

Çinko ve egzersiz

Abdülkerim Kasım Baltacı

Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Konya

Amaç: Bu derlemenin amacı, karbonhidrat, protein, lipid metabolizması üzerinde önemli etkileri bulunan çinkonun egzersiz ve fizyolojik performans ile ilişkileri hakkında bilgi vermektir. **Ana Bulgular:** Uzun süreli daimi egzersiz vücut dokularındaki çinko dağılımını bozarak çinko eksikliğine yol açabilmektedir. Azalan vücut çinkosu da sonuçta kas hasarına ve güçsüzlüğüne neden olmaktadır. **Sonuç:** Uzun süreli fiziksel aktivite gösterenlerde çinko takviyesi bahsedilen bozuklukların düzeltilmesinde yararlı olabilir.

Anahtar kelimeler: Çinko, egzersiz, performans

Zinc and exercise

Objective: The aim of this review was to summarise the relationship between zinc, which has important effects on carbohydrate, protein and lipid metabolisms, and physiological performance and exercise. **Main results:** Long lasting and continuous exercise may cause zinc deficiency through alteration of tissue zinc distribution. In turn, decreased tissue zinc content leads to muscle damage and weakness. **Conclusion:** Zinc supplementation may be useful in the correction of such alterations in people performing long lasting physical activity.

Key words: Zinc, exercise, performance

Genel Tıp Derg 2001;11(3):129-133.

Egzersiz çinko metabolizması üzerinde önemli etkilere sahiptir. Hafif egzersizin çinko metabolizması üzerinde kısa süreli etkilerinin yanı sıra, yüksek seviyeli daimi egzersizin de çinko metabolizmasını uzun süreli etkileyebileceği gösterilmiştir (1). Hayvanlarda kısa süreli yoğun egzersiz sonrasında serum çinko konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir (2). Yaklaşık 5 saat süren 70 km kır kayak yarışına katılan erkeklerde serum çinko konsantrasyonu yarıştan hemen sonra yarış öncesine göre % 19 fazla iken, aynı değerlerin yarıştan 1 gün sonra normal seviyelerine döndüğü bildirilmiştir (3). Serum çinko seviyesinin zorlu egzersiz sonrasında arttığına dair benzer bulgular birçok araştırmacı tarafından da ortaya konulmuştur (4,5). Ancak, yoğun egzersizden sonra plazma çinko seviyelerindeki yükselmenin hemokonsantrasyon mekanizmasının doğal bir sonucu olarak açıklanamayacağına dikkat çekilmektedir (6). Egzersizden hemen sonra gözlenen

plazma çinko seviyelerindeki artışın sebebinin, egzersizde meydana gelen kas hasarından sonra, kasın çinkoyu ekstrasellüler sıvıya sızdırması olduğu düşünülmektedir (7). Bir çalışmada (8) egzersizden hemen sonra plazma çinko düzeylerinde önemli bir artma, buna karşın eritrosit çinkosunda önemli azalma olduğu ve yarım saatlik dinlenmeden sonra her iki parametrenin de egzersiz öncesi değerlere döndüğü gösterilmiştir. Bu bulgu hücre içi çinkonun egzersiz sırasında hücre dışına çıktığını desteklemektedir.

Çinko ve egzersiz konusunda ortaya konulan bilgilerin paralellik arz etmediği de söylenebilir (9). Diğer araştırmacıların aksine Lukaski'nin (10) bildirdiğine göre fiziksel aktivite sonrasında plazma çinko düzeylerinde anlamlı bir değişme meydana gelmemektedir. Benzer şekilde egzersiz yaptırılan ratlarda, plazma çinko düzeylerinde bir farklılık bulunmadığı ileri sürülmüştür (11). Singh ve arkadaşları (12) submaksimal egzersizin plazma çinko düzeylerini etkilemediğini göstermişlerdir. Bir başka çalışmada (13) akut egzersiz sonrasında serum

Yazışma Adresi: Yrd. Doç. Dr. Abdülkerim Kasım Baltacı, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, 42080, Konya

