

Akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda çinko eksikliği ve uygulamasının bazı hematolojik parametrelere etkisi*

Abdülkerim Kasım Baltacı¹, Kürşat Özyürek², Rasim Moğulkoç¹, Erdal Kurtuluş³, Esma Öztekin⁴, Aylin Kul¹

¹Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Konya

²Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Konya

³Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Hematoloji Bilim Dalı, Konya

⁴Selçuk Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Konya

Amaç: Bu çalışma akut yüzme egzersizi yaptırılan ratlarda çinko eksikliğinin ve çinko uygulamasının bazı hematolojik parametreleri nasıl etkilediğinin ortaya konulabilmesi amacıyla gerçekleştirildi. **Yöntem:** Araştırma çinko eksik yüzme grubu (grup I, n=10), çinko takviyeli yüzme grubu (grup II, n=10), yüzme kontrol grubu (grup III, n=10), genel kontrol grubu (grup IV, n=10) olmak üzere toplam 40 adet Sprague-Dawley cinsi erişkin erkek rat üzerinde gerçekleştirildi. Dört hafta süren çalışmanın bitiminde deney hayvanlarından dekapitasyonla alınan kan örneklerinde eritrosit, hemoglobin, hematokrit, lökosit, lenfosit, trombosit parametreleri (otomatik kan sayım cihazı ile) ve plazma çinko düzeyleri (atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile) tayin edildi. **Bulgular:** Grup 1'in eritrosit, Hb, Hct ve lenfosit değerleri en düşük, Grup 2'nin aynı değerleri en yüksekti. Grup 2'nin trombosit sayısı diğer gruplardan düşüktü. **Sonuç:** Bulgularımız çinko eksikliğinin belirtilen parametreleri olumsuz, çinko uygulamasının ise olumlu olarak etkilediğini düşündürmektedir. Sonuç olarak çinko uygulaması fiziksel performansı artırıcı yönde etki gösterebilir.

Anahtar kelimeler: Çinko, yüzme egzersizi, hematolojik parametreler, rat

Effects of zinc deficiency and supplementation on some hematologic parameters of rats performing acute swimming exercise

Objective: The aim of this study was to investigate how zinc deficiency and supplementation effect some hematologic parameters of rats performing acute swimming exercise. **Methods:** This study was performed on forty Sprague-Dawley male rats which were divided into four groups, zinc deficient swimming group (Group 1, n=10), zinc supplemented swimming group (Group 2, n=10), swimming control group (Group 3, n=10), and control group (Group 4, n=10). Blood samples were taken by decapitation and analyzed for the determination of erythrocyte, hemoglobin, hematocrit, leucocyte, lymphocyte, platelet parameters (by automatic blood counter) and plasma zinc level (by atomic absorption spectrophotometry) at the end of 4 weeks experiment. **Results:** Erythrocyte, Hb, Hct and lymphocyte of the group 1 values were the lowest, the same parameters were the highest in the group 2. Platelet count of the group 2 was lower than all other groups. **Conclusion:** Our findings suggest that zinc deficiency effects mentioned hematologic parameters negatively whereas zinc supplementation effects them positively. In conclusion, zinc supplementation may increase the physical performance.

Key words: Zinc, swimming exercise, hematological parameters, rat

Genel Tıp Derg 2002;12(1):15-19.

Çinkonun egzersizde hematolojik parametreleri nasıl etkilediğine dair literatürde çok fazla araştırma

bulunmamaktadır. Çalışmalar daha çok egzersizin hematolojik parametreleri nasıl etkilediği konusuna odaklanmış görünmektedir. Aslında kan parametreleri egzersizin tipini ve yoğunluğunu etkilediği gibi, egzersiz de kan parametrelerini etkilemekte ve çeşitli kan patolojileri yönünden önem

*Bu çalışma IX. Balkan Klinik ve Laboratuvar Federasyonu Kongresinde sunulmuştur.

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

taşımaktadır (1). Karbonhidrat, protein ve lipid metabolizması üzerinde önemli etkilerinin yanı sıra (2), hücre bölünmesi, büyümesi, olgunlaşması ve çok sayıda enzimin fonksiyonlarını yerine getirmesinde kritik bir rol oynayan çinkonun (3), fiziksel performans üzerinde de etkilerinin olabileceği ileri sürülebilir. Özellikle egzersiz esnasında çinkonun (bahsedilen rolleri göz önüne alındığında) kan değerlerini nasıl etkilediğiyle ilgili araştırmaların yok denecek kadar az olması bir eksiklik olarak göze çarpmaktadır.

