

## **AEROBİK VE ANAEROBİK ANTRENMANIN OKSİDAN VE ANTIOKSİDAN PARAMETRELER ÜZERİNE ETKİSİ VE YAŞLA İLİŞKİSİ**

Aksel ÇELİK\*, S. Rana VAROL\*\*, Faruk TURGAY\*\*, Ebru SEZER\*\*,  
Taner ONAT\*\*\*, S. Oğuz KARAMIZRAK\*\*\*\*

### **ÖZET**

Yaşlanma ve kirlenen çevrenin oksidan stresi arttırdığı, aerobik egzersizin ise antioksidan kapasiteyi desteklediği belirtilmektedir. Ancak hangi tip egzersizin orta ve ileri yaş gruplarında daha yararlı olduğu konuları belirsizdir. Bu çalışmada bu yaşlardaki erkeklerde aerobik ve anaerobik nitelikte iki farklı antrenmanın kanda oksidan ve antioksidan parametreler üzerine etkileri ve bunun yaşla ilişkisi, maksimal bir akut egzersize yanıtlarla birlikte incelendi. Orta (40-60 yaş) ve ileri yaş (65 yaş ve üstü) sağlıklı erkek sporcu ve kontrol grupları oluşturuldu. Her iki yaş grubunda uzun mesafeci atlet, sprinter ve sedanterler dokuzar kişi olmak üzere 54 katılımcı vardı. Basamaklı artan yüklenmeli tüketici bir egzersiz öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde oksidan ve antioksidan parametreler olarak süperoksit dismütaz (SOD), katalaz (CAT) ve paraoksonaz (PON1) enzim aktiviteleri ve malondialdehid (MDA) düzeyleri belirlendi. Tüm bu parametreler için, gerek iki yaş grubu arasında, gerekse aynı yaş grubu sporcu ve kontrollerin bazal değerlerinde anlamlı bir farklılık bulunmadı ( $p>0.05$ ). Katılımcıların tüketici egzersize bu parametreler açısından verdikleri yanıtlar da anlamlı düzeyde farklı değildi ve kronik etkidekine benzer bir eğilim gösterdi. Yaş ve bu kan parametreleri arasında anlamlı ilişki yoktu. Kronik aerobik ve anaerobik antrenmanın oksidan ve antioksidan sistem üzerindeki etkisi egzersizin tipi ve yaş aralıklarından bağımsız geliştii.

**Anahtar sözcükler:** Süperoksit dismütaz, katalaz, paraoksonaz, malondialdehit, antrenman, egzersiz, yaş

---

\* Dokuz Eylül Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, İzmir

\*\* Ege Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, İzmir

\*\*\* Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyokimya Anabilim Dalı, İzmir

\*\*\*\* Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Bornova, İzmir

## **SUMMARY**

### **THE EFFECT OF AEROBIC OR AEROBIC TRAINING ON OXIDATIVE AND ANTIOXIDATIVE PARAMETERS IN MIDDLE AGED AND OLDER MEN**

*Whereas aging and pollution increase oxidative stress, aerobic exercise improves antioxidative capacity. But the effect of the type of exercise in relation to age is unclear. The purpose of the present study is to assess the effects of chronic training and an acute exhaustive incremental exercise on blood oxidative and antioxidative parameters in middle aged and older men, and to search the relations between these effects and age. Volunteers (n=54) consisted of two groups aged 40-60 years, and 65 years and above, with nine-subject-subgroups of sprinters, long distance runners and sedentary controls, respectively. Blood samples were collected at rest and following the exhaustive exercise. Blood superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), paraoxonase (PON1) activities and malondialdehyde (MDA) levels were determined as oxidative and antioxidative parameters. No significantly different results were obtained for these parameters with respect to training type and exhaustive exercise in each age group ( $p>0.05$ ). No significant relationship between age and the basal parameter levels were present, either. These results suggest that the effects of both aerobic and anaerobic training on oxidative and antioxidative defense are independent of age and training type. Responses to acute exercise were similar to those of chronic training.*