çinko düzeylerinin hem sporcularda, hem de sdanterlerde yükseldiği, ancak bu yüksekliğin gruplar arasında farklılık göstermediği, dolayısıyla da çinko düzeylerindeki artışın antrenman düzeyi ile ilgili olmadığı kanısına varılmıştır. Altı millik zorlu bir koşudan sonra sporcuların serum çinko konsantrasyonlarında değişiklik olmamasına karşın, yarıştan 2 saat sonra serum çinkosunun azaldığı gözlenmiştir. Bu azalma çinkonun serumdan doku ve eritrositlere yeniden dağılımını yansıtabilir (14). Cordova ve arkadaşları (6) maksimal egzersizden sonra serum çinkosundaki azalmanın kısmen egzersizin yol açtığı strese dayalı olabileceğini bildirmişlerdir. Egzersiz sonrası serum çinkosundaki hızlı düşüş, bu elementin karaciğere dağılımındaki değişimin ve/veya artmış üriner atılımının bir sonucu olarak da meydana gelebilir (6).

Uzun süreli dayanıklılık antrenmanının serum çinko seviyelerini hem erkek, hem de kadın sporcularda önemli derecede azalttığı gösterilmiştir (15). Antrenmanlı sporcularda bulunan düşük çinko seviyeleri (16), bu eser elementin klinik göstergelerle ilişkili olmayan kusurlu bir durumuna delil teşkil edebilir. Dayanıklılık sporcularında gözlenen azalmış çinko düzeyleri çeşitli mekanizmalarla açıklanabilir. En önemli sebep çinkodan yetersiz beslenmeyle ilgili olabilir (17). Bu noktadan hareketle gerçekleştirilen bir çalışmada (18), oral çinko takviyesinin koşucuların serum çinkosunu anlamlı şekilde yükselttiği ortaya konulmuştur. Sporcularda ter ve deri yolu ile çinko kaybının, sporcu olmayan populasyondan daha fazla olduğu bilinmektedir. Orta dereceli egzersizin sporcularda terle çinko kaybını artırdığı, bu kaybın terleme oranı dikkate alındığında erkeklerde bayanlardan daha fazla olabileceği ifade edilmektedir (19). Serum çinko seviyesinin azalmasına sürekli antrenman yapan sporcularda gözlenen iskelet kası protein parçalanması sonucu çinkonun üriner kaybının artmasıyla ilgili olabilir. Cordova ve Alvarez-Mon'un (1) bildirdiğine göre, sporcularda gözlenen düşük serum çinko konsantrasyonunun bir sonucu olarak, kas çinko konsantrasyonu da azalmaktadır. Çinkonun metabolizmada yer alan birçok enzim için gerekli olması sebebiyle de, ciddi çinko eksikliği kas fonksiyonlarını olumsuz etkileyecektir. Düşük kas çinko düzeyi sonuç olarak dayanıklılık kapasitesini de azaltacaktır (1).

Buna karşın Gleeson ve arkadaşları (20) egzersize bağlı olarak görülen kas hasarının plazma çinko düzeylerini değiştirmediklerini ileri sürmüşlerdir. Benzer bir bulgu Nosaka ve Clarkson (21) tarafından da gösterilmiştir. Günlük ve sürekli olarak yapılan egzersizlerin çinko metabolizmasında bozulmaya, çinko metabolizmasındaki bozuklukların ve çinko kaybının da kas yorgunluğu ve güçsüzlüğüne yol açabileceği belirtilmektedir (22).

Tahıl ürünleriyle beslenen toplumlarda çinko eksikliğinin de yaygın olarak görülmesinden yola çıkılarak gerçekleştirilen bir çalışmada (23), tahıl ürünleriyle 8 hafta boyunca beslenen sporcularda plazma çinko miktarında azalma tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen bir başka çalışmada (24), yaşları 23-57 arasında değişen 5 sağlıklı erkek 30 gün boyunca yeterli çinko içeren bir diyetle, bunu takip eden 120 gün çinko fakir bir diyetle, takip eden 30 gün boyunca da çinko takviyeli diyetle beslenmişlerdir. Her diyet uygulamasında aerobik kapasite periyodik olarak tespit edilmiştir. Çinko eksikliği sırasında relatif çinko balansı azalmış, pre- ve post-egzersiz çinko düzeyleri düşük bulunmuştur. Buna karşın çinko takviyesinde çinko balansı artmış, egzersiz sonrasında hem plazma çinko düzeyleri, hem de hematokrit oranları takviye alan grupta yüksek bulunmuştur. Bahsedilen bulgular çinko eksikliği sırasında, dokulardan çinko mobilizasyonunun azaldığını göstermektedir. Buna paralel olarak egzersizin doku çinko düzeyini diabetik olan ve olmayan ratlarda bozduğu tespit edilmiştir (25). Sporcularda diyetle çinko alımının önemine dikkat çekilerek, diyetteki çinko yetersizliğinin sadece performansı değil, hücrel immün sistemi de olumsuz etkileyip sporcularda enfeksiyonlara eğilimi artırabileceği ileri sürülmektedir (26).