Çinko eksikliği ve uygulamasının akut yüzme egzersizinde hematolojik parametreleri nasıl etkilediğinin belirlenebilmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma konuyla ilgili yeni bilgiler edinmemizi sağlayabilir.

Yöntem

Çalışma S. Ü. Deneysel Tıp Araştırma ve Uygulama Merkezinden temin edilen ratlar üzerinde aynı merkezde gerçekleştirildi. Sprague-Dawley cinsi 40 adet erişkin erkek rat kullanılan araştırmada gruplar şu şekilde oluşturuldu:

1. grup (çinko eksik yüzme grubu, n=10): Dört hafta boyunca çinko eksik (0.650 ppm/g çinko) diyetle beslendi ve çalışmanın bitiminde 30 dakika akut yüzme egzersizi yaptırıldı.
2. grup (çinko takviyeli yüzme grubu, n=10): Normal diyetle ek olarak dört hafta boyunca intraperitoneal çinko sülfat (3 mg/kg/gün) uygulandı ve çalışmanın bitiminde 30 dakika akut yüzme egzersizi yaptırıldı.
3. grup (yüzme kontrol grubu, n=10): Normal diyetle beslendi ve çalışmanın bitiminde 30 dakika akut yüzme egzersizi yaptırıldı.
4. grup (normal kontrol grubu, n=10): Hiçbir uygulama yaptırılmadı, standart diyetle beslendi.

Çinko kontaminasyonunu minimuma indirmek amacıyla deney hayvanları yıkamak suretiyle her gün temizlenen özel çelik kafeslerde beslendi. Yemler özel çelik kaplarda, su cam biberonlarda (çinko eksik diyetle beslenen hayvanlarda bidistile, diğerleri normal çeşme suyu) verildi. Hayvan yemleri, çinko eksik ve normal diyet halinde Korkutelim Yem Katkı Sanayii (Korkuteli) Fabrikasında hazırlandı.

Egzersiz, yüksekliği ve genişliği 50 cm olan, ısıya

dayanıklı camdan yapılan ve içindeki suyun 37°C'de sabit kalmasını sağlayan termostatlı yüzme havuzunda gerçekleştirildi. Yüzme egzersizleri bir defalık (30 dakika süreli) akut egzersizler şeklinde yapıldı. Deney hayvanları çalışmanın bitiminde ve dekapitasyondan önce ikişerli gruplar halinde yüzdürüldü. Normal kontrol grubunu oluşturan ratlara yüzme egzersizi yaptırılmadı. Egzersizin bitiminde deney hayvanlarından dekapitasyonla heparinize tüplere (5 ml) kan örnekleri alındı.

Eritrosit, hemoglobin, hematokrit, lökosit, lenfosit, trombosit parametreleri S.Ü. Meram Tıp Fakültesi Hastanesi Hematoloji Laboratuvarında bulunan CELL-DYN-3500 R marka otomatik kan sayım cihazında tayin edildi. Plazma çinko analizleri ise Elazığ Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalında bulunan Shimatsu ASC-600 model atomik absorpsiyon spektrofotometresinde gerçekleştirildi. Ölçümler alevli atomizasyon tekniği kullanılarak 213.9 nm dalga boyundaki ışık ile her numune için iki defa yapıldı. Çinko seviyeleri µg/dl olarak tayin edildi.

Bulguların istatistiksel değerlendirilmesi bilgisayar paket programı ile yapıldı. Elde edilen bulguların aritmetik ortalamaları ve standart hataları hesaplandı. Gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için varyans analizi uygulandı. İstatistiksel açıdan önemli bulunan varyans analizi sonuçlarında, grup ortalamalarını karşılaştırmak için asgari önemli fark (LSD) testi kullanıldı.

