

## **KRONİK SİGARA İÇİMİNİN NEGATİF EĞİMDE BİSİKLET EGZERSİZİ SONRASI KAS HASARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Bedrettin AKOVA\*, S. Çağdaş ŞENİŞİK\*, Hakan GÜR\*, Esmâ SÜRMEŒEN-GÜR\*\*

### **ÖZET**

Bu çalışmada kronik sigara içiminin negatif eğimde yapılan submaksimal bir bisiklet egzersizi sonrasında oluşabilecek kas hasarı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlandı. Çalışmaya 17-35 yaşları arasında sağlıklı, sedanter sigara içmeyen (K) 10 erkek ve  $4.8 \pm 1.0$  yıldır günde ortalama  $20.5 \pm 2.4$  adet sigara içen (S) 10 erkek olmak üzere toplam 20 denek gönüllü olarak katıldı. Deneklere izometrik kuvvet testi, submaksimal ve maksimal testler uygulandı. Kas hasarı ve serbest radikal göstergeleri için farklı bir günde deneklerden kan alındı. Örnekleme sonrası deneklerin dominant taraf diz ekstansörlerinde sübjektif ağrı değerlendirilmesi (SAD) yapıldı ve diz eklem hareket açıklıkları (EHA) ölçüldü. Daha sonra deneklere bisiklet ergometresinde maksimal iş yükünün % 60'ında ve %10'luk negatif eğimde, 30 dk submaksimal egzersiz yaptırıldı. Egzersizin hemen sonrasında (ES) ve 1., 2., 3. ve 7. günlerde kan, kas kuvveti, SAD ve EHA ölçümleri tekrarlandı. İstatistiksel değerlendirilmede tekrarlayan ölçümlü varyans analizi ve nonparametrik Wilcoxon testi kullanıldı. Plazma malondialdehid (MDA) düzeyleri her iki grupta da egzersizden hemen sonra anlamlı artış ( $p < 0.05$ ) gösterdi, ancak gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Plazma kreatin kinaz (CK) düzeyleri, SAD ve EHA ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmedi. İzometrik kuvvet ölçümlerinden elde edilen zirve tork değerleri her iki grupta egzersizden hemen sonra düştü ( $p < 0.05$ ). İki grubun bu değerleri arasında da farklılık saptanmadı. Kullanılan egzersiz modeli ile belirgin bir kas hasarı oluşmadığı ve sigara kullanımının bu tür hasarı artırıcı katkısı bulunmadığı söylenebilir.

**Anahtar sözcükler:** Kas hasarı, kronik sigara kullanımı, bisiklet, negatif eğim, egzersiz

\* Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Anabilim Dalı, Görükle, Bursa

\*\* Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, Görükle, Bursa

## **SUMMARY**

### *THE EFFECTS OF CHRONIC SMOKING AND NEGATIVE SLOPE CYCLING EXERCISE ON MUSCLE DAMAGE*

*The aim of this study was to examine the effects of chronic smoking on muscle damage following a negative sloped cycling exercise. A group of 20 healthy, sedentary, male subjects aged 17 to 35 years volunteered for the study. They were classified as smokers who had smoked  $20.5 \pm 2.4$  cigarettes a day for at least  $4.8 \pm 1.0$  years ( $n=10$ ) and non-smokers ( $n=10$ ). Each subject performed an isometric peak torque test, submaximal test and maximal test. In another occasion, they performed a 10% negative slope cycling exercise for 30 min at 60% of their maximal work capacity. Range of motion (ROM), delayed onset of muscle soreness (DOMS), plasma creatine kinase activity (CK) and malondialdehyde (MDA) levels were evaluated before, immediately after, and on the 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 7<sup>th</sup> days following cycling exercise. Repeated measures ANOVA and Wilcoxon signed rank test were used for statistical analyses. Significant ( $p<0.05$ ) increases were observed in MDA concentrations immediately after cycling exercise in both groups, with no significant differences between the groups. Plasma CK levels, ROM and DOMS measurements were not different among the groups, either. Isometric peak torque decreased ( $p<0.05$ ) immediately following exercise in both groups, without any significant group effect. It is possible to conclude that no clear muscle damage could be produced in the exercise model used in this study, and that smoking had no further effects on muscle damage.*