Ratlarda uzun mesafeli koşu egzersizinin lipid peroksidasyonuna neden olduğu (27), buna paralel olarak çinko eksikliğinin fiziksel aktivite esnasında gözlenen serbest radikal oluşumunu ve lipid peroksidasyonunu artırarak antioksidan aktiviteyi olumsuz etkilediği ortaya konulmuştur (28). Buna karşın, egzersizde çinko takviyesinin reaktif oksijen radikallerinin oluşumunu engellediğinin bildirilmesi, çinkonun antioksidan sistemle ilişkisi bakımından önemlidir (29). Egzersizin vücuttan çinko atılımını artırdığı ve özellikle bayan sporcularda diyetle çinko alımında da yetersizlik olduğu belirtilerek, bu

nedenle eksikliği olan sporculara çinko desteğinin gerekli olduğuna dikkat çekilmektedir (30-33). Bordin ve arkadaşları (34) fiziksel egzersizin, çinkonun vücut depoları, kan ve dokular arasında yeniden dağılımına ve artmış metabolizmanın çinko eksikliğine yol açtığını bulmuş ve bu göstergelerin çinko takviyesini gerektirdiği sonucuna varmışlardır. Çinko takviyesinin fiziksel aktivitede kas gücünü artırdığı ve metabolizmasını güçlendirdiği, ancak tavsiye edilenden fazla çinko takviyesinin vücut sağlığını olumsuz etkileyebileceği belirtilmektedir (33,35). Sporculara çinko takviyesi uygulanırken, çinkonun bakır ve diğer metallerle ilişkisinin de göz ardı edilmemesinin önemine işaret edilmektedir (36). Özellikle sporculara öngörülen düzeyin üzerindeki çinko takviyesinin bakır emilimini bozduğu, bunun da performansı olumsuz etkileyebileceği kabul edilmektedir (37). Sirozlu hastalarda oral çinko takviyesinin kas kramplarını giderdiğinin ortaya konulması, çinko ile kas fonksiyonları arasındaki ilişkiye çarpıcı bir örnek olarak verilebilir (38). Yaşları 12-15 arasında değişen 20 jimnastikçide serum çinko düzeyleri kontrollerinden düşük bulunmuş, kız jimnastikçilerdeki serum çinko düzeyleri ise erkek jimnastikçilerden de düşük olarak tespit edilmiştir (39). Aynı çalışmada (39) düşük çinko düzeyleriyle izometrik aktivite gücü arasında pozitif bir korelasyon gözlenmiş, düşük çinko düzeylerinin pubertal büyüme ve kas performansında bozukluğa yol açabileceği kanaatine varılmıştır. Egzersiz yaptırılan ratlarda çinko eksikliğinin hayvanların boy ve kilolarında, femur ve vertebrada kemik mineral içeriği ile kemik mineral dansitesinde azalmaya yol açtığı gözlenmiştir. Aksine, çinko takviyesi egzersizde bahsedilen kemik hasarlarını düzeltici yönde etki yapmıştır (40). İki saatlik yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda plazma çinko düzeylerinde gözlenen artışın, hemokonsantrasyon mekanizmasından ziyade zamana ve strese bağlı olduğu öngörülmüştür (6). Yine Cordova ve arkadaşları (41) değişik sıcaklık ortamında yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda, rektal ısının artışına paralel olarak çinko düzeylerinin arttığını da göstermişlerdir. Benzer şekilde karbonhidrat yüklemesinin su altında egzersiz yapan kişilerde idrarla çinko kaybını azalttığı tespit edilmiştir (42). Deney hayvanlarında akut yüzme egzersizinin eritrosit içi çinkosunda % 27 oranında azalmaya, plazma çinkosunda % 49 oranında yükselmeye yol

açtığı gösterilmiştir (43). Ergometrede maksimum egzersiz yaptırılan 12 profesyonel futbolcudaki egzersiz sonrası genel olarak serum çinko düzeylerinin düşük olduğu, serum çinkosu düşük bulunanların plazma laktat düzeylerinin yüksek olduğu ve bahsedilen deneklerde aynı zamanda hipoglisemi geliştiği ortaya konulmuştur (44). Bu çarpıcı bilgi önemli bir eser element olan çinkonun, fizyolojik performans üzerindeki etkilerinin araştırılmasında tetikleyici bir unsur olabilir.