Bulgular

Araştırmada, ağırlık ortalamaları yönünden yapılan mukayeselerde çalışma öncesi değerler gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermedi. Buna karşın dört haftalık çalışma sonrasında, çinko eksik diyetle beslenen yüzme grubunun (Grup 1) ağırlık ortalaması diğer grupların tamamından önemli şekilde düşük bulundu ($P<0.05$, LSD:12.39) (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma gruplarının ağırlık ortalamaları

Gruplar	Çalışma öncesi ağırlık (g)	Çalışma sonrası ağırlık (g)	Çinko (µg/dl)
Çinko eksik yüzme	230.6±16.3	211.7±15 ^b	50.8±6.3 ^c
Çinko takviyeli yüzme	231.0±17.3	259.5±9.6 ^a	186.8±4.5 ^a
Yüzme kontrol	233.8±19.4	261.9±11.0 ^a	108.0±15.5 ^b
Kontrol	231.8±14.9	258.8±12.5 ^a	111.8±12.6 ^b

*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar için $P<0.05$

Plazma çinko düzeyleri beklenildiği gibi Grup 1'de diğer grupların tamamından daha düşük, Grup 2'de ise diğer grupların tamamından daha yüksek bulundu ($P<0.05$, LSD:12.39, Tablo 1).

Tablo 2'de bulguları sunulan parametrelerde eritrosit sayıları çinko eksik diyetle beslenen yüzme grubunda diğer grupların tamamından daha düşüktü ($P<0.05$, LSD:0.89).

Yüzme kontrol grubunun (Grup 3) eritrosit sayıları da hem çinko takviyesi yapılan yüzme grubuna (Grup 2), hem de hiçbir uygulamanın yapılmadığı kontrol grubuna (Grup 4) oranla önemli şekilde azalmıştı ($P<0.05$, LSD:0.89). Hemogloblin düzeyleri Grup 1'de, hem çinko takviyeli gruptan, hem de normal kontrol grubundan (Grup 4) düşük seviyedeydi ($P<0.05$, LSD:1.97). Grup 3'ün hemogloblin değerleri, Grup 4'e oranla daha düşüktü ($P<0.05$, LSD:1.97). Hematokrit değeri Grup 1 ve 3'de, Grup 2 ve 4'e oranla önemli şekilde azaldı ($P<0.05$, LSD:5.64).

Tablo 2. Çalışma gruplarının eritrosit, hemogloblin ve hematokrit değerleri

Gruplar	Eritrosit (milyon/mm ³)	Hemogloblin (% g)	Hematokrit (%)
Çinko eksik yüzme	4.48±0.94 ^c	9.4±2.0 ^c	22.9±5.9 ^b
Çinko takviyeli yüzme	6.62±0.64 ^a	12.5±1.7 ^{ab}	33.8±3.9 ^a
Yüzme kontrol	5.48±1.13 ^b	10.7±2.5 ^{bc}	26.8±7.6 ^b
Kontrol	7.27±0.38 ^a	14.2±0.8 ^a	37.7±1.7 ^a

*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar için $P<0.05$

Lökosit sayıları gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermezken, çinko takviyesi yapılan Grup 2'nin lenfosit oranları diğer grupların tamamından daha yüksek seviyedeydi ($P<0.05$, LSD:11.95, Tablo 3). Buna karşın trombosit sayıları çinko takviyesi yapılan Grup 2'de, diğer gruplara oranla önemli şekilde azaldı ($P<0.05$, LSD:148.2, Tablo 3).

Tablo 3. Çalışma gruplarının lökosit, lenfosit ve trombosit değerleri

Gruplar	Lökosit (bin/mm ³)	Lenfosit (%)	Trombosit (bin/mm ³)
Çinko eksik yüzme	2.95±1.58	54.1±13.5 ^b	596±196 ^a
Çinko takviyeli yüzme	4.38±1.29	75.1±8.9 ^a	317±74 ^b
Yüzme kontrol	4.48±1.27	62.1±9.5 ^b	488±145 ^a
Kontrol	4.52±1.91	52.7±17.0 ^b	562±137 ^a

*Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalamalar için $P<0.05$

Tartışma ve sonuç

Deney hayvanlarının ağırlık ortalamaları yönünden

çalışma öncesinde gruplar arasında önemli bir farklılık tespit edilmedi. Ancak, çalışma sonrası ortalama ağırlık değerleri mukayese edildiğinde, çinko eksikliği oluşturulan Grup 1'de diğer gruplara oranla anlamlı şekilde ağırlık kaybı meydana geldiği gözlemlendi. Çinko eksik diyetle beslenen Grup 1'de çalışma sonrası oluşan ağırlık kaybının beklenen bir sonuç olduğu söylenebilir. Zira birçok çalışmada (4,5) diyetteki çinko eksikliğinin ağırlık kaybına yol açtığı gösterilmiştir. Hatta çinko eksikliğinin en belirgin göstergesinin besin alımında azalma yani iştahsızlık ve sonuç olarak zayıflama olduğu genel olarak kabul gören bir görüştür (6). Bu nedenle bu çalışmada çinko eksik grupta (Grup 1) ağırlık kaybı bulunması literatürdeki bilgilerle de uyumludur.