**Key words:** *Superoxide dismutase, catalase, paraoxonase (PON1), malondialdehyde (MDA), training, exercise, age*

## **GİRİŞ**

Yaşlanmanın serbest radikal teorisine göre, yaşlanma ile birlikte reaktif oksijen türevleri (ROS) üretimi ve antioksidan sistem arasındaki ince dengede bir bozulma, oksidan stres meydana gelir. Yaşlanmayla birlikte fizyolojik fonksiyonlardaki düşüşün artan oksidan stresten kaynaklanabileceği belirtilmektedir. Düzenli egzersiz, sağlıklı yaşam süresinin uzatılması ve birçok hastalık insidansının düşürülmesi için doğal bir araçtır. Egzersiz; yoğunluk ve süresine bağlı olarak ROS üretimini ve antioksidan tamir sisteminin aktivitesini arttırabilir (12,13). Bu da hücrelerin oksidatif dengesini değiştirir.

Düzenli aerobik egzersizin, ROS'ların kötü etkilerine karşı korunmak için hem enzimatik süperoksid dismutaz (SOD) ve katalaz

(CAT), hem de nonenzimatik sistemin aktivitesini arttırdığı (3,17); yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) yapısında yer alan ve LDL ile HDL'yi lipid peroksidasyonuna karşı koruyan antiaterosklerotik bir enzim olan paraoksonaz (PON1) gibi enzimler üzerinde de olumlu etkisi olduğu belirtilmektedir (19,22). Ancak özellikle anaerobik egzersizin ileri yaş grubunda oksidan-antioksidan denge üzerindeki etkisi belirsizdir.

Aerobik egzersiz sırasındaki ROS artışının temelde elektron taşıma sisteminin aşırı yüklenmesi sonucu meydana geldiği belirtilirken; anaerobik egzersizle ROS üretimindeki artışa muhtemelen asidoz, katekolamin oksidasyonu ve ksantin oksidaz aktivitesindeki artışlar gibi diğer faktörlerin neden olduğu (11) düşünülür. Bu nedenle egzersizin tipi oksidan stresi etkileyen bir faktördür. Oksidan stres oluşumu ve buna antioksidan yanıtta egzersizin tipinin yanı sıra yaşlanmanın da etkisi olabilir. Akut egzersiz ROS ve antioksidanlar arasındaki dengeyi bozarak oksidatif stres oluşturabilir (3). Akut egzersize verilen yanıtlar; bu tip egzersizler ile yapılacak antrenmanların ilerideki sonuçlarını öngörmek, ya da kişinin oksidan-antioksidan kapasitesinin etkinliği hakkında bilgi almak için de kullanılabilir.

Bu çalışmada, orta ve ileri yaştaki erkeklerde düzenli aerobik ve anaerobik antrenmanların, oksidan stres ve antioksidan sistem parametrelerinden, lipid peroksidasyonunun göstergesi olarak kullanılan malondialdehid (MDA) ve antioksidan enzimlerden SOD, CAT ve PON1 üzerindeki etkileri ve bunda yaşın rolünün, akut maksimal bir egzersize verilen yanıtlarla birlikte incelenmesi amaçlandı.

## GEREÇ VE YÖNTEM

Katılımcılar, testlerin en az bir hafta öncesinde diyetlerini fazla değiştirmemeleri ve en az iki gün öncesinde yoğun fiziksel yüklenme yapmamaları konusunda uyarıldılar. Çalışma için Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulundan izin alındı.

**Gruplandırma:** Çalışmaya katılan toplam 54 sağlıklı erkek sporcu ve kontrol gruplarına ayrıldı. Bu gruplar Shephard (16)'a göre orta (40-60 yaş arası, OY) ve ileri yaştaki (65 yaş ve üstü, İY) kişilerden oluşan iki yaş grubuna ayrıldı. Ayrıca sporcu grubu yaptıkları antrenmanın tipine göre de aerobik (Ae) ve anaerobik (Ane) olarak iki alt gruba ayrıldı. Aerobik grup uzun mesafe koşucularından, anaerobik grup ise sprinterlerden oluşturuldu. Sporcularda haftada en az üç gün en az bir saat egzersiz yapma ve bunu en az 10 yıldır sürdürüyor olma kriterleri

arandı. Kontrol grubu son üç yıldır düzenli egzersiz yapmayan sağlıklı kişilerden oluşturuldu. Böylelikle dokuzar kişilik altı grup elde edildi.

