/sms.12052.
 21. Paradis-Deschenes P, Joannis DR, Billaut F. Ischemic preconditioning increases muscle perfusion, oxygen uptake, and force in strength-trained athletes. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2016; 41 (9), 938-44. Doi: 10.1139/apnm-2015-0561.
 22. Saltin B, Radegran G, Koskolou, MD. Skeletal muscle blood flow in humans and its regulation during exercise. *Acta Physiol Scand.*, 1998; 162 (3), 421-36. Doi: 10.1046/j.1365-201X.1998.0293e.x.
 23. Wigmore DM, Damon BM, Pober DM. MRI measures of perfusion-related changes in human skeletal muscle during progressive contractions. *J Appl Physiol.*, 2004; 97 (6), 2385-94. Doi: 10.1152/jappphysiol.01390.2003.
 24. American College of Sports Medicine. American college of sports medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.*, 2009; 41

- (3), 687-708. Doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670.
25. Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki, M. Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow-restricted low intensity resistance training. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2011; 31 (5), 347-51. Doi: 10.1111/j.1475-097X.2011.01022.x.
 26. Scott BR, Slattery KM, Sculley, DV. Hypoxia and resistance exercise: a comparison of localized and systemic methods. *Sports Med.*, 2014; 44 (8), 1037-54. Doi: 10.1007/s40279-014-0177-7.
 27. Loenneke JP, Wilson GJ, Wilson, JM. A mechanistic approach to blood flow occlusion. *Int J Sports Med.*, 2010; 31 (1), 1-4. Doi: 10.1055/s-0029-1239499.
 28. Hanke AA, Wiechmann K, Suckow, P. Effectiveness of blood flow restriction training in competitive sports. *Unfallchirurg*, 2020; 123, 176-179. Doi: <https://doi.org/10.1007/s00113-020-00779-6>.
 29. Abe T, Kawamoto K, Yasuda, T. Eight days KAATSU-resistance training improved sprint but not jump performance in collegiate male track and field athletes. *International Journal of Kaatsu Training Research*, 2005; 1, 19-23. Doi: 10.3806/IJKTR.1.19.
 30. Luebbers PE, Fry AC, Kriley, LM. The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. *J Strength Cond Res.*, 2014; 28 (8), 2270-80. Doi: 10.1519/JSC.0000000000000385.
 31. Manimmanakorn A, Hamlin MJ, Ross, JJ. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *J Sci Med Sport*, 2013; 16 (4), 337-42. Doi: 10.1016/j.jsams.2012.08.009.
 32. Yamanaka T, Farley RS, Caputo, JL. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *J Strength Cond Res.*, 2012; 26 (9), 2523-9. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31823f2b0e.
 33. Cook CJ, Kilduff LP, Beaven, CM. Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. *Int J Sports Physiol Perform.*, 2014; 9 (1), 166-72. Doi: 10.1123/ijsp.2013-0018.
 34. Park S, Kim JK, Choi, HM. Increase in maximal oxygen uptake following 2-week walk training with blood flow occlusion in athletes. *Eur J Appl Physiol.*, 2010; 109 (4), 591-600. Doi: 10.1007/s00421-010-1377-y.
 35. Kilding AE, Sequeira GM, Wood, MR. Effects of ischemic preconditioning on economy, VO_2 kinetics and cycling performance in endurance athletes. *Eur J Appl Physiol.*, 2018; 118 (12), 2541-2549. Doi: 10.1007/s00421-018-3979-8.
 36. de Oliveira Cruz RS, de Aguiar RA, Turnes, T. Effects of ischemic preconditioning on maximal constant-load cycling performance. *J Appl Physiol.*, 2015; 119 (9), 961-7. Doi: 10.1152/jappphysiol.00498.2015.
 37. Incognito AV, Burr JF, Millar, PJ. The effects of ischemic preconditioning on human exercise performance. *Sports Med.*, 2016; 46 (4), 531-44. Doi: 10.1007/s40279-015-0433-5.
 38. Marocolo M, da Mota GR, Simim, MAM. Myths and facts about the effects of ischemic preconditioning on performance. *Int J Sports Med.*, 2016; 37 (2), 87-96. Doi: 10.1055/s-0035-1564253.
 39. Salvador AF, De Aguiar RA, Lisboa, FD. Ischemic preconditioning and exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Int J Sports Physiol Perform.*, 2016; 11 (1), 4-14. Doi: 10.1123/ijsp.2015-0204.
 40. Gatin, PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.*, 2001; 31 (10), 725-41. Doi: 10.2165/00007256-200131100-00003.
 41. Gatin PB, Costill DL, Lawson, DL. Accumulated oxygen deficit during supramaximal all-out and constant intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc.*, 1995; 27 (2), 255-63.
 42. Cunniffe B, Sharma V, Cardinale, M. Characterization of muscle oxygenation response to vascular occlusion: Implications for remote ischaemic preconditioning and physical