**Key words:** *Muscle damage, chronic smoking, cycling, negative slope, exercise*

## **GİRİŞ**

Fiziksel egzersiz sırasında oksijen tüketimindeki belirgin artışa bağlı olarak serbest oksijen radikallerinin arttığı ve bunların kas hasarına neden olduğu bilinmektedir (9,24). Mc Cord (18) egzersiz sırasında 10-15 kat artan oksijen tüketimi ile serbest radikal oluşumunda artış bildirmiştir. Ayrıca egzersiz sırasında artan katekolamin seviyeleri de serbest radikal oluşumuna yol açabilmektedir (6).

Sigara kullanımının karaciğer, akciğer ve böbrek dokusunda lipid peroksidasyonuna neden olarak bu organlarda serbest oksijen radikalleri oluşumuna yol açtığı ve antioksidan enzim düzeylerini yükselttiği

gösterilmiştir (4,14,15). Sigara içenlerin fiziksel egzersizle oluşan oksidatif hasara daha duyarlı olabilecekleri de ifade edilmiştir (26).

Kas hasarı ve oksidatif hasar üzerinde kas kasılma tipinin önemli bir etkiye sahip olduğu düşünülmektedir. Kas hasarının daha çok kas boyunun uzayarak kasıldığı eksantrik tipte kas kasılmaları sırasında gözlemlendiği çeşitli çalışma sonuçları ile ortaya konmuştur (7,11,17). Eksantrik egzersizin kas yorgunluğunu çabuklaştırdığı (12); kas liflerinde hücresel düzeyde yapısal hasarı tetiklediği; dolaşımdaki kas proteinlerini ve enzimlerini arttırdığı (19); eklem hareket açıklığında ve kuvvette azalmaya (20) neden olduğu gösterilmiştir. Maughan ve ark. (17) insanlarda eksantrik egzersiz sonrası kas hasarı göstergelerinin arttığını ve serbest radikal üretiminin gerçekleştiğini açıklamışlardır.

Sürmen-Gür ve ark. (26) bir çalışmalarında, negatif eğimde yapılan bisiklet egzersizi ile oksidatif hasar oluştuğunu ve sigara içenlerin bu hasara daha duyarlı olabileceklerini belirtmişlerdir. Literatürde bu bulguları destekleyen yeterli sayıda çalışma yoktur. Bu çalışma ile negatif eğimde yapılan submaksimal tipte bir egzersiz sonrası oluşan kas hasarı üzerine sigara içiminin etkisinin incelenmesi amaçlandı.

## GEREÇ ve YÖNTEM

**Denekler:** Çalışmaya 17-35 yaş arasında sigara içen (S) ve içmeyen (K) 10'ar kişiden toplam 20 sağlıklı sedanter erkek gönüllü olarak dahil edildi. S grubu  $4.8 \pm 1.0$  yıldır günde ortalama  $20.5 \pm 2.4$  adet sigara tüketmekte idi. Çalışma öncesinde denekler kalp-dolaşım sistemi, solunum sistemi ve kas-iskelet sistemi başta olmak üzere genel fiziksel muayeneden geçirildi ve herhangi bir sağlık sorunu olmayanlar araştırmaya dahil edildi. Tüm testler sabah 08:00-11:00 saatleri arasında gerçekleştirildi. Denekler çalışma süresince hiç ilaç kullanmamaları; testlerin uygulanacağı günlerin öncesi ve süresince zorlu fiziksel aktivite yapmamaları; alkol, sigara, çay, kahve tüketmemeleri konusunda uyarıldılar. Çalışma öncesinde deneklere çalışma hakkında ayrıntılı bilgi verilerek gönüllü katılımlarını içeren "Aydınlatılmış Gönüllü Onam Formu" imzalatıldı. Çalışma Helsinki Deklarasyonu (2000) ile uyumlu oldu.