**Fiziksel ve fizyolojik ölçümler:** Denekler 12 saat açlık sonrası sabah 09:00'da laboratuara geldiler. İstirahat tansiyonları, boy, kilo ve vücut yağ oranları ölçüldü. MaxVO<sub>2</sub> düzeylerini belirlemek amacıyla bir bisiklet ergometresinde (Monark, Varberg, Sweden) akut maksimal egzersiz uygulandı. Sporcuların direkt MaxVO<sub>2</sub> düzeyleri bir analizör ile (Cosmed Quark b<sup>2</sup> cardiopulmonary exercise test system, Italy) ölçüldü. Basamaklı artan yüklenme prensibine göre yük arttırıldı (20). Test boyunca kalp atımları monitörle (Polar Sport Tester 3000, Polar Electro, Kempele, Finland) izlendi.

**Kan analizleri:** Açlık kan örnekleri alındıktan 5 dk sonra maksimal test uygulandı. Testin 5 dk sonrasında ikinci örnekler antekübital venden alınıp düz kan ve heparinli tüplere kondu. Düz kan tüpleri oda sıcaklığında 30 dk bekletildikten sonra 1500g'de 15 dk santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Serumlar analizi yapıncaya kadar -80°C'da saklandı. K-EDTA'lı tüplere alınan kan örnekleri 30 dk içinde santrifüj edildikten sonra üç kez serum fizyolojik ile yıkandı. Eritrosit sedimenti 1:4 oranında soğuk su ile karıştırılarak hemolizat örnekleri elde edildi.

Hemoglobin ölçümü 2.5 ml Drabkin reaktifi üzerine 10 µL hemolizat eklenerek 5 dk sonra 546 nm'de spektrofotometrik olarak suya karşı okunarak gerçekleştirildi (23). PON1 aktivitesi ölçümü 0.1 M Tris-HCl ve 5.0 mM paraokson çözeltilisine serum ilavesi ile 405 nm'de kinetik olarak yapıldı (6). 1 U/ml, oda ısısında 1 dk'da 1 ml serumda oluşan nmol cinsinden p-nitrofenoldür. SOD aktivitesi (U/gHb) için fosfat tampon ile hemolizatlar 1/100 seyreltilerek epinefrinin adenokroma oto-oksidadasyonu temeline dayanan kolorimetrik yöntem kinetik olarak uygulandı (1). CAT aktivitesi (U/gHb) ölçümü aynı fosfat tamponu ve seyreltme ile hidrojen peroksidin katalaz tarafından parçalanması temeline dayanan kinetik yöntemle 240 nm'de gerçekleştirildi (7). MDA ölçümü hemolizata tiyobarbütirik asit eklendikten sonra 100°C'de 20 dk kaynatılıp 2000 rpm'de 10 dk santrifüjleme ile elde edilen süpernatanda kolorimetriyle yapıldı (18).

Verilerin istatistiksel çözümlenmesi SPSS v15.0 (SPSS Inc, Chicago, USA) paket programı ile yapıldı. Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA, grup farklılıkları tek yönlü ANOVA ile değerlendirildi. İlişkilerin belirlenmesi için Pearson korrelasyon analizi kullanıldı.

## BULGULAR

Orta yaş grupların fiziksel ve fizyolojik profili Tablo 1’de; ileri yaş gruplarınınki Tablo 2’de verilmektedir. Egzersiz gruplarının VYO’su beklenildiği gibi kontrollere kıyasla anlamlı ölçüde düşük, MaxVO<sub>2</sub>’leri ise yüksekti. Aerobik egzersiz grubunun (Ae) MaxVO<sub>2</sub> düzeyi anaerobik grubunkinden (Ane) anlamlı ölçüde yüksekti.

**Tablo 1.** Orta yaş grupların fiziksel ve fizyolojik ölçüm değerleri (Ort. ± SD)

Parametre	OYAeG	OYAneG	OYKG
Yaş (yıl)	46.2 ± 3.2	47.3 ± 4.7	45.8 ± 3.1
Spor geçmişi (yıl)	22.3 ± 9.6	16.1 ± 9.6	-
Boy (cm)	170.9 ± 6.7	177.0 ± 8.8	176.8 ± 6.4
Ağırlık (kg)	73.3 ± 10.8	88.6 ± 14.5	84.2 ± 9.5
VYO (%)	14.8 ± 2.6 <sup>a</sup>	17.2 ± 2.9 <sup>a</sup>	21.9 ± 4.0
VKİ (kg.m <sup>-2</sup> )	25.0 ± 2.6	27.6 ± 3.9	26.9 ± 2.7
MaxVO <sub>2</sub> (ml.dk <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	38.4 ± 4.9 <sup>a,b</sup>	30.6 ± 3.9 <sup>a</sup>	24.1 ± 2.9
SKB (mmHg)	110 ± 10	116 ± 13	114 ± 12
DKB (mmHg)	65 ± 9	69 ± 11	70 ± 9