Çinko eksikliği oluşturulan Grup 1'de eritrosit sayıları diğer grupların tamamından daha düşüken, çinko takviyesi yapılan Grup 2'de ve hiçbir uygulamanın yapılmadığı Grup 4'de Grup 1 ve Grup 3'den yüksekti. Egzersizde eritrosit sayılarının nasıl etkilendiğine dair literatürde tam bir fikir birliğinin olmadığı söylenebilir. Bazı araştırmacılar (7,8) egzersiz sonrasında eritrosit sayılarının arttığını göstermişler ve bu olayın hemokonsantrasyon mekanizmasının doğal bir sonucu olarak kabul edilmesi gerektiğini ileri sürmüşlerdir. Bunun tersine, akut egzersiz sonrasında eritrosit sayılarının azaldığını (9) veya değişmediğini (10) bildiren araştırmalar da bulunmaktadır. Ancak literatürde çinko eksikliğinin veya takviyesinin eritrosit sayılarını nasıl etkilediğine dair çalışmaların yok denecek kadar az olması dikkat çekicidir. Hemen bütün enzimlerle ilişkisi olan çinkonun, eritrosit yapımı ve olgunlaşması üzerinde de etkili olması kaçınılmazdır (11). Çinkonun hücre bölünmesi, çoğalması veya olgunlaşması gibi çeşitli metabolik olaylarda önemli rol oynaması (12) veya birçok anemi tipinin çinko eksikliğiyle birlikte seyretmesi (13,14), bu düşüncemizi destekleyen bir delil olarak ileri sürülebilir.

Çalışmamızda, çinko eksikliği oluşturulan Grup 1'de en düşük, çinko takviyesinin yapıldığı Grup 2'de en yüksek eritrosit sayılarının elde edilmesi, hatta Grup 2'deki eritrosit sayısının yüzme kontrol grubundan da (Grup 3) yüksek olması, bahsedilen bulguların yüzme egzersizinin sonucu olarak değil, çinko eksikliği veya takviyesiyle açıklanacak bir olgu olarak kabul edilmelidir. Fiziksel aktivitede önemli hususlardan birisi, dokuların artan oksijen ihtiyacının

karşılanmasıdır (1). Gerçekleştirilen çalışma, deney hayvanlarının (Grup 1) 4 hafta boyunca çinko eksik diyetle beslenmesinin eritrosit sayılarında anlamlı azalmaya yol açtığını göstermektedir. Eritrosit sayılarındaki azalma, yüzme egzersizinde dokuların artan oksijen ihtiyacının karşılanmasında yetersizliğe yol açabilir ve bu da performansı olumsuz etkileyebilir. Tersine, araştırmamızda elde edilen bulgular çinko takviyesinin (Grup 2) eritrosit sayılarını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Eritrosit sayısının artması, egzersizde dokuların oksijenlenmesini sağlayarak performans üzerinde olumlu katkılar meydana getirebilir.

Benzer şekilde hemoglobin ve hematokrit değerleri, çinko eksikliği oluşturulan Grup 1'de, hem çinko takviyesinin yapıldığı Grup 2'den hem de hiçbir uygulamanın yapılmadığı Grup 4'den düşüktü. Grup 2'nin hematokrit oranları yüzme kontrol grubu olan Grup 3'den de yüksekti. Hemoglobin ve hematokrit yönünden elde edilen bulgular, eritrosit sayılarındaki bulgularla paralellik göstermektedir. Eritrositer parametrelerle ilgili ortaya konulan sonuçlar, çinko eksikliğinin egzersizde performansı sınırlayıcı olduğu, çinko takviyesinin ise performansı artırabileceği düşüncesini desteklemektedir. Cordova ve arkadaşları (15) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, çinko takviyesi yapılan ratlarda yüzme egzersizi sonrasında eritrosit, Hb, Hct değerlerinin kontrol grubuna oranla yüksek bulunması elde ettiğimiz bulgularla uyumludur.