**Çalışma düzeni:** Deneklerin testler öncesinde antropometrik ölçümleri alındı. Takip eden günlerde submaksimal ve maksimal bisiklet testleri ile izometrik kuvvet testleri uygulandı. Submaksimal egzersiz testi öncesi istirahat halinde kan örnekleri alınıp eklem hareket açıklığı (EHA) ölçümleri ve sübjektif ağrı değerlendirmeleri (SAD) yapıldı.

Submaksimal egzersiz testinin hemen sonrasında ve takip eden 1., 2., 3. ve 7. günlerde bu işlemler ve izometrik kuvvet testleri tekrarlandı.

**Submaksimal test:** Deneklere bisiklet ergometresinde (Monark 814-E, İsveç) toplam 16 dk süren ve 60 W yükte başlanıp her 4 dk'da bir yükün göreceli arttığı submaksimal bir ön test uygulandı. Her bir denek için iş yükü ve oksijen tüketimi ( $VO_2$ ) parametreleri arasındaki regresyon eğrisi formülü hesaplandı. Eğrinin 'r' değerinin 0.97'den düşük olduğu gözlenen beş denekte test tekrarlandı.

**Maksimal test:** Aynı bir günde maksimal oksijen tüketimi ( $VO_{2max}$ ) ölçümü için deneklere bisiklet ergometresinde 75 W yükte 5 dk ısınma sonrasında maksimal bir test uygulandı. Teste 100 W'lık direnç ile başlanarak kişi tükenene dek yük 3 dk'da bir 60 W arttırıldı. Denekler, test süresince  $60 \pm 3$  rpm hızla pedal çevirdi. Bu hız 55 rpm'nin altına düştüğünde denekler daha hızlı pedal çevirmeleri için teşvik edildi. Kişi bu hıza geri dönemediğinde test sonlandırıldı. Submaksimal ve maksimal test sırasında solunum parametreleri metabolik analizör (Sensor Medics 2900C, USA) kullanılarak "breath-by-breath" yöntemi ile sürekli ölçüldü. Kalp atım hızı dört derivasyon aracılığıyla ve bir osiloskop üzerinden (Cardiovit, İsviçre) sürekli monitorize edildi. Bütün deneklerin testleri maksimal test (maksimal kalp atım sayısı, dakika ventilasyonu  $\approx 120$  l.min<sup>-1</sup>,  $VCO_2/VO_2 < 1.15$ ) kriterleri ile uyumlu idi.

Bireysel  $VO_{2max}$  değerleri, submaksimal ön test ile elde edilen bireysel  $VO_2$  ile yük arasındaki regresyon eğrisi formülü aracılığıyla değerlendirilerek deneklerin  $VO_{2max}$ 'larının %60'ına denk gelen submaksimal iş yükleri hesaplandı.

**Kas hasarı oluşturmak için submaksimal egzersiz testi:** Aynı bir günde, 8 saatlik gecelik açlığı ve sigara yoksunluğunu takiben laboratuara gelen deneklere submaksimal egzersiz testi uygulandı. Yatarak 20 dk dinlenmeyi takiben denekler  $VO_{2max}$ 'larının %60'ı için hesaplanan yükte ve 60 rpm pedal çevirme hızında 30 dk süresince %10 negatif eğimde bisiklet egzersizini gerçekleştirdiler.

**İzometrik kuvvet testi:** Diz ekstansör kas gruplarının izometrik kuvvetleri izokinetik dinamometre cihazında (Cybex 6000, Lumex Inc, ABD) standartlara uyularak ölçüldü. Cihaz her ölçüm öncesi kalibre edildi. Dominant taraf diz ekstansörlerine 60°'de üç denemeyi takiben dört adet maksimal izometrik kasılma yaptırıldı. Her bir kasılma arasında 10 sn ara verildi ve düzenli nefes alıp verilmesi istendi. Testin sonunda zirve tork değerleri (Nm) cihaza kaydedildi.

**Kan örneklerinin toplanması:** Örnekler 0.18×40 mm'lik Vacutainer iğne ile ön kol antekübital bölge venlerinden kuru Vacutainer tüplere alınıp +4°C'de saklandı ve 48 saat içinde analiz edildi. Analizler Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Merkez Biyokimya Laboratuvarı'nda yapıldı.

