

VİTAMİN E VE ESTRADİOLÜN EGZERSİZLE OLUŞTURULAN KAS HASARI ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ*

Bedrettin Akova**, Hakan Gür**, Esmâ Sürmen Gür***,
Selçuk Küçükkoğlu**

ÖZET

Diyetle alınan E vitamini ve menstrüel siklus fazları ile ilişkili olarak değişen estradiolün egzersizle oluşturulan kas hasarı üzerine tek ve kombine etkilerini araştırmayı amaçladığımız bu çalışmada 19-35 yaşları arasındaki 18 sedanter kadın deneğe birbirini takip eden iki siklus süresince günde 300mg (α -tokeferol (n=10) veya plasebo (n=8) ilaç verildi. Denekler preovülatuar ve mens dönemlerinde diz için tüketici izokinetik bir egzersiz yaptılar. Kas hasarını değerlendirmek için egzersiz öncesi ve sonrası alınan kan örneklerinde aspartat transaminaz (AST), kreatin kinaz (CK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) enzim aktiviteleri ölçüldü. Tüketici egzersizi takiben bu enzimlerin aktiviteleri anlamlı ($p<0.001$) bir şekilde arttı. Egzersizi takiben AST, CK ve LDH enzim aktivite düzeyleri ne E vitamini alımı, ne de siklusle ilişkili estradiolden etkilenmedi. Bu bulgular ışığında kullandığımız doz E vitamini ve siklus fazları ile ilişkili değişen estradiolün uyguladığımız egzersizin akut dönemindeki kas hasar ürünleri üzerine etkisi olmadığı yorumu yapılabilir.

Anahtar sözcükler: Menstrüel siklus, estradiol, vitamin E, AST, CK, LDH.

* Bu çalışma Uludağ Üniversitesi Araştırma Fonu (Proje No. 98/10) tarafından desteklenmiştir.

** Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Spor Hekimliği Bilim Dalı, Bursa

*** Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Biokimya Anabilim Dalı, Bursa

SUMMARY

THE EFFECT OF VITAMIN E AND ESTRADIOL ON EXERCISE INDUCED MUSCLE DAMAGE

To investigate the individual and combined effects of cycle-phase related elevations in estradiol levels and dietary vitamin E supplementation on exercise-induced muscle damage, eighteen sedentary women, aged 19-35 years, were supplemented with 300 mg (α -tocopherol (n=10) or placebo (n=8) daily, during the course of two menstrual cycles. Subjects performed an exhaustive isokinetic exercise of the knee during the menstrual and preovulatory phases of their cycles. Aspartate transaminase (AST), creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) enzyme activities were measured in the blood samples taken before and after the exercise protocol to evaluate muscle damage. The activities of these enzymes increased significantly ($p<0.001$) following the exhaustive exercise. Neither vitamin E supplementation nor cycle-phase related estradiol changes influenced AST, CK and LDH enzyme activity levels following the exercise. In the light of these observations, we suggest that vitamin E supplementation, in the dosage used in this study, and/or cycle-phase related changes in estradiol levels do not influence muscle damage products during the acute phase of the exercise performed in this study.

Keywords: Menstrual cycle, estradiol, vitamin E, AST, CK, LDH

GİRİŞ

Serum aspartat transaminaz (AST), kreatin kinaz (CK) ve laktat dehidrogenaz (LDH) enzim aktivite düzeyleri oksidatif strese bağlı olarak gelişen kas hasarını ortaya koymak için araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan parametrelerdir (5,11). Farklı dozlarda ve sürelerde kullanılan E vitamininin kas hasarı üzerine olan etkilerini inceleyen araştırmacılar E vitamini kullanımı ile serumda kas hasarını gösteren enzimlerin aktivitele-rindeki artışın daha az düzeyde gerçekleştiğini tespit etmişlerdir (4,12,15). Ayrıca egzersiz sonrası dişi sıçanların kaslarında erkek sıçanlara göre daha yavaş CK salınımı olduğu (2,17) ve E vitamini yetersizliği olan antren-mansız erkek sıçanlarda tek bir koşu egzersizinden sonra belirgin kas hasarı oluştuğu; aynı özelliklere sahip dişi sıçanlarda ise bu durumun gözlenmediği ifade edilmiştir (17). Bu sonuç dişi sıçanların daha yüksek östrojen seviyelerine sahip olmalarıyla açıklanmıştır. Erkek sıçanlarda ve overleri çıkarılmış dişi sıçanlarda egzersize AST ve CK yanıtının

belirgin oranda yüksek olduğu ve her iki gruba estradiol uygulanmasıyla egzersiz sonrası enzim aktivitelerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir (3).