Gerçekleştirdiğimiz çalışmada lökosit sayıları yönünden gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi. Egzersiz sonrası lökosit sayılarının arttığı birçok araştırmacı (8,16) tarafından gösterilmiştir. Yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli egzersizin lökosit sayılarını artırdığı, bu olayın sadece hemokonsantrasyon mekanizmasıyla açıklanamayacağı, egzersiz esnasında meydana gelen metabolik değişikliklerin bu artışla ilişkili olabileceği ileri sürülmüştür (17). Bahsedilen literatür bilgileriyle mukayese edildiğinde, lökosit sayıları ile ilgili elde ettiğimiz bulgular çelişkili olarak görülmektedir. Ancak, Cordova ve arkadaşlarının (15) çinko takviyesi yapılan ratlarda yüzme egzersizi sonrası lökosit sayıları yönünden gruplar arasında bir farklılık gözlemediklerini ortaya koymaları bulgularımızla uyumludur. Lenfosit oranları yönünden yapılan mukayesede, çinko takviyesi

yapılan Grup 2'nin değerleri diğer grupların tamamından önemli ölçüde yüksek bulundu. Çinkonun insan ve hayvan lenfositlerinin sayılarını artırdığı ve dolayısıyla etkilerini aktive ettiği bir çok araştırmacı (18,19) tarafından gösterilmiştir. Lenfositlerin normal fonksiyonları önemli ölçüde onların bölünme, farklılaşma ve olgunlaşma yeteneğine bağlıdır (20). Çinko eksikliğine en fazla duyarlılığı çoğalma siklusuna giren hücreler göstermekte, özellikle çoğalmasa S fazında ve piromitotik fazda olan hücreler etkilenmektedir (21). Dolayısıyla kuvvetli bir immün reaksiyon, doku ve hücrelerde yeterli çinko bulunmasıyla çok yakından ilgilidir. Bugün için kabul edilen görüşe göre, hiçbir element eksikliği immün sistemde çinkodan daha fazla bozukluğa neden olmamakta ve çinko eksikliği insanlarda, immün yetmezliğin en sık rastlanan nütresyonel nedenleri arasında kabul edilmektedir (22). Araştırmamızda çinko takviyeli grupta elde ettiğimiz yüksek lenfosit oranları literatür bilgileriyle uyumludur. Yalnız, çinko takviyeli gruptaki yüksek lenfosit oranlarının, yüzme egzersizinin bir sonucu olarak değil, çinko uygulamasının bu parametre üzerindeki artırıcı etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. König ve arkadaşları (23) sporcularda diyetle çinko alınmasının önemine dikkat çekerek, diyetle çinko yetersizliğinin sadece performansı değil, hücresel immün sistemi de olumsuz etkileyerek sporcularda enfeksiyonlara olan eğilimi artırabileceğini ileri sürmektedirler. Gerçekleştirdiğimiz çalışmada, çinko takviyeli grupta elde edilen yüksek lenfosit oranları bu açıdan dikkat çekicidir. Sporcularda sadece performans yönünden değil, sporcu sağlığı ve beslenmesi yönünden de çinkonun daha ileri araştırmaların konusunu teşkil etmesi bir öneri olarak ileri sürülebilir.

Çinko takviyesi yapılan Grup 2'de trombosit sayıları diğer grupların tamamından anlamlı şekilde daha düşüktü. Egzersizi takiben trombosit sayılarında önemli artışlar meydana geldiği birçok çalışmada (8,10) gösterilmiştir. Beydağı ve arkadaşları (24) gerçekleştirdikleri bir araştırmada, akut submaksimal egzersiz sonrası trombosit sayısının arttığını, kanama ve pıhtılaşma zamanının kısaltıldığını göstermişlerdir. Aynı çalışmada (24) kanın koagülasyon yeteneğinin artmasının, trombosit sayısının ve pıhtılaşma faktörlerinin artışının, ayrıca artan laktik asit üretiminin koagülasyonu hızlandırmasının sonucu olabileceğine dikkat çekilmektedir. Çalışmamızda

çinko takviyeli grupta elde edilen düşük trombosit düzeyleri, egzersiz-trombosit ilişkilerini inceleyen çalışmalar göz önüne alındığında ilginç bir sonuç olarak görülmektedir. Literatürde egzersiz-çinko-trombosit ilişkisini konu alan bir çalışmaya rastlayamadık. Yine de, egzersiz-çinko-trombosit ilişkisini ele alan daha spesifik çalışmaların yapılmasının, konunun aydınlanmasında faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, çinko eksikliğinin ratlarda eritrosit, Hb, Hct düzeylerinde önemli azalmaya yol açarak fiziksel performansı olumsuz etkileyebileceğini, buna karşın çinko takviyesinin ratlarda, eritrosit, Hb, Hct, düzeylerinde anlamlı artışlara yol açarak fizyolojik performans üzerinde olumlu etkilere yol açabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak sporcularda fizyolojik dozda çinko takviyesi performans için yararlı sonuçlar verebilir.