**Biyokimyasal analizler:** Plazma malondialdhid (MDA) düzeyi, Kamal ve ark.'nın (16) tarif ettiği, tiyobarbitürik asit ile MDA'nın asidik ortamda yüksek ısının etkisi ile oluşturduğu pembe renkli kompleksin 535 nm'deki renk şiddetinin ölçülmesi esasına dayanan spektrofotometrik bir yöntemle ölçüldü. Plazma kreatin kinaz (CK) aktiviteleri ise oto-analizör (Technicon Dax 72, Abbott Aeroset, ABD) cihazı kullanılarak immunoassay yöntemi ile ölçüldü. Egzersizden hemen sonra alınan kan örneklerinden elde edilen serum ve plazma değerleri, Van Beaumont ve ark. (27) tarafından tanımlanan formül kullanılarak hemokonsantrasyon için düzeltildi:

$$\text{Düzeltilmiş değer} = \text{Değer} \times \left[ \frac{\text{Hb}_{\text{önce}} \times (100 - \text{Hct}_{\text{sonra}})}{\text{Hb}_{\text{sonra}} \times (100 - \text{Hct}_{\text{önce}})} \right]$$

**Palpasyonla subjektif ağrı skoru değerlendirmesi (SAD):** Kas ağrısının değerlendirilmesi için üzerinde 0'dan 10'a kadar ardışık sayılar bulunan görsel ağrı cetveli kullanıldı. Deneklerin ilgili kas grubunun palpasyonu sırasında hissettikleri en uygun ağrı şiddetini bu cetvel üzerinde göstermeleri istendi.

**Eklem hareket açıklığı (EHA) değerlendirilmesi:** Goniometre ile ölçüldü. Diz ekstansör kas gruplarında ağrının başladığı EHA'nın değerlendirilmesi için, ilgili eklem ekstansiyondan fleksiyona giderken deneğin ağrı hissini ifade ettiği açı kaydedildi.

**İstatistiksel analiz:** Bu amaçla SPSS v16.0 programı kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tekrarlayan ölçümlü varyans analizi ve nonparametrik "Wilcoxon signed rank" testi kullanıldı. Sonuçlar aritmetik ortalama ± standart sapma olarak verildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Her iki grubun demografik özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu (Tablo 1). Plazma MDA düzeyleri egzersiz öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında her iki grupta da egzersizden hemen sonra artış gösterdi ( $p < 0.05$ ). Ancak gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmadı. Plazma CK enzim düzeyleri, egzersiz öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında iki grupta da değişiklik göstermedi ve gruplar arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanmadı (Tablo 2).

**Tablo 1.** Deneklerin demografik özellikleri (Ort. ± SD)

Parametre	Sigara içen	Sigara içmeyen
Yaş (yıl)	21.1 ± 1.6	21.2 ± 1.2
Boy (cm)	176.4 ± 1.3	175.4 ± 1.8
Vücut kütlesi (kg)	71.0 ± 2.6	70.0 ± 2.4
Günlük sigara içimi (n)	20.5 ± 2.4	-
Sigara kullanım yılı	4.8 ± 1.0	-
O <sub>2</sub> tüketimi (ml/dk/kg)	37.2 ± 2.3	34.9 ± 1.4

**Tablo 2.** Deneklerin plazma MDA ve CK düzeylerinin değişimi (Ort. ± SD)

Grup	EÖ	ES	1. gün	2. <sup>i</sup> gün	3. gün	7. gün	
MDA, nM	K	9.7 ± 1.6	11.0 ± 1.5*	9.9 ± 1.8	9.8 ± 2.0	10.0 ± 1.8	9.4 ± 1.4
	S	8.0 ± 2.0	8.5 ± 2.0*	7.9 ± 1.6	8.8 ± 1.7	7.8 ± 2.0	8.9 ± 2.0
CK, IU/l	K	115 ± 39	116 ± 43	166 ± 54	169 ± 59	155 ± 51	123 ± 51
	S	169 ± 90	161 ± 78	221 ± 168	189 ± 109	190 ± 96	133 ± 54