Östrojen ve E vitamininin egzersizle oluşturulan kas hasarı üzerine olan etkileri konusunda araştırmacılar değişik görüşler öne sürmelerine karşın genel kanı her iki maddenin de kas hasarına karşı koruyucu etkileri olabileceği yolundadır. Yapılan çalışmaların sıklıkla hayvan çalışması olması, östrojen ve E vitamininin tek tek veya birlikte egzersize bağlı oluşan kas hasarı üzerine olan etkileri konusunda insanlar için kesin ifadeler kullanmayı güçleştirmektedir. Kadınların belli bir düzende menstrüel siklus gördükleri ve bu siklus sırasında seks hormon düzeylerinin değiştiğini düşündüğümüzde bu hormonların olası etkileri, bu etkilere E vitamininin katkısı ve böyle bir etkinin kas hasarı üzerine olan yansımalarının önemi ortaya çıkmaktadır. Biz bu çalışma ile koruyucu özelliklerinden bahsedilen E vitamini ve östrojenin egzersize bağlı oluşan kas hasarı üzerine tek ve kombine etkilerini incelemeyi amaçladık.

GEREÇ ve YÖNTEM

Denekler: Çalışmamıza sağlıklı, sigara içmeyen, düzenli adet gören (28-35 gün) ve ilaç kullanmayan 18 sedanter kadın denek gönüllü olarak katıldı. Deneklere çalışma öncesinde ayrıntılı bilgi verilerek gönüllü katılımlarını belgeleyen bir form imzalatıldı. Denekler rastgele iki gruba ayrıldı:

1. Grup (n=10): E vitamini (E vit) alanlar
2. Grup (n=8): Plasebo ilaç (P) alanlar.

Denekler tüm çalışma boyunca herhangi bir ilaç kullanmamaları, testlerin uygulanacağı günler öncesinde zorlu bir aktivite yapmamaları, kendi alışık oldukları diyet düzenlerini sürdürmeleri ve testlerden önceki üç saat içinde çay ve kahve içmemeleri konusunda uyarıldılar.

Maksimal toplam iş testi: Kişisel maksimal konsantrik toplam iş değerlerini tespit etmek için 20 dk yatarak dinlendirilen deneklere dinlenmeyi takiben izokinetik dinamometrede (Cybex 6000, Lumex Inc, ABD) dominant bacak diz ekstansörleri için 60°/s'lik açısal hızda üç denemeyi takiben dört adet maksimal konsantrik-eksantrik kombine kasılmaları içeren bir test uygulandı (1).

Tüketici egzersiz test tarihlerinin belirlenmesi ve E vitamini-plasebo ilaç uygulaması: Tüm seks hormonlarının bazal seviyede olduğu

mens döneminde testler menstrüasyonun 1.-3. günleri arasındaki bir günde; farklı sıklüs uzunluğuna sahip deneklerin östrojenin en yüksek olduğu preovülatuar dönem testleri ise sıklüs uzunlukları göz önüne alınarak şu günlerde uygulandı: Ortalama sıklüs süreleri 28-29 gün ise 11-12nci, 30-31 gün ise 12-13ncü, 32-33 gün ise 13-14ncü, 34-35 gün ise 14-15nci günlerde.

Testlere uyum sorunlarından kaynaklanabilecek ölçüm hatalarını ortadan kaldırmak için ilaç kullanımı ve testler, E vit ve P gruplarının yarısına mens-preovülatuar, diğer yarısına ise preovülatuar-mens sırası ile uygulandı. Mens döneminde ilaç kullanımına başlayan denekler takip eden sıklüsün preovülatuar dönemine kadar ilaç alımını sürdürürken, preovülatuar dönemde başlayanlar ise takip eden sıklüsün sonundaki mens dönemine kadar ilaç alımına devam ettiler.

E vit grubuna belirtilen dönemler arasında 300 mg/gün E vitamini (dl α -tokoferol) verilirken, P grubuna aynı dönemler arasında glüköz içeren plasebo ilaç verildi. Sonuç olarak denekler ortalama 42 ± 3 (39-50) gün E vitamini veya plasebo ilaç kullandı. Deneklerin hepsi ilaç kullanımını tolere etti ve çalışma boyunca ilacı kesmeyi gerektirecek herhangi bir yan etki gözlenmedi.