Çinko, egzersiz ve hematolojik parametreler

Çinkonun egzersizde hematolojik parametreleri nasıl etkilediğine dair literatürde çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Çalışmalar daha çok egzersizin hematolojik parametreleri nasıl etkilediği konusuna odaklanmış görülmektedir. Aslında kan parametreleri egzersizin tipini ve yoğunluğunu kısıtladığı gibi, egzersizde kan parametrelerini etkilemekte ve çeşitli kan patolojileri yönünden önem taşımaktadır (45). Akar ve arkadaşları (46) akut submaksimal egzersizin eritrosit, hemoglobinin, hematokrit, lökosit ve trombosit sayılarını egzersiz öncesi değerlere oranla anlamlı şekilde artırdığını göstermiş, bu artışların egzersizin yol açtığı plazma kayıplarına bağlı olduğu sonucuna varmışlardır. Yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli egzersizin lökositler parametreleri yükselttiği, bu olayın sadece hemokonsantrasyon mekanizmasıyla açıklanamayacağı, egzersiz esnasında meydana gelen metabolik değişikliklerin hematolojik değişikliklerle ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür (47). Bir çalışmada (48), spor yapan genç kızlarda kontrollerden yüksek kan değerleri elde edilirken, plazma çinko düzeyleri yönünden gruplar arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Benzer bulgular fiziksel aktivite gösteren erkek çocuklarda da elde edilmiştir (49). Akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda, çinko takviyesinin eritrosit, hemoglobinin ve hematokrit değerlerini artırdığı gösterilmiştir (50). Ancak literatürlerde, egzersizde çinkonun kan parametrelerini nasıl etkilediğine dair çalışmaların yok denecek kadar az olduğu söylenebilir.

Sonuç

1. Karbonhidrat, protein ve lipid metabolizması üzerinde önemli etkilerinin yanı sıra, hücre bölünmesi, büyümesi, olgunlaşması ve çok sayıda enzimin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için

kritik bir rol oynayan çinkonun (1) fiziksel performans üzerinde de etkili olması muhtemeldir.

2. Bu derlemede sunulan bilgiler çinkonun kas gelişmesini ve kompozisyonunu etkileyebileceğini göstermektedir.

3. Enerji metabolizmasındaki bazı enzimlerin aktivitesi için çinkonun gerekli olması ve egzersizde kas çinko seviyelerinin azalması dayanıklılık kapasitesinde bir düşüklüğe neden olarak, kas yorgunluğuna yol açabilir. Özellikle kas yorgunluğu ile çinko arasındaki ilişki üzerinde önemle durulması gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır.

4. Çinko eksikliğinde serbest radikal oluşumunun artması, çinko takviyesinin ise bu olumsuzlukları önlemesi sporcu sağlığı ve beslenmesinde dikkat edilmesi gereken bir husus olarak görülmektedir.

5. Çinko, egzersiz ve performans arasındaki ilişkilerde ortaya konulan bilgiler, fizyolojik dozda çinko uygulamasının performans üzerinde olumlu etkiler gösterebileceğini düşündürmektedir.