\*: EÖ döneme göre farklılık, p<0.05

Kas hasarının sübjektif ölçüm değerlendirmelerinden istirahat ağrısı ve palpasyonla sübjektif ağrı düzeyleri açısından egzersiz öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında anlamlı farklılık gözlenmedi ve gruplar arasında istatistiksel farklılık yoktu. Ağrının başladığı eklem hareket açıklığı ölçümleri açısından egzersiz öncesi ve sonrası dönemler karşılaştırıldığında da anlamlı istatistiksel farklılık saptanmadı. İki grubun değerleri arasında anlamlı farklılık yoktu (Tablo 3).

**Tablo 3.** Deneklerin ağrı ve eklem hareket açıklığı değerlerinin değişimi (Ort. ± SD)

Param. Grup	EÖ	ES	1. gün	2. gün	3. gün	7. gün	
İA	K	0.0 ± 0.0	0.3 ± 0.7	0.3 ± 0.9	0.4 ± 1.3	0.5 ± 1.6	0.0 ± 0.0
	S	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.9	0.2 ± 0.6	0.3 ± 0.9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
SAD	K	0.1 ± 0.3	0.6 ± 1.1	0.6 ± 1.3	0.5 ± 1.6	0.6 ± 1.9	0.1 ± 0.3
	S	0.0 ± 0.0	0.5 ± 1.3	0.2 ± 0.6	0.2 ± 0.6	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
EHA (°)	K	141.5 ± 4.1	136.0 ± 6.9	140.2 ± 4.9	141.4 ± 4.2	141.5 ± 4.1	141.5 ± 4.1
	S	143.2 ± 5.9	135.3 ± 8.2	141.0 ± 7.3	142.9 ± 6.5	143.2 ± 5.9	143.2 ± 5.9

İA: istirahat ağrısı SAD: sübjektif ağrı değeri, EHA: eklem hareket açıklığı

İzometrik kuvvet ölçümlerinden elde edilen zirve tork değerleri K grubunda egzersizden hemen sonra düştü (p<0.05), S grubunda ise istatistiksel olarak anlamlı değişiklik gözlenmedi. Zirve tork ölçümleri açısından egzersiz öncesi ve sonraki 1, 2, 3 ve 7. günler için gruplar arasında anlamlı değişiklik saptanmadı (Tablo 4).

**Tablo 4.** İzometrik kuvvet düzeylerinin değişimi (Ort. ± SD)

Parametre	Grup	EÖ	ES	1. gün	2. gün	3. gün	7. gün
Zirve tork (Nm)	K	192 ± 35	170 ± 29*	197 ± 25	203 ± 33	201 ± 35	204 ± 38
	S	185 ± 27	171 ± 26	182 ± 24	191 ± 16	198 ± 12	192 ± 20
Zirve tork (%)	K	278 ± 62	245 ± 49*	283 ± 42	291 ± 45	288 ± 47	292 ± 48
	S	263 ± 44	241 ± 29	259 ± 43	271 ± 30	283 ± 34	274 ± 40

\*: EÖ döneme göre farklılık,  $p < 0.05$

## TARTIŞMA

Çeşitli çalışmalarda eksantrik egzersizin kas yorgunluğu (12), kas liflerinde yapısal hasar (8), dolaşımdaki kas proteinlerinde artış (19), kuvvet ve EHA'da düşüş (20) ile karakterize kas hasarına neden olduğu gösterilmiştir. Maughan ve ark. (17) negatif eğimde yapılan 45 dk'lık bir koşu egzersizinden sonra serum lipid peroksidasyon ürünlerini ve kas hasarının indirekt göstergeleri olan AST, ALT, LDH ve CK enzim aktivite düzeylerini incelemişler ve egzersiz sonrası serbest oksijen radikallerinin oluştuğunu; bunun da kas hasarı ile yakından ilişkili bulunduğunu belirtmişlerdir.

Sigara içiminin de kalp ve beyinde hücrel hasara neden olarak serbest oksijen radikallerinin yanı sıra CK gibi kas enzimlerinin dolaşıma salınımında artışa yol açtığı gösterilmiştir (3). Sunulan bu çalışmada ise kas hasarının göstergesi olabilecek plazma CK düzeylerinde egzersiz öncesi ve sonrasında her iki grupta da istatistiksel anlamlı fark tespit edilemezken, diğer bir gösterge olan MDA düzeyindeki anlamlı değişikliğe karşın sigara içmenin ek bir etkisi olmadığı saptanmıştır. Bu bulgu öncelikle %10'luk negatif eğimde gerçekleştirilen orta şiddetli bir bisiklet egzersizinin ciddi bir hasara neden olmadığına, buradaki denekler kadar sigara geçmişine sahip olmanın da böyle bu egzersiz modelinde olası hasarı arttırmadığına işaret etmektedir.

Benzer çalışmalar ile karşılaştırıldığında, hasarın oluşması için egzersizin süre ve şiddetinin daha yüksek olması gerektiği söylenebilir (17). Çalışma sonuçları değerlendirildiğinde egzersizin tipinin de önemli olduğu anlaşılmaktadır. Bu anlamda yokuş aşağı koşu ya da yürüme aktivitesinde, dirençli eksantrik egzersizler (13,19) burada kullanılan negatif eğim bisiklet egzersizi ile karşılaştırıldığında kas hasarının daha yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Dirençli eksantrik egzersizlerin kullanıldığı protokollerde konsantrik komponentler yok edilebilmektedir. Buna karşın; yokuş aşağı koşu gibi kas aktiviteleri, konsantrik ve eksantrik

egzersizin birlikteliğini içeren daha fonksiyonel aktivitelerdir ve fizyolojik sonuçlarının normale daha yakın olduğu gözlenmektedir (17,26).

Farklı çalışmalarda egzersiz yapanlarda ve sigara içenlerde lipid ve lipoproteinlerin oksidatif hasarı yüksek MDA düzeyleri ile gösterilmiştir (1,5,22,23). Sürmen-Gür ve ark.'nın (26) çalışmasında egzersiz ve sigara kullanımının birlikte oksidatif hasar üzerine etkisi incelenmiş ve egzersiz öncesi ve sonrasında plazma MDA konsantrasyonlarında sigara içen ve içmeyen grup arasında anlamlı istatistiksel farklılık olmadığı gözlenmiştir. Bu çalışmada da lipid peroksidasyon göstergesi olarak kullanılan plazma MDA düzeyleri her iki grupta da egzersizden hemen sonra yükseldi. Ancak gruplar arasında anlamlı istatistiksel farklılık saptanmadı. Çalışmalar arasındaki farklılıkların olası nedenleri yaş aralığı, sigara alışkanlığı ve sigara kullanım yılı farkları olabilir.

Kas hasarının klinik değerlendirmesinde kullanılan istirahat ağrısı, palpasyonla ağrı, eklem hareket açıklığı, ağrının başladığı hareket açıklığı ölçümleri açısından da gruplar arasında egzersiz öncesi ve sonrasında anlamlı istatistiksel farklılık gözlenmedi. Smith ve ark. (25) kas ağrısının daha çok hareketle hissedildiğini, istirahat halinde istatistiksel olarak anlamlı artışların saptanamadığını belirtmektedirler. Nosaka ve ark. (20) da eksantrik egzersiz sonrasında kas ağrısı boyutu ve kas hasarının diğer göstergeleri arasında belirgin ilişki olmadığını bildirmişlerdir. Bu bulgular ışığında egzersiz sonrası kas hasarını sübjektif parametreler aracılığıyla değerlendirmenin çelişkili sonuçların gözlenmesine neden olabileceği söylenebilir.