Tüketici egzersiz testi: Her denek için daha önce belirlenen mens ve preovülatuar test tarihlerinde laboratuvara gelen denekler 20 dk yatar pozisyonda istirahat ettiler. Dinlenmeyi takiben kan örnekleri alınan denekler bisiklet ergometresinde 100 W'lık bir yükte, 60 rpm pedal çevirme hızında 15 dk bisiklet egzersizi ve 3 dk germe egzersizi yaparak ısındılar. Daha sonra izokinetik dinamometrede dominant bacak diz ekstansörleri için $60^\circ/s$ 'lik açısal hızda yorulana kadar maksimal konsantrik-eksantrik kombine kasılmaları içeren tüketici bir egzersiz yaptırıldı. Bu sırada daha iyi performans göstermeleri için denekler sözlü olarak cesaretlendirildi. Son iki kasılmada deneğin ortaya çıkardığı maksimal konsantrik toplam iş değerinin ön testlerde belirlenmiş olan maksimal değer % 50'sine düşmesi yorgunluk sınırı olarak kabul edilip egzersize 1 dk ara verildi. Bir dakika ara ile izokinetik tüketici egzersiz üç kere tekrar edildi. Egzersizden hemen sonra deneklerden tekrar kan örneği alındı.

Kan örneklerinin değerlendirilmesi: Tüketici egzersiz testi öncesi (istirahati takiben) alınan venöz kan örneklerinde E vitamini ve bazı seks hormon (Folikül stimülan hormon (FSH), lüteinizan hormon (LH), estradiol, progesteron, seks hormon binding globülin (SHBG), total ve

serbest testosteron) düzeyleri belirlendi. Tüketici egzersiz testleri öncesi (EÖ) ve sonrasında (ES) alınan kan örneklerinde ise AST, CK ve LDH ölçümleri yapıldı. Ayrıca her denekten bazal E vitamini seviyelerini belirlemek için ilaç kullanımına başlamadan önce kan örneği alındı. Alınan bütün kan örnekleri deney günlerinde değerlendirildi.

Serum AST, LDH ve CK düzeyleri Technicon Dax 72 otoanalizöründe (ABD) aynı firma kitleri kullanılarak ölçüldü. FSH, LH, estradiol, progesteron ve total testosteron seviyeleri ACS 180 otoanalizöründe (Chiron Diagnostics, ABD) ACS 180 kitleri ile; serbest testosteron radioimmunoassay yöntemi ile Coat-a-Count serbest testosteron kiti (DPC, ABD) kullanılarak; SHBG ise Immulite-SHBG kitleri (DPC, ABD) kullanılarak kemilüminesans yöntemi ile Immulite otoanalizöründe (DPC, ABD) ölçüldü.

Serum E vitamini düzeyleri tokoferollerin Fe^{+3} iyonlarını Fe^{+2} 'ye indirgenmesi, sonra bu iyonların $\alpha\alpha'$ - dipiridil ile kırmızı bir kompleks oluşturması prensibine dayanan Varley ve ark.'nın (19) tanımladığı yöntemle ölçüldü.

İstatistik: Her iki grubun bazı fiziksel özelliklerini test etmek için student-t testi kullanıldı. EÖ ile ES, ayrıca PO ile M dönemlerinde elde edilen değerlerin karşılaştırılmasında eşleştirilmiş t-testi kullanıldı. Östrojen ve E vitamininin test edilen parametreler üzerine olan etkilerini görmek ve farklı gruplarda farklı dönemlerde elde edilen değerleri karşılaştırmak için ise 2 x 2 ANOVA (tek yollu varyans analizi) ve Scheffe-S testi kullanıldı. PO ve M dönemlerinde elde edilen değerler vit E (n=20) ve P (n=16) grupları için ayrı ayrı birleştirilerek östrojen ve E vitamini düzeyleri ile test edilen parametreler arasındaki ilişki düzeyleri "Pearson Product Moment" korrelasyon testi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık değeri olarak $p < 0.05$ düzeyi kabul edildi.

BULGULAR

Deneklerin Tablo 1'de özetlenen yaş, boy, siklus uzunluğu ve bazal E vitamini seviyeleri iki grup arasında istatistiksel anlamlı bir fark göstermemekteydi.

Seks hormon düzeyleri: Her iki grupta serum estradiol düzeyi PO dönemlerinde M dönemlerinden belirgin derecede yüksekti ($p < 0.001$). ANOVA test sonuçlarına göre de PO dönemdeki estradiol düzeyleri M dönemlerinden anlamlı şekilde ($p < 0.05$) yüksekti (Tablo 2). E vit ve P

gruplarında LH düzeylerinin M test dönemi değerleri PO test dönemi değerlerine göre daha düşüktü (sırası ile $p<0.05$ ve $p<0.001$). E vit grubunun serbest testosteronunun M test dönemindeki değeri de PO test dönemine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede düşüktü ($p<0.05$). ANOVA test sonuçlarına göre LH ve serbest testosteron düzeyleri için dört dönem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilemedi.