Kaynaklar

1. Cordova A, Alvarez-Mon M. Behaviour of zinc in physical exercise: A special reference to immunity and fatigue. *Neurosci Biobehav Rev* 1995;19:439-45.
2. Licht E, Turner M, Dewese M, Henzel J. Zinc concentration in venous plasma before and after exercise in dogs. *Missouri Med* 1970;303-4.
3. Cordova A. Variations in serum iron and fatigue levels after elective abdominal surgery. *Med Sci Res* 1992;20:119-20.
4. Dressendorfer RH, Wade CE, Keen CL, Scaff JH. Plasma mineral levels in marathon runners during a 20-day road race. *Phys Sportsmed* 1982;10:113-8.
5. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Klevay LM, Milne DB, Sandstead HH. Maximal oxygen consumption as related to magnesium, copper and zinc nutriture. *Am J Clin Nutr* 1983;37:407-15.
6. Cordova A, Gimenez M, Escanero JF. Changes of plasma zinc and copper at various times of swimming until exhaustion in the rat. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1990;4:189-92.
7. Mundie TG, Hare B. Effects of resistance exercise on plasma erythrocyte and urine Zn. *Biol Trace Elem Res* 2001;79:23-8.
8. Marrella M, Guerrini F, Solero PL, Tregnaghi PL, Schena F, Velo GP. Blood copper and zinc changes in runners after a marathon. *J Trace Elem Electrolytes Health Dis* 1993;7:248-50.
9. Clarkson PM. Micronutrients and exercise: Anti-oxidants and minerals. *J Sports Sci* 1995;13:11-24.
10. Lukaski HC. Effects of exercise training on human copper and zinc nutriture. *Adv Exp Med Biol* 1989;258:163-70.
11. Cordova A, Escanero JF. Influence of lithium and exercise on

serum levels of copper and zinc in rats. *Rev Esp Fisiol* 1991;47:87-90.

12. Singh A, Moses FM, Smoak BL, Deuster PA. Plasma zinc uptake from a supplement during submaximal running. *Med Sci Sports Exerc* 1992;24:442-6.
13. Anderson RA, Bryden NA, Polansky MM, Deuster PA. Acute exercise effects on urinary losses and serum concentrations of copper and zinc of moderately trained and untrained men consuming a controlled diet. *Analyst* 1995;120:867-70.
14. Dressendorfer RH, Sockolov R. Hypozincemia in runners. *Phys Sports Med* 1980;8:97-100.
15. Haralambie G. Serum zinc in athletes in training. *Int J Sports Med* 1981;2:135-8.
16. Couzy F, Lafargue P, Guezennec CY. Zinc metabolism in the athlete: Influence of training nutrition and other factors. *Int J Sports Med* 1990;11:263-6.
17. Khaled S, Brun JF, Cassanas G, Bardet L, Orsetti A. Effects of zinc supplementation on blood rheology during exercise. *Clin Hemorheol Microcirc* 1999;20:1-10.
18. Campbell WW, Anderson RA. Effects of aerobic exercise and training on the trace minerals chromium, zinc and copper. *Sports Med* 1987;4:9-18.
19. Tipton K, Green NR, Haymes EM, Waller M. Zinc loss in sweat of athletes exercising in hot and neutral temperatures. *Int J Sports Med* 1993;3:261-71.
20. Gleeson M, Walsh NP, Blannin AK, Robson PJ, Cook L, Donnelly AE, et al. The effect of severe eccentric exercise-induced muscle damage on plasma elastase, glutamine and zinc. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77:543-6.
21. Nosaka K, Clarkson PM. Changes in plasma zinc following high force eccentric exercise. *Int J Sport Nutr* 1992;2:175-84.
22. Cordova A, Navas FJ. Effect of training on zinc metabolism: Changes in serum and sweat zinc concentrations in sportsmen. *Ann Nutr Metab* 1998;42:274-82.
23. Schardt F. Effects of doses of cereal foods and zinc on different blood parameters in performing athletes. *Z Ernährungswiss* 1994;33:207-16.
24. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Klevay LM, Milne DB, Sandstead HH. Changes in plasma zinc content after exercise in men fed a low-zinc diet. *Am J Physiol* 1984;27:88-93.
25. Cordova A. Zinc content in selected tissues in streptozotocin-diabetic rats after maximal exercise. *Biol Trace Elem Res* 1994;42:209-16.
26. König D, Weinstock C, Keul J, Northoff H, Berg A. Zinc, iron, and magnesium status in athletes-influence on the regulation of exercise-induced stress and immune function. *Exerc Immunol Rev* 1998;4:2-21.
27. Semin I, Kayatekin BM, Gonenc S, Acikgoz O, Uysal N, Delen Y, et al. Lipid peroxidation and antioxidant enzyme levels of intestinal and muscle tissues after a 60 minutes exercise in trained mice. *Indian J Physiol Pharmacol* 2000;44:419-27.
28. Cao GH, Chen JD. Effects of dietary zinc on free radical generation, lipid peroxidation, and superoxide dismutase in trained mice. *Arch Biochem Biophys* 1991;291:147-53.
29. Singh A, Failla ML, Deuster PA. Exercise-induced changes in immune function: Effects of zinc supplementation. *J Appl Physiol* 1994;76:2298-303.