SKB: Sistolik kan basıncı, DKB: Diastolik kan basıncı;

<sup>a</sup>: p<0.01 KG’ye göre, <sup>b</sup>: p<0.01 AneG’ye göre

**Tablo 2.** İleri yaş grupların fiziksel ve fizyolojik ölçüm değerleri (Ort. ± SD)

Parametre	İYAeG	İYAneG	İYKG
Yaş (yıl)	67.0 ± 4.0	68.0 ± 5.0	67.0 ± 2.0
Spor geçmişi (yıl)	23.0 ± 13.0	21.0 ± 12.0	-
Boy (cm)	164.0 ± 6.0	166.0 ± 8.0	172.0 ± 8.0
Ağırlık (kg)	70.0 ± 9.0 <sup>a</sup>	75.0 ± 10.0	83.0 ± 12.0
VYO (%)	15.3 ± 1.7 <sup>a</sup>	16.7 ± 2.1 <sup>a</sup>	22.2 ± 3.6
VKİ (kg.m <sup>-2</sup> )	25.7 ± 2.6	27.1 ± 2.7	28.1 ± 2.0
MaxVO <sub>2</sub> (ml.dk <sup>-1</sup> .kg <sup>-1</sup> )	31.5 ± 4.1 <sup>a,b</sup>	26.6 ± 3.5 <sup>a</sup>	23.0 ± 2.2
SKB (mmHg)	130 ± 10	140 ± 10	130 ± 20
DKB (mmHg)	70 ± 10	70 ± 10	70 ± 10

<sup>a</sup>: p<0.01 KG’ye göre, <sup>b</sup>: p<0.01 AneG’ye göre

Egzersiz gruplarının bazal ve akut maksimal egzersiz sonrası oksidan-antioksidan sistem parametreleri karşılaştırıldığında; gerek orta yaş (OY) grubunda (Tablo 3), gerekse ileri yaş (İY) grubunda (Tablo 4) egzersiz ve kontrol gruplarının ne bazal değerleri, ne de akut egzersiz sonrası değerleri arasında anlamlı bir farklılık bulunmadı.

**Tablo 3.** Orta yaş (OY) grubunun akut egzersiz öncesi (EÖ) ve sonrası (ES) oksidan-antioksidan sistem parametreleri (Ort. ± SD).

Parametreler	Gruplar	EÖ	ES
MDA (nmol/gHb)	Ae	741 ± 201	935 ± 319
	Ane	731 ± 217	881 ± 303
	KG	911 ± 275	920 ± 152
SOD (U/gHb)	Ae	1699 ± 1250	1863 ± 1142
	Ane	1737 ± 980	1682 ± 1584
	KG	1319 ± 596	1068 ± 640
CAT (U/gHb)	Ae	11174 ± 2508	11554 ± 2277
	Ane	11317 ± 1851	10891 ± 1831
	KG	12456 ± 2543	12703 ± 2634
PON1 (U/ml)	Ae	59.1 ± 38.6	47.4 ± 42.9
	Ane	47.9 ± 28.8	38.8 ± 33.5
	KG	43.1 ± 24.5	41.1 ± 23.1

**Tablo 4.** İleri yaş (İY) grubunun akut egzersiz öncesi (EÖ) ve sonrası (ES) oksidan-antioksidan sistem parametreleri (Ort. ± SD).