Tablo 1. E vitamini (E vit, n=10) ve plasebo (P, n=8) grubuna dahil olan deneklerin bazı fiziksel özellikleri (Ort \pm SD).

	E vit	P
Yaş, yıl	26 \pm 6	27 \pm 8
Boy, cm	165 \pm 6	158 \pm 8
Siklüs uzunluğu, gün	29 \pm 2	30 \pm 2
Bazal E vit, mg.dl ⁻¹	1.22 \pm 0.22	1.33 \pm 0.33

Tablo 2. E vitamini ve plasebo grupları dahil olan deneklerin preovülatuar (PO) ve mens (M) dönemlerindeki bazı seks hormon düzeyleri, vücut ağırlıkları ve serum E vitamini düzeyleri (Ort. \pm SD).

	E vit		P	
	PO	M	PO	M
FSH, mIU/ml	4.9 \pm 2.3	4.7 \pm 2.6	3.6 \pm 1.5	5.0 \pm 2.6
LH, mIU/ml	12.6 \pm 6.8	5.6 \pm 2.6*	8.4 \pm 4.9	4.8 \pm 3.9**
Estradiol, pg/ml	175 \pm 77 ^a	79 \pm 23***	145 \pm 48 ^a	65 \pm 33***
Progesteron, ng/ml	0.73 \pm 0.33	2.03 \pm 2.84	1.03 \pm 1.13	1.53 \pm 2.67
SHBG, nmol/l	50 \pm 21	56 \pm 20	62 \pm 30	70 \pm 10
T. Testosteron, ng/ml	0.38 \pm 0.20	0.29 \pm 0.12	0.28 \pm 0.20	0.31 \pm 0.15
S. Testosteron, pg/ml	2.31 \pm 1.29	1.56 \pm 0.57*	1.68 \pm 0.94	1.80 \pm 1.01
E vit, mg/dl	2.11 \pm 0.40 ^b	2.09 \pm 0.33 ^b	1.24 \pm 0.21	1.41 \pm 0.19
Vücut ağırlığı, kg	60.2 \pm 7.1	60.3 \pm 6.6	58.4 \pm 5.8	58.1 \pm 5.7

PO ve M dönemleri arasında eşleştirilmiş t-testi sonuçlarına göre sırasıyla *: $p<0.05$, **: $p<0.01$ ve ***: $p<0.001$. ^a: ANOVA'ya göre M dönemlerinden $p<0.05$ düzeyinde farklı. ^b: ANOVA'ya göre P grubundaki PO ve M dönemlerinden $p<0.05$ düzeyinde farklı.

E vit ve P gruplarının FSH, progesteron, SHBG, ve toplam testosteronunun PO test dönemi ile M test dönemlerindeki değerleri karşılaştırıldığında iki dönem arasında istatistiksel anlamlı bir fark gözlenmedi. Bu hormonlar için ANOVA test sonuçları açısından da dört dönem arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmedi.

E vitamini ve vücut ağırlığı: E vit ve P grubunun PO ve M test dönemlerindeki E vitamini düzeyleri karşılaştırıldığında her iki grupta da iki dönem arasında istatistiksel anlamlı bir fark gözlenmezken, ANOVA test sonuçlarına göre E vit grubunun her iki dönemi için E vitamini düzeyleri P grubunun değerlerinden anlamlı oranda yüksekti ($p<0.05$, Tablo 2). Her iki gruptaki deneklerin PO ve M test dönemlerindeki vücut ağırlıkları dört dönem açısından istatistiksel anlamlı bir fark gözlenmedi.

Kas hasarı: EÖ ile karşılaştırıldığında AST'nin ES değerlerinde E vit-PO, E vit-M, P-PO ve P-M dönemlerinde sırası ile % 86, % 89, % 72 ve % 66 artışlar istatistiksel olarak ileri derecede anlamlıydı ($p<0.001$, Tablo 3). LDH'nın dört test döneminde de yükselen değerleri E vit grubunun PO döneminde % 33'lik bir artış ile istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.001$) iken M dönemindeki % 7'lik artış istatistiksel olarak anlamlı değildi. P grubunun PO ve M test dönemlerindeki LDH'nın ES değerleri ise sırasıyla % 9 ve % 12'lik artışlar göstermekteydi ($p<0.05$). CK düzeyleri egzersiz sonrasında PO ve M test dönemlerinde her iki grupta da artış göstermekteydi. E vit grubunda PO ve M dönemlerinde % 18'lik artış gözlenirken (sