

EGZERSİZE BAZI HORMONAL CEVAPLAR

Hakkı GÖKBEL*, Çiğdem DÖLEK**

ÖZET

Egzersiz sırasında veya sonrasında çeşitli hormonların kan konsantrasyonlarında değişiklik meydana gelmekte, ayrıca antrenmanlara bağlı olarak zamanla hormonların istirahatteki ve egzersiz sırasındaki konsantrasyonlarında farklılık ortaya çıkabilmektedir. Egzersiz sırasında ve antrenmanlarla vücut fonksiyonlarında oluşan değişikliklerin anlaşılabilmesi için egzersize hormonal cevapların bilinmesi gereklidir. Bu derlemede egzersizle ve antrenmanlarla çeşitli hormonlarda oluşan değişiklikler ele alınmaktadır.

Anahtar sözcükler: Egzersiz, antrenman, hormonal cevaplar.

SUMMARY

HORMONAL RESPONSES TO EXERCISE

Blood concentrations of various hormones change during and after exercise and may alter at rest and at exercise with training. For understanding the changes of body functions during exercise and with training, hormonal responses to exercise should be known. In this review, alterations of various hormones with exercise and training are discussed.

Key words: Exercise, training, hormonal responses.

* Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Konya

** Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi, Konya

Egzersizle çeşitli hormonların kan konsantrasyonlarında artma ya da azalma meydana gelir. Bu değişiklikler ya hormonun salgılanma veya kandan uzaklaştırılma hızının değişmesine, ya da egzersiz sırasında ortaya çıkan plazma volüm değişikliklerine bağlıdır. Bu derlemede çeşitli hormonların kan konsantrasyonlarında egzersiz sırasında veya sonrasında oluşan akut değişiklikler ve antrenmanlara bağlı olarak gelişen uzun süreli değişimler ele alınacaktır.

Tiroid Hormonları

Enerji metabolizmasına etkili oldukları ve diğer hormonlara sinerjik etkilerde buldukları için tiroid hormonları ile fiziksel aktivite arasındaki ilişki birçok araştırmaya konu olmuştur. Egzersizle T_4 'ün hem kullanımı, hem de salgılanması artar (25,32). Antrenman yapan kişilerde tiroid hormonu salgılanma hızının artışı, tiroid stimulan hormonun (TSH) artması ile açıklanabilir (7). Amenoreli sporcularda TSH konsantrasyonları normal olmasına rağmen, tiroid hormonlarında azalma vardır (26).

Büyüme Hormonu

Büyüme hormonu düzeyinin ağır egzersizlerde arttığı (6,28) ve bu artışın serbest yağ asidi mobilizasyonunda önemli rol oynadığı bilinmektedir (2). Bu artış, yağdan zengin beslenmede karbonhidrattan zengin beslenmeye göre daha fazladır (35). Büyüme hormonu egzersiz başladık-tan 5-10 dakika sonra artmaya başlar. Bazı ağır direnç egzersizi protokollerinden sonra büyüme hormonu artar, bazı protokollerden sonra ise artış görülmez (22). Egzersiz sırasında büyüme hormonu konsantrasyonunun artmasında sempatik sistemin de rolü bulunmaktadır (33). Egzersize büyüme hormonu cevabı kişinin antrenman durumuyla ilgilidir. Antrenmanlı kişide egzersizle büyüme hormonu artışı antrenmansız kişiye oranla daha azdır (1). Yorucu bir egzersizden sonraki toparlanma döneminde büyüme hormon konsantrasyonunun normale dönüşü antrenmanlı kişide, antrenmansız kişiye oranla daha hızlıdır. Büyüme hormonu eksikliği olan kişilerde egzersiz alışkanlığının değiştirilmesiyle büyüme hormonu sekresyonunun arttırılabileceği düşünülmektedir (13).