Parametreler	Gruplar	EÖ	ES
MDA (nmol/gHb)	Ae	779 ± 102	852 ± 178
	Ane	914 ± 100	755 ± 221
	KG	864 ± 194	997 ± 87
SOD (U/gHb)	Ae	1759 ± 1427	1660 ± 943
	Ane	1018 ± 971	1313 ± 1236
	KG	1194 ± 355	1001 ± 304
CAT (U/gHb)	Ae	12176 ± 1989	12088 ± 1154
	Ane	13047 ± 2696	11754 ± 2990
	KG	12595 ± 1701	12263 ± 2120
PON1 (U/ml)	Ae	36.0 ± 26.8	36.1 ± 30.7
	Ane	27.3 ± 11.5	38.1 ± 38.5
	KG	45.5 ± 21.3	69.1 ± 50.8

Ancak; OY grubunda Ae ve Ane gruplarının MDA düzeyleri KG'den sırasıyla %19 ve %20 daha düşük iken, SOD aktiviteleri sırasıyla %29 ve %32 yüksekti (Tablo 3). Ae grubunun PON1 aktivitesi de KG'den %37 daha yüksekti ( $p>0.05$ ). Akut egzersiz sonrası Ae ve Ane gruplarda MDA düzeyleri sırasıyla %26 ve %21 artarken, PON1 aktiviteleri sırasıyla %20 ve %19 düştü. KG'de ise SOD aktivitesi %19 düşüş gösterdi.

İY grubunda ise Ae'lerin SOD aktivitesi KG'den %47 daha yüksek ( $p>0.05$ ); Ae ve Ane gruplarının PON1 aktiviteleri ise KG'den sırasıyla %21 ve %40 daha düşük bulundu (Tablo 4). Akut egzersiz sonrası Ane grubun SOD ve PON1 aktiviteleri sırasıyla %29 ve %40 arttı. KG'nin PON1 aktivitesi ise %52 arttı.

Tablo 3 ve 4'de iki yaş grubuna ilişkin değerler kıyaslandığında; İY Ane grubunun MDA düzeyi OY'a göre %25 yüksek; SOD ve PON1 aktiviteleri bu gruba göre sırasıyla %41 ve %43, Ae grubuna göre ise sırasıyla %42 ve %24 düşük ( $p>0.05$ ) bulundu. İY Ae grubun PON1 aktivitesi de OY Ae gruba göre %39 düşüktü.

OY erkeklerde bazal CAT aktivitesi ile PON1 ( $r= 0.54$ ;  $p<0.05$ ) ve MDA ( $r= -0.61$ ;  $p<0.01$ ) değerleri arasında anlamlı korrelasyon bulundu. İY erkeklerde ve kontrollerde ise bazal MDA ve SOD aktiviteleri arasında benzer düzeyde anlamlı korrelasyonlar ( $r= -0.47$ ;  $p<0.05$ ) saptandı.

## TARTIŞMA

Her iki yaş grubunda, antrenmanların kronik etkisinin yansımaları kabul edilebilecek kanda bazal oksidan-antioksidan parametre değerleri için ve maksimal egzersize verilen akut yanıtlar açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmedi. Bu bulgulardan, gerek kronik antrenmanın, gerekse akut egzersizin yaş ve antrenmanın tipinden bağımsız olarak kan oksidan-antioksidan parametreleri üzerinde anlamlı bir etki göstermediği sonucu çıkarılabilir.

Selamoğlu ve ark. (15) uzun mesafe koşucusu genç erkeklerde SOD aktivitesi için buradakine koşut olarak gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığını; ancak MDA düzeylerinin spor yapmayanlardan anlamlı düzeyde düşük olduğunu bildirmişti. Bu çalışmada SOD aktiviteleri özellikle OY grubunda daha yüksek iken, MDA düzeyleri düşüktü ( $p>0.05$ ). Schneider ve ark. gençlere koşu bandında düşük ve orta şiddette yüklenme uygulandığında, CAT aktivitesinin bu çalışmada bulunana benzer şekilde anlamlı değişim göstermediğini; kontrol grubunun kan SOD düzeyinin ise anlamlı olarak yükseldiğini gözlemişti (14). Turgay, uzun spor geçmişine sahip orta yaşlı erkekler ve kontroller arasında PON1 aktivitesi için anlamlı bir farklılık bulmamıştı (21).