Çalışmada K grubunda egzersizden hemen sonra izometrik kas kuvvetinde anlamlı düşüş saptanırken, S grubunda gözlenen düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı. Egzersiz öncesi ile egzersiz sonrasındaki 1, 2, 3, ve 7. gün zirve tork değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmadı. Eksantrik egzersiz sonrasında ve sigara içenlerde kas kuvvetinin azaldığını gösteren çalışmalar bulunmaktadır (2,10,29). Rinard ve ark. (21) 165 denek üzerindeki çalışmalarında, önkol fleksörlerinde eksantrik tipte egzersiz sonrası izometrik kuvvette anlamlı bir düşüş olduğunu göstermişlerdir. Nosaka ve ark.'nın (20) düşük şiddette dayanıklılık ve maksimal eksantrik tipte egzersiz modellerini karşılaştırdıkları bir araştırmada, her iki egzersiz modelinde egzersiz sonrası izometrik kuvvette düşüş saptanırken, ikinci grupta maksimal izometrik kuvvet değerleri ilk gruba göre daha düşük bulunmuştur. Bu durumda egzersiz şiddetinin izometrik kuvvet kaybında etkili olduğu ileri sürülebilir.



Ayrıca, sedanter bireylerin non-dominant kol ve bacak kaslarının günlük aktivite sırasında kullanımı karşılaştırıldığında; bacak kaslarının vücut ağırlığını taşıma, yürüme ve merdiven inip çıkma gibi eylemlerde yer alması, bacak kaslarının doğal olarak daha antrene olduğunu düşündürülebilir. Antrenmanın, eksantrik egzersizle oluşturulan hasar yanıtında azalmaya yol açtığı gösterilmiştir (13,28). Kullanılan egzersizin hasar oluşturmadaki yetersizliği çalışmada elde edilen bulguların olası önemli bir nedenidir.

Bu bulgular ışığında, çalışmada kullanılan egzersiz modeli ile belirgin bir kas hasarı oluşmadığı, ayrıca deneklerin düzeyindeki sigara kullanımının da kas hasarını artırıcı yönde bir etkisi olmadığı söylenebilir. Sigara içmenin egzersizle ortaya çıkacak kas hasarına etkisini net bir şekilde ortaya koymak için süre, şiddet ve tip açısından farklı egzersiz modellerinin kullanıldığı araştırmalara gereksinim vardır.

#### KAYNAKLAR

1. Akova B, Sürmen-Gür E, Gür H, Dirican M, Sarandöl E, Küçükkoğlu S: Exercise-induced oxidative stress and muscle performance in healthy women: role of vitamin E supplementation and endogenous oestradiol. *Eur J Appl Physiol* **84**: 141-7, 2001.
2. Al-Obaidi SM, Anthony J, Al-Shuwai N, Dean E: Differences in back extensor strength between smokers and nonsmokers with and without low back pain. *J Orthop Sports Phys Ther* **34**: 254-60, 2004.
3. Anbarasi K, Vani G, Balakrishna K, Devi CS: Creatine kinase isoenzyme patterns upon chronic exposure to cigarette smoke: protective effect of Bacoside A. *Vascul Pharmacol* **42**: 57-61, 2005.
4. Baskaran S, Lakshmi S, Prasad PR: Effect of cigarette smoke on lipid peroxidation and antioxidant enzymes in albino rat. *Indian J Exp Biol* **37**: 1196-200, 1999.
5. Benitez S, Sanchez-Quesada JL, Lucero L, et al: Changes in low-density lipoprotein electronegativity and oxidizability after exercise are related to the increase in associated non-esterified fatty acids. *Atherosclerosis* **160**: 223-32, 2002.
6. Cohen G, Heikkila R: The generation of hydrogen peroxide, superoxide radical, and hydroxyl radical by 6-hydroxydopamine dialuric acid, and related cytotoxic agents. *J Biol Chem* **249**: 2447-52, 1974.
7. Donnelly AE, Clakson PM, Maughan RJ: Exercise-induced muscle damage: effects of light exercise on damaged muscle. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* **64**: 350-3, 1992.
8. Fridén J: Changes in human skeletal muscle induced by long-term eccentric exercise. *Cell Tissue Res* **236**: 365-72, 1984.