- performance. *Clin Physiol Funct Imaging*, 2017; 37 (6), 785-793. Doi: 10.1111/cpf.12353.
43. Brown H, Binnie MJ, Dawson, B. Factors affecting occlusion pressure and ischemic preconditioning. *Eur J Sport Sci.*, 2018; 18 (3), 387-396. Doi: 10.1080/17461391.2017.1421712.
 44. McCall GE, Byrnes WC, Fleck, SJ. Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Can J Appl Physiol.*, 1999; 24 (1), 96-107. Doi: 10.1139/h99-009.
 45. Pearson SJ, Hussain, SR. A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Med.*, 2015; 45 (2), 187-200. Doi: 10.1007/s40279-014-0264-9.
 46. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Laurentino, G. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol.*, 2015; 115 (12), 2471-80. Doi: 10.1007/s00421-015-3253-2.
 47. Slysz J, Stultz J, Burr, JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 2016; 19 (8), 669-75. Doi: 10.1016/j.jsams.2015.09.005.
 48. Lindsay A, Petersen C, Blackwell, G. The effect of 1 week of repeated ischaemic leg preconditioning on simulated keirin cycling performance: A randomised trial. *BMJ Open Sport Exerc Med.*, 2017; 3 (1), e000229. Doi: 10.1136/bmjsem-2017-000229.
 49. Banks L, Wells GD, Clarizia, NA. Short-term remote ischemic preconditioning is not associated with improved blood pressure and exercise capacity in young adults. *Appl Physiol Nutr Metab.*, 2016; 41 (8), 903-6. Doi: 10.1139/apnm-2016-0024.
 50. Gibson N, White J, Neish, M. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. *Int J Sports Physiol Perform.*, 2013; 8 (6), 671-6. Doi: 10.1123/ijsp.8.6.671.
 51. Jean-St-Michel E, Manlhiot C, Li, J. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc.*, 2011; 43 (7), 1280-6. Doi: 10.1249/MSS.0b013e318206845d.
 52. Crisafulli A, Tangianu F, Tocco, T. Ischemic preconditioning of the muscles improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. *J Appl Physiol.*, 2011; 111 (2), 530-6. Doi: 10.1152/jappphysiol.00266.2011.
 53. Horiuchi M, Endo J, Thijssen, DHJ. (2015). Impact of ischemic preconditioning on functional sympatholysis during handgrip exercise in humans. *Physiol Rep.*, 2015; 3 (2), e12304. Doi: 10.14814/phy2.12304.
 54. Kido K, Suga T, Tanaka, D. Ischemic preconditioning accelerates muscle deoxygenation dynamics and enhances exercise endurance during the work-to-work test. *Physiol Rep.*, 2015; 3 (5), e12395. Doi: 10.14814/phy2.12395.
 55. Paradis-Deschenes P, Joannis DR, Billaut, F. Sex-specific impact of ischemic preconditioning on tissue oxygenation and maximal concentric force. *Front Physiol.*, 2017; 5 (7), 674. Doi: 10.3389/fphys.2016.00674.
 56. Schlager O, Gschwandtner ME, Herberg, K. Correlation of infrared thermography and skin perfusion in raynaud patients and in healthy controls. *Microvasc Res.*, 2010; 80 (1), 54-7. Doi: 10.1016/j.mvr.2010.01.010
 57. Kimura M, Ueda K, Goto, C. Repetition of ischemic preconditioning augments endothelium-dependent vasodilation in humans: role of endothelium-derived nitric oxide and endothelial progenitor cells. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.*, 2007; 27 (6), 1403-10. Doi: 10.1161/ATVBAHA.107.143578.
 58. Kellogg Jr, DL. In vivo mechanisms of cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans during thermoregulatory challenges. *J Appl Physiol.*, 2006; 100 (5), 1709-18. Doi: 10.1152/jappphysiol.01071.2005.
 59. Charkoudian, N. Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. *J Appl Physiol.*, 2010; 109 (4), 1221-8. Doi: 10.1152/jappphysiol.00298.2010.
 60. Wong BJ, Hollowed, CG. Current concepts of active vasodilation in human skin. *Temperature*

- (Austin), 2017; 4 (1), 41-59. Doi: 10.1080/23328940.2016.1200203.
61. Kooijman M, Thijssen DH, de Groot, PC. Flow-mediated dilatation in the superficial femoral artery is nitric oxide mediated in humans. *J Physiol.*, 2008; 586 (4), 1137-45. Doi: 10.1113/jphysiol.2007.145722.
 62. Bushell AJ, Klenerman L, Taylor, S. Ischaemic preconditioning of skeletal muscle. 1. protection against the structural changes induced by ischaemia/reperfusion injury. *J Bone Joint Surg Br.*, 2002; 84 (8), 1184-8. Doi: 10.1302/0301-620x.84b8.9361.
 63. Kraus AS, Pasha EP, Machin, DR. Bilateral upper limb remote ischemic preconditioning improves anaerobic power. *The Open Sports Medicine Journal*, 2015; 9, 1-6. Doi: 10.2174/1874387001509010001.
 64. Tokish JM, Kocher MS, Hawkins, RJ. Ergogenic aids: a review of basic science, performance, side effects, and status in sports. *Am J Sports Med.*, 2004; 32 (6), 1543-53. Doi: 10.1177/0363546504268041.
 65. Paixão RC, da Mota GR, Marocolo, M. Acute effect of ischemic preconditioning is detrimental to anaerobic performance in cyclists. *Int J Sports Med.*, 2014; 35 (11), 912-5. Doi: 10.1055/s-0034-1372628.
 66. Foster GP, Westerdahl DE, Foster, LA. Ischemic preconditioning of the lower extremity attenuates the normal hypoxic increase in pulmonary artery systolic pressure. *Respir Physiol Neurobiol.*, 2011; 179 (2-3), 248-53. Doi: 10.1016/j.resp.2011.09.001.
 67. Clevidence MW, Mowery RE, Kushnick, MR. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. *Eur J Appl Physiol.*, 2012; 112 (10), 3649-54. Doi: 10.1007/s00421-012-2345-5.