Diğer bir çalışmada, 65-78 yaş arası kişilerde antrenman sonrası  $MaxVO_2$  ve koşu bandı performansında anlamlı artışlar gözlemlendiği, kan MDA düzeyi anlamlı olarak düşerken, antioksidan kapasitesinin anlamlı

olarak arttığı bulunmuştur (4). Kostka ve ark. (10) ileri yaşlıların MDA düzeyinin gençlerinkinden daha yüksek, SOD aktivitesinin ise benzer olduğunu tespit etmişlerdir. Burada da MDA düzeyleri yüksek olan İY sporcu gruplarından aerobik grubun bazal SOD aktivitesinin anlamlı olmasa da belirgin yüksekliği, bu yaş grubunda uzun süreli aerobik egzersizlerinin antioksidan kapasite üzerindeki olumlu etkisine işaretir.

Yaşlılarda akut egzersiz etkisinin değerlendirildiği çalışma sayısı sınırlıdır. Simar ve ark. (17), 60-90 yaş arası bir popülasyonda; düşük ve yüksek fiziksel aktivite düzeyli iki grupta yapılan bir çalışmada maksimal egzersiz testinden sonra yüksek aktivite grubunun daha büyük fiziksel uygunluk ve plazma antioksidan kapasiteye sahip olduğunu ve egzersiz sonrası oksidatif hasarlarının düşük aktivitelilerin yarısı kadar olduğunu saptadılar. Ayrıca aerobik uygunluğun bu kapasite ile pozitif, TBARS düzeyleriyle ise negatif ilişkili olduğunu buldular. Bu çalışmada böyle bir ilişki bulunmadı.

Ancak orta yaş egzersiz grubunda CAT ve MDA bazal değerleri arasında negatif bir ilişki bulunurken, ileri yaş egzersiz ve kontrol grubunda bazal kan MDA ve SOD değerleri arasında negatif bir ilişki saptandı. Bu yaş grubunda MaxVO<sub>2</sub> düzeyi kontrol ve anaerobik egzersiz grubundan anlamlı olarak daha yüksek olan aerobik grubun, SOD aktivitesi kontrol grubununkinden anlamlı olmasa da daha büyüktü.

Bu bulgular yaşlanma sürecinde önemli rolü olan ROS'un varlığına karşın antioksidan enzimlerin de hala aktif olarak görevde olduğuna; aerobik ve anaerobik tipteki düzenli fiziksel aktivitelerle antioksidan kapasitenin arttırılabileceğine işaret eder. Bazal PON1 aktivitesi bu çalışmada literatürdekinden (19) farklı olarak yaşla birlikte değişmezken; akut egzersize verilen yanıtta da yaşın bir etkisi saptanmadı. Bu çalışmada oksidan-antioksidan kan parametreleri üzerinde yaşın anlamlı bir etkisinin bulunamamasında yaş grupları arasındaki farkın küçük olmasının ve egzersiz gruplarının uzun bir spor geçmişine sahip olmalarının da payı olabilir.

Egzersiz; yoğunluk, süre ve tipine bağlı olarak kendisi de bir oksidatif stres kaynağı olabilmektedir (5,8). Çalışmalarda kullanılan egzersiz protokolleri, kan alma zamanları ve egzersize katılanların diyet farklılıkları sonuçları etkileyebilmektedir. Bu nedenle egzersizin oksidan-antioksidan denge üzerine etkileri net olarak ortaya konamamaktadır.



Oksidan stres ile kronik şekilde karşı karşıya gelmenin antioksidan savunmayı güçlendirdiği bildirilmiştir (2,5,9). Bu çalışmada gerek bazal seviyelerde, gerekse akut maksimal egzersize yanıtlarda anlamlı farklılık gözlenmemesi oksidan stresin egzersiz gruplarında antioksidan kapasite tarafından dengelendiğini düşündürülebilir. Nitekim, özellikle anaerobik egzersiz yapanlarda yaşla oksidan stress yükselirken, antioksidan kapasitenin düşme eğilimi gösterdiği söylenebilir. Fiziksel uygunlukları düşük olan kontrollerin akut egzersiz testinde erken yorulmaları sporcu grupları ile olan farklılıkların anlam kazanmasını engellemiş olabilir.

Sonuç olarak, bu bulgular kısmen de olsa, çalışmadaki her iki yaş grubunda yaş ve antrenman tipinden bağımsız benzer olumlu kronik adaptasyonların oluşabileceğini gösterir. Hem kronik antrenmana, hem de akut egzersize oksidan-antioksidan yanıtların benzer bulunması, aralarında bir adaptasyon paralelliğinin varlığına işaret edebilir.