9. Gouazé V, Dousset N, Dousset JC, Valdiguié P: Effect of nicotine and cotinine on the susceptibility to in vitro oxidation of LDL in healthy nonsmokers and smokers. *Clin Chim Acta* **277**: 25-37, 1998.
10. Ingalls CP, Warren GL, Williams JH, Ward CW, Armstrong RB: E-C coupling failure in mouse EDL muscle after in vivo eccentric contractions. *J Appl Physiol* **85**: 58-67, 1998.
11. Jackson MJ, O'Farrell S: Free radicals and muscle damage (Review). *Br Med Bulletin* **49**: 630-41, 1993.
12. Jamurtas AZ, Fatouros IG, Buckenmeyer P, et al: Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise. *J Strength Cond Res* **14**: 68-74, 2000.
13. Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, et al: Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *Eur J Appl Physiol* **95**: 179-85, 2005.
14. Kaçmaz M, Öztürk S, Çete S, Kavutcu M, Durak I: The effects of smoking on antioxidant defense system and membrane free fatty acid content of erythrocytes and plasma lipid parameters: Protective role of antioxidant vitamins. *Nutrition Res* **17**: 931-40, 1997.
15. Kalra J, Chaudhary AK, Prasad K: Increased production of oxygen free radicals in cigarette smokers. *Int J Exp Pathol* **72**: 1-7, 1991.
16. Kamal A, Gomaa A, el Khafif M, Hammad AS: Plasma lipid peroxides among workers exposed to silica or asbestos dusts. *Environ Res* **49**: 173-80, 1989.
17. Maughan RJ, Donnelly AE, Gleeson M, Whiting PH, Walker KA, Clough PJ: Delayed-onset muscle damage and lipid peroxidation in man after a downhill run. *Muscle Nerve* **12**: 332-6, 1989.
18. McCord JM: Superoxide, superoxide dismutase, and oxygen toxicity. In: *Reviews in Biochemical Toxicology*. E Hodgson, JR Bend, RM Philpot (Eds), New York, Elsevier/North-Holland Publishing Co, 1979, pp 109-24.
19. Nosaka K, Clarkson PM: Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc* **27**: 1263-9, 1995.
20. Nosaka K, Newton M, Sacco P: Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scand J Med Sci Sports* **12**: 337-46, 2002.
21. Rinard J, Clarkson PM, Smith LL, Grossman M: Response of males and females to high-force eccentric exercise. *J Sports Sci* **18**: 229-36, 2000.
22. Sánchez-Quesada JL, Homs-Serradesanferm R, Serrat-Serrat J, Serra-Grima JR, González-Sastre F, Ordóñez-Llanos J: Increase of LDL susceptibility to oxidation occurring after intense, long duration aerobic exercise. *Atherosclerosis* **118**: 297-305, 1995.
23. Sánchez-Quesada JL, Ortega H, Payés-Romero A, et al: LDL from aerobically-trained subjects shows higher resistance to oxidative modification than LDL from sedentary subjects. *Atherosclerosis* **132**: 207-13, 1997.

24. Sanderson KJ, van Rij AM, Wade CR, Sutherland WH: Lipid peroxidation of circulating low density lipoproteins with age, smoking and in peripheral vascular disease. *Atherosclerosis* **118**: 45-51, 1995.
25. Smith JK, Grisham MB, Granger DN, Korthuis RJ: Free radical defense mechanisms and neutrophil infiltration in postischemic skeletal muscle. *Am J Physiol* **256**: H789-93, 1989.
26. Sürmen-Gür E, Erdin A, Serdar Z, Gür H: Influence of acute exercise on oxidative stress in chronic smokers. *J Sports Sci Med* **2**: 98-105, 2003.
27. Van Beaumont W, Underkofler S, Van Beaumont S: Erythrocyte volume, plasma volume, and acid-base change in exercise and heat dehydration. *J Appl Physiol* **50**: 1255-62, 1981.
28. Vincent HK, Vincent KR: The effect of training status on the serum creatine kinase response, soreness and muscle function following resistance exercise. *Int J Sports Med* **18**: 431-7, 1997.
29. Warren GL, Lowe DA, Hayes DA, Karwoski CJ, Prior BM, Armstrong RB: Excitation failure in eccentric contraction-induced injury of mouse soleus muscle. *J Physiol* **468**: 487-99, 1993.

**Yazışma için e-mail adresi:** bakova@uludag.edu.tr