30. Clarkson PM. Minerals: Exercise performance and supplementation in athletes. *J Sports Sci* 1991;9:91-116.
31. Clarkson PM, Haymes EM. Trace mineral requirements for athletes. *Int J Sport Nutr* 1994;4:104-19.
32. Krotkiewski M, Gudmundsson M, Brackstrom P, Mandroukas K. Zinc and muscle strength. *Acta Physiol Scand* 1982;116:309-11.
33. Gleeson M, Bishop NC. Elite athlete immunology: Importance of nutrition. *Int J Sport Med* 2000;1:44-50.
34. Bordin D, Sartorelli L, Bonanni G, Mastrgiacoma I, Scalco E. High intensity physical exercise induced effects on plasma levels of copper and zinc. *Biol Trace Elem Res* 1993;36:129-34.
35. Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. *Am J Clin Nutr* 2000;72:85-93.
36. McDonald R, Keen CL. Iron, zinc and magnesium nutrition and athletic performance. *Sports Med* 1988;5:171-84.
37. Haymes EM. Vitamin and mineral supplementation to athletes. *Int J Sport Nutr* 1991;1:146-69.
38. Kugelmas M. Preliminary observation: Oral zinc sulfate replacement is effective in treating muscle cramps in cirrhotic patients. *J Am Coll Nutr* 2000;19:13-5.
39. Brun JF, Dieu-Cambrezy C, Charpiat A, Fons C, Fedou C, Micallef JP, et al. Serum zinc in highly trained adolescent gymnasts. *Biol Trace Elem Res* 1995;47:273-8.
40. Seco C, Revilla M, Hernandez ER, Gervas J, Gonzales-Riola J, Villa LF, et al. Effects of zinc supplementation on vertebral and femoral bone mass in rats on strenuous treadmill training exercise. *J Bone Miner Res* 1998;13:508-2.
41. Cordova A, Gimenez M, Escanero JF. Effect of swimming to exhaustion, at low temperatures, on serum Zn, Cu, Mg, and Ca in rats. *Physiol Behav* 1990;48:595-8.
42. Anderson RA, Bryden NA, Polansky MM, Thorp JW. Effects of carbohydrate loading and underwater exercise on circulating cortisol, insulin and urinary losses of chromium and zinc. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991;63:146-50.
43. Dursun N, Aydoğan S, Saraymen R. Akut yüzme egzersizi: Vücuttaki çinko-bakır dağılımına etkisi. *Spor Hek Derg* 1991;26:59-64.
44. Khaled S, Brun JF, Micallef JP, Bardet L, Cassanas G, Monnier JF, et al. Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players). *Clin Hemorheol Microcirc* 1997;17:47-58.
45. Çavuşoğlu H. Egzersiz Kan. İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi 11. Kurultayı;1991 22-25 Eylül;İstanbul. 1991. 249-52.
46. Akar S, Beydağı H, Temoçin S, Süer C, Erenmemişoğlu A. Egzersizin bazı kan parametreleri üzerine etkisi. *Spor Hek Derg* 1992;27:93-9.
47. Özyener F, Gür H, Özlük K. Sedanter erkeklerde yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli maksimal bir egzersizi takiben kan hücrelerinde gözlenen değişiklikler. *Spor Bil Derg* 1994;6:27-37.
48. Baltacı AK, Moğulkoç R, Üstündağ B, Koç S, Özmerdivenli R. Sporcu genç kızlarda bazı hematolojik parametreler ile plazma proteinleri ve serum çinko, kalsiyum, fosfor düzeyleri. *Bed Eğt Spor Bil Derg* 1998;3:21-30.
49. Moğulkoç R, Baltacı AK, Üstündağ B, Özmerdivenli R, Kutlu S. Sporun erkek çocuklarda bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. *Spor Hek Derg* 1997;32:1-10.
50. Cordova A, Navas FJ, Escanero JF. The effect of exercise and zinc supplement on the hematological parameters in rats. *Biol Trace Elem Res* 1993;39:13-20.