İnsülin ve Glukagon

Egzersiz sırasında insülin düzeyi azalırken (19) glukagon artar (15). Kısa süreli yoğun egzersizlerde ise glukagon konsantrasyonu azalır (19). İnsülin konsantrasyonunun azalmasının nedeni alfa-adrenerjik stimülasyona bağlı insülin sekresyonundaki düşüştür (41). Anaerobik egzersizlerde ise insülinin arttığı ve bunun farklı glikoz cevaplarına bağlı olduğu ileri sürülmektedir (7). Naveri ve arkadaşları (28) 90 dakikalık koşu egzersizinden sonra azalan insülinin, 45 dakikalık egzersizden sonra arttığını bulmuşlardır. Fiziksel aktivite azlığının insülin rezistansı ve hiperinsülinemi ile birlikte olduğu bilinmektedir (31). Sağlıklı kişilerde antrenmanlar kan insülin seviyelerini etkilememekte (23,24), insüline duyarlılığı arttırmaktadır. Eksantrik egzersizler hiperglisemiye karşı insülin cevabını arttırır (18).

Glikokortikoidler

Adrenal korteksin egzersize cevabı egzersizin tipine ve şiddetine göre değişir. Hafif egzersizlerde kan glikokortikoid düzeyi değişiklikleri anlamlı değildir. Eforun şiddeti arttıkça kan glikokortikoid düzeyi de artarak glikoneojenezi ve lipolizi uyarır ve antienflamatuar etkide bulunur (32). Egzersize kortizol cevabını sirkadyen ritm etkileyebilir (36). Antrenmanlı kişilerde hipofizoadrenokortikal sistemde adaptif değişiklikler oluşur (38,40). Anabolik ve katabolik aktivite arasındaki dengeyi ifade etmek için kullanılan serbest testosteron/kortizol oranı elit kadın kürekçilerde antrenman yoğunluğunun arttığı dönemlerde azalırken, antrenman yoğunluğunun azaldığı dönemlerde artar (37).

Adrenalin ve Noradrenalin

Egzersiz şiddeti arttıkça katekolamin konsantrasyonu artar (19). Anaerobik egzersizlerde adrenalin ve noradrenalin artışı aerobik egzersizlere göre daha belirgindir (17). Aerobik egzersizlerde noradrenalin artışı, adrenaline göre daha fazladır (17,28). Egzersiz basamaklarının süresi 1 dakika yerine 3 dakika olursa katekolamin daha fazla artar (10). Statik egzersizlerde adrenalin artışı dinamik egzersizlere göre daha belirgindir (19). Egzersizle adrenalin artışı erkeklerde ve kadınlarda benzerdir ve sekresyon hızının artmasına bağlıdır. Egzersizle artan adrenalinin kaynağı daha çok adrenal medulla, noradrenalinin kaynağı ise aktif iskelet kaslarıdır (19). Egzersiz sonrası katekolamin konsantrasyonları yükseltide, deniz seviyesindekinden düşüktür (42).

Antrenmanlı kişilerde egzersizle adrenalın ve noradrenalin artışı daha azdır. Submaksimal egzersizde kalp atım sayılarının daha az oluşu bunun kanıtıdır. Antrenmanın istirahatteki adrenalın ve noradrenalin düzeyleri üzerine etkisi tartışmalıdır. Deuster ve arkadaşları (5) antrenmanlılarda adrenalın ve noradrenalin düzeylerinin sedanterlerinkinden farksız olduğunu göstermişlerdir. Elit dayanıklılık sporcusu kadınlarda antrenmanlar bırakıldığında katekolaminlerin azaldığı görülmüştür (14). Bisiklet ergometresinde VO_{2max} 'ın % 30, 45, 60 ve 75'inde yük uygulandığında adrenalın ve noradrenalin değerlerinin bisikletçilerde ve sedanterlerde benzer olduğu ve egzersizden 5 dakika sonra bisikletçilerde katekolamin artışının daha az olduğu saptanmıştır (26). Kronik kalp hastalarında egzersize katekolamin cevabı sağlam kişilerdekine benzerdir (30).