Kaynaklar

1. Çavuşoğlu H. Egzersiz ve kan. İstanbul Tıp Fakültesi 11. Kurultayı Bildiri Kitabı 1991;249-52.
2. 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.
3. Hadden JV. Thymic endocrinology. *Ann Y Acad Sci* 1998;1:352-8.
4. Taçoy A. Deneysel çinko eksikliğinde timustaki histopatolojik ve elektronmikroskopik değişiklikler. *GATA Bülteni* 1982;24:201-17.
5. Fraker PJ, Jardieu P, Cook J. Zinc deficiency and immune function. *Arch Dermatol* 1987;123:1699-701.
6. Kutti SS and Kutti J. Zinc supplementation in anorexia nervosa. *Am J Clin Nutr* 1986;44:581-2.
7. Arslan C, Bingölbali A, Kutlu M, Baltacı AK. Voleybol ve atletizm sporunun kız çocukların hematolojik ve biyokimyasal parametrelerine etkisi. *Bed Eğt Spor Bil Derg* 1997;2:28-34.
8. 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.
9. Dursun N, Aydoğan S, Akar S. Akut yüzme egzersizinin kan parametrelerine etkisi. *Spor Hek Derg* 1990;25:147-52.
10. Temoçin S, Aydoğan S, Beydağı H, Süer C. Laboratuvar hayvanlarında (sıçanlarda) akut koşma ve yüzme egzersizlerinin kan parametreleri üzerine etkileri. *Spor Hek Derg* 1992;27:121-31.
11. Chandra RK. Trace elements and immune response. *Immunol Today* 1983;4:32-5.
12. Laith JH, Lee MB, Wright PE. Zinc finger proteins: new insights into structural and functional diversity. *Curr Opin Structural Biol* 2001;11:39-46.
13. Podel RN. Zinc supplementation evidence of growth stimulation in sickle cell disease. *Postgraduate Med* 1984;76:249-51.
14. Ece A, Uyanık BS, Iscan A, Ertan P, Yigitoglu MR. Increased serum copper and decreased serum zinc levels in children with iron deficiency anemia. *Biol Trace Elem Res* 1997;59:31-9.
15. 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.
16. Moğulkoç R, Baltacı AK, Üstündağ B, Özmerdivenli R, Kutlu S. Sporun erkek çocuklarda bazı hematolojik ve biyokimyasal parametreler üzerine etkisi. *Spor Hek Derg* 1997;31:1-10.
17. Özyener F, Gür H, Özlük K. Sederter erkeklerde yorgunluğa kadar yapılan kısa süreli maksimal bir egzersizi takiben kan hücrelerinde gözlenen değişiklikler. *SBD* 1994;6:27-37.
18. Baltacı AK, Ergene N, Ateş A, Bediz CŞ, Özmerdivenli R, Duman S. Deneysel Toxoplasma gondii enfeksiyonlarında serum çinko düzeyleri ve çinko takviyesinin hücrel bağışıklıktaki etkisi. *Turgut Özal Tıp Merkezi Derg* 1995;2:130-4.
19. Prasad AS. Zinc and immunity. *Mol Cell Biochem* 1998;188:63-9.
20. McClain CJ, Kasarskis EJ, Allen JJ. Functional consequences of zinc deficiency. *Prog Nutr Sci* 1985; 9:195-226.
21. Nishi Y. Zinc and growth. *J Am Coll Nutr* 1996;15:340-4.
22. Shankar AH, Prasad AS. Zinc and immune function: The biological basis of altered resistance to infections. *Am J Clin Nutr* 1998; 68:447-63.
23. 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.
24. Beydağı H, Çoksevim B, Temoçin S, Akar S. Akut submaksimal egzersizin spor yapan ve yapmayan kişilerde koagülasyona etkisi. *Spor Hek Derg* 1992;27:113-9.