### KAYNAKLAR

1. Aebi H: Catalase in vitro. *Method Enzymol* **105**: 121-6, 1984.
2. Çelik A, Varol R, Onat T, Delen Y, Turgay F: Akut egzersizin futbolcularda antioksidan sistem parametrelerine etkisi. *Sportmetre* **5**: 167-72, 2007.
3. Dröge W: Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* **82**: 47-95, 2002.
4. Fatouros IG, Jamurtas AZ, Villiotou V, et al: Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. *Med Sci Sports Exerc* **36**: 2065-72, 2004.
5. Finaud J, Lac G, Filaire E: Oxidative stress: relationship with exercise and training (Review). *Sports Med* **36**: 327-58, 2006.
6. Geldmacher von Mallinckrodt M, Diepgen TL, Duhme C, Hommel G: A study of the polymorphism and ethnic distribution differences of human serum paraoxonase. *Am J Phys Anthropol* **62**: 235-41, 1983.
7. Góth L: A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clin Chim Acta* **196**: 143-51, 1991.
8. Jenkins RR: Free radical chemistry. Relationship to exercise. *Sports Med* **5**: 156-70, 1988.
9. Kostaropoulos IA, Nikolaidis MG, Jamurtas AZ, et al: Comparison of the blood redox status between long-distance and short-distance runners. *Physiol Res* **55**: 611-6, 2006.
10. Kostka T, Draai J, Berthouze SE, Lacour JR, Bonnefoy M: Physical activity, aerobic capacity and selected markers of oxidative stress and the anti-oxidant defence system in healthy active elderly men. *Clin Physiol* **20**: 185-90, 2000.

11. McCord JM: Human disease, free radicals, and the oxidant/antioxidant balance (Review). *Clin Biochem* **26**: 351-7, 1993.
12. Pansarasa O, Bertorelli L, Vecchiet J, Felzani G, Marzatico F: Age-dependent changes of antioxidant activities and markers of free radical damage in human skeletal muscle. *Free Rad Biol Med* **27**: 617-22, 1999.
13. Radák Z, Goto S: Oxidative modification of proteins and DNA. In: *Free Radicals in Exercise and Aging*. Z Radák, Ed, Champaign, IL, Human Kinetics, 2000, pp 177-209.
14. Schneider CD, Barp J, Ribeiro JL, Belló-Klein A, Oliveira AR: Oxidative stress after three intensities of running. *Can J Appl Physiol* **30**: 723-34, 2005.
15. Selamoğlu S, Turgay F, Kayatekin BM, Gönenç S, İşlegen Ç: Aerobic and anaerobic training effects on the antioxidant enzymes of the blood. *Acta Physiol Hun* **87**: 267-73, 2000.
16. Shephard RJ: *Aging and Physical Activity, and Health: The Cardiovascular System*. USA, Human Kinetics, 1997.
17. Simar D, Malatesta D, Badiou S, Dupuy AM, Caillaud C: Physical activity modulates heat shock protein-72 expression and limits oxidative damage accumulation in a healthy elderly population aged 60–90 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* **62**: 1413-9, 2007.
18. Sözmen EY, Sözmen B, Girgin FK, et al: Antioxidant enzymes and paraoxonase show a co-activity in preserving low-density lipoprotein from oxidation. *Clin Exp Med* **1**: 195-9, 2001.
19. Tomás M, Elosua R, Sentí M, et al: Paraoxonase1-192 polymorphism modulates the effects of regular and acute exercise on paraoxonase1 activity. *J Lipid Res* **43**: 713-20, 2002.
20. Tonkonogi M, Walsh B, Svensson M, Sahlin K: Mitochondrial function and antioxidative defence in human muscle: effects of endurance training and oxidative stress. *J Physiol* **528**: 379-88, 2000.
21. Turgay F: Düzenli egzersizin kan paraoksonaz ve aril esteraz aktiviteleri ile homosistein ve nitrik oksit düzeyleri üzerine etkilerinin incelenmesi. *Doktora Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2004.
23. Van Kampen EJ, Zijlstra WG: Determination of hemoglobin and its derivatives (Review). *Adv Clin Chem* **8**: 141-87, 1965.

**Yazışma için e-mail adresi:** akselcelik@hotmail.com