Renin-angiotensin, Aldosteron ve Antidiüretik Hormon

Egzersiz vücuttan sodyum ve su atılışını azaltan ve homeostazise yardımcı olan hormonların artmasına neden olur (1). Egzersizde renin aktivitesi ile aldosteron ve antidiüretik hormon salınımları artar. Renin aktivitesindeki artış egzersiz şiddeti ile orantılıdır. Hafif egzersizlerde reninde ya hiç artış olmaz ya da az bir artış görülür. Submaksimal yüzmede hipertermi riski minimal olduğu için genellikle terleme yoktur, idrar miktarı az oranda artar. Bu yüzden su dışında yapılan egzersizlerde görülen aldosteron ve antidiüretik hormon artışı yüzme sırasında meydana gelmez (29).

Opioid Peptidler

Anaerobik eşiğin üzerindeki egzersizlerde egzersizin şiddetine bağlı olarak β -endorfin düzeyi 5 katına kadar artabilir (8,34). Supramaksimal egzersizlerde β -endorfin oluşumu antrenmanlılarda % 50 daha fazladır. β -endorfin sporcularda öfori meydana getirir, yorgunluk, ağrı, endişe hissini azaltır (1).

Östrojenler

Östrojenler egzersiz şiddeti ile doğru orantılı olarak egzersiz boyunca artar. Bu artış klirens hızının azalmasına bağlanabilir (16).

Prolaktin

Yüzücülerde ve koşucularda ilk menstruasyon, sporcu olmayanlara göre daha geç başlar. Dünya çapındaki jimnastikçilerde puberte başlangıcı genellikle birkaç yıl gecikir. Menarş yaşının gecikmesinin, egzersiz sırasında artan prolaktinin overlerin olgulaşmasını önlemesine bağlı olduğu öne sürülmektedir.

Testosteron

Yapılan çalışmalarda plazma testosteronunun kısa süreli yoğun egzersizle arttığı ve bu artışın kan laktat konsantrasyonu ile ilişkili olduğu bulunmuştur (9). Gerçekten de yeni bir çalışmada (27) ratlarda laktatın testiküler cAMP üretimini artırarak testosteron düzeyini yükselttiği gösterilmiştir. Daha uzun süreli submaksimal egzersizlerde ise egzersizin süresine ve şiddetine bağlı olarak testosteron düzeyi artabilir (7,17) veya azalabilir (4). Ağırlık egzersizleri sonrasında testosteron artışı erkeklerde anlamlı olup kadınlarda anlamlı olmamasına rağmen, androstenedion konsantrasyonundaki artış hem erkeklerde hem de kadınlarda anlamlıdır (39). Testosteron artışı kullanılan kas kitlesi ile orantılıdır (20) ve egzersizde oluşan plazma volüm değişikliklerine bağlanabilir (21). Serbest testosteron konsantrasyonları artarken özgül seks hormonu bağlayıcı globulin konsantrasyonu değişmez. Egzersizde testosteron artışı gonadotropin stimülasyonu olmaksızın testiküler üretimin artışına bağlıdır (4). Bazı araştırmacılar (3) ise egzersizde görülen testosteron artışının, azalan karaciğer kan akımına bağlı olarak testosteron klirens hızının azalmasının sonucu olduğunu iddia etmektedirler.

Serbest testosteron konsantrasyonu dayanıklılık antrenmanları ile % 19-25 azalır (24). Bu düşüş dayanıklılık antrenmanlarının yol açtığı üreme sistemi anormalliklerinden biridir (11). Sürantrenman serbest testosteron düzeylerini değiştirmez (23). Kadınlarda kısa süreli yoğun ağırlık antrenmanları serbest testosteron düzeyinde değişikliğe yol açmaz (12).

Egzersizde meydana gelen hormonal değişikliklerle ilgili birçok çalışma yapılmasına rağmen; testosteron, büyüme hormonu, katekolaminler ve tiroid hormonları dışında kalan hormonların kan konsantrasyonlarının farklı şiddet, süre, rakım ve antrenman durumunda yapılan egzersizlerde nasıl ve neye bağlı olarak değiştikleri tam olarak ortaya ko-

nulamamıştır. Yapılacak çalışmaların bu hormonlara ve farklı egzersiz koşullarına yönelmesi uygun görülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akgün N: *Egzersiz Fizyolojisi*. 1. cilt, 5. baskı, İzmir, Ege Üniversitesi Basımevi, 1994, s. 99-109.
2. Astrand PO, Rodahl K: *Textbook of Work Physiology*. 3rd ed., Singapore., McGraw-Hill, 1987, p. 561.
3. Cadoux-Hudson TA, Few JD, Imms FJ: The effect of exercise on the production and clearance of testosterone in well trained young men. *Eur J Appl Physiol* **54**: 321-5, 1985.
4. Cumming DC, Brunsting LA, Strich G, Ries AL, Rebar RW: Reproductive hormone increases in response to acute exercise in man. *Med Sci Sports Exerc* **18**: 369-73, 1986.
5. Deuster PA, Chrousos GP, Luger A, et al.: Hormonal and metabolic responses of untrained, moderately trained, and highly trained men to three exercise intensities. *Metabolism* **38**: 141-8, 1989.
6. Felsing NE, Brasel JA, Cooper DM: Effect of low and high intensity exercise on circulating growth hormone in men. *J Clin Endocrinol Metab* **75**: 157-62, 1992.
7. Galbo H, Hummer L, Petersen IB, Christensen NJ, Bie N: Thyroid and testicular hormone responses to graded and prolonged exercise in man. *J Appl Physiol* **36**:101-6, 1977.
8. Goldfarb AH, Hatfield BD, Armstrong D, Potts J: Plasma beta-endorphin concentration: Response to intensity and duration of exercise. *Med Sci Sports Exerc* **22**: 241-4, 1990.
9. Gökbel H, Dölek Ç, Bediz CŞ, Kara M, Vural H: The relationship of lactic acid and total testosterone levels after the Wingate test. *Turk J Med Sci* **26**: 201-2, 1996.
10. Gullestad L, Myers J, Bjornerheim R, et al.: Gas exchange and neurohumoral response to exercise: Influence of the exercise protocol. *Med Sci Sports Exerc* **29**: 496-502, 1997.
11. Hackney AC. The male reproductive system and endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc* **28**: 180-9, 1996.
12. Hakkinen K, Pakarinen A, Kallinen M: Neuromuscular adaptations and serum hormones in women during short-term intensive strength training. *Eur J Appl Physiol* **64**: 106-11, 1992.
13. Hartman ML, Veldhuis JD, Thorner MO: Normal control of growth hormone secretion. *Horm Res* **40**: 37-47, 1993.

14. Herring JL, Mole PA, Meredith CN, Stern JS: Effect of suspending exercise training on resting metabolic rate in women. *Med Sci Sports Exerc* **24**: 59-65, 1992.
15. Kaciuba-Uscilko H, Kruk B, Szczpaczewska M, et al: Metabolic, body temperature and hormonal responses to repeated periods of prolonged cycle-ergometer exercise in men. *Eur J Appl Physiol* **64**: 26-31, 1992.
16. Keizer HA, Poortmans J, Bunnik GSJ: Influence of physical exercise on sex-hormone metabolism. *J Appl Physiol* **48**: 765-9, 1980.
17. Kindermann W, Schnabel A, Schmitt WM, Biro G, Cassens J, Weber F: Catecholamines, growth hormone, cortisol, insulin, and sex hormones in anaerobic and aerobic exercise. *Eur J Appl Physiol* **49**: 389-99, 1982.
18. King DS, Feltmeyer TL, Baldus PJ, Sharp RL, Nespor J: Effects of eccentric exercise on insulin secretion and action in humans. *J Appl Physiol* **75**: 2151-6, 1993.
19. Kjaer M: Regulation of hormonal and metabolic responses during exercise in humans. *Exerc Sport Sci Rev* **20**: 161-84, 1992.
20. Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, et al: Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med* **12**: 228-35, 1991.
21. Kraemer RR, Kilgore JL, Kraemer GR, Castracane VD: Growth hormone, IGF-I, and testosterone responses to resistive exercise. *Med Sci Sports Exerc* **24**: 1346-52, 1992.
22. Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, et al: Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* **69**: 1442-50, 1990.
23. Lehmann M, Gastmann U, Petersen KG, et al: Training-overtraining: Performance and hormone levels, after a defined increase in training volume versus intensity in experienced middle- and long-distance runners. *Br J Sports Med* **26**: 233-42, 1992.
24. Lehmann M, Knizia K, Gastmann U, et al: Influence of 6-week, 6 days per week, training on pituitary function in recreational athletes. *Br J Sports Med* **27**: 186-92, 1993.
25. Liewendahl K, Helenius T, Naveri H, Tikkanen H: Fatty acid-induced increase in serum dialyzable free thyroxine after physical exercise: Implication for nonthyroidal illness. *J Clin Endocrinol Metab* **74**: 1361-5, 1992.
26. Loucks AB, Laughlin GA, Mortola JF, Girton L, Nelson JC, Yen SS: Hypothalamic-pituitary-thyroidal function in eumenorrheic and amenorrheic athletes. *J Clin Endocrinol Metab* **75**: 514-8, 1992.
27. Lu S, Lau C, Tung Y, et al: Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: Evidence for the involvement of a cAMP-mediated mechanism. *Med Sci Sports Exerc* **29**: 1048-54, 1997.

28. Naveri H, Kuoppasalmi K, Harkönen M. Metabolic and hormonal changes in moderate and intense long-term running exercises. *Int J Sports Med* **6**: 276-81, 1985.
29. Reilly T: Swimming. In: *Physiology of Sports*. Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, Eds. Suffolk, E&FN Spon, 1990, pp. 217-57.
30. Riley M, Bell N, Elborn JS, Stanford CF, Buchanan KD, Nicholls DP: Metabolic response to graded exercise in chronic heart failure. *Eur Heart J* **14**: 1484-8, 1993.
31. Saito I, Nishino M, Kawabe H, et al.: Leisure time physical activity and insulin resistance in young obese students with hypertension. *Am J Hypertens* **5**: 915-8, 1992.
32. Shephard RJ: *Exercise Physiology*. Toronto, BC Decker Inc. 1987, p. 41.
33. Schnabel A, Kindermann W, Steinkraus V, Salas-Fraire O, Biro G: Metabolic and hormonal responses to exhaustive supramaximal running with and without β -adrenergic blockade. *Eur J Appl Physiol* **52**: 214-8, 1984.
34. Schwarz L, Kindermann W: Changes in β -endorphin levels in response to aerobic and anaerobic exercise. *Sports Med* **13**: 25-36, 1992.
35. Quirion A, Brisson G, deCarufel D, Laurencelle L, Therminarias A, Vogelaere P: Influence of exercise and dietary modifications on plasma human growth hormone, insulin and FFA. *J Sports Med Phys Fitness* **28**: 352-3, 1988.
36. Thuma JR, Gilders R, Verdun M, Loucks AB. Circadian rhythm of cortisol confounds cortisol responses to exercise: Implications for future research. *J Appl Physiol* **78**: 1657-64, 1995.
37. Vervoon C, Vermulst LJM, Boelens-Quist AM, et al: Seasonal changes in performance and free testosterone:cortisol ratio of elite female rowers. *Eur J Appl Physiol* **64**: 14-21, 1992.
38. Viru A, Karelson K, Smirnova T: Stability and variability in hormonal responses to prolonged exercise. *Int J Sports Med* **13**: 230-5, 1992.
39. Weiss LM, Cureton KJ, Thompson FN: Comparison of serum testosterone and androstenedione responses to weight lifting in men and women. *Eur J Appl Physiol* **50**: 413-9, 1983.
40. Wittert GA, Livesey JH, Espiner EA, Donald RA: Adaptation of the hypothalamopituitary adrenal axis to chronic exercise stress in humans. *Med Sci Sports Exerc* **28**: 1016-9, 1996.
41. Young CW, Karam JH: Hypoglycemic disorders. In: *Basic and Clinical Endocrinology*. 3rd ed., Greenspan FS, Ed., Lebanon, Appleton-Lange, 1991, pp. 651-2.
42. Young PM, Sutton JR, Green HJ, et al: Operation Everest II: Metabolic and hormonal responses to incremental exercise to exhaustion. *J Appl Physiol* **73**: 2574-9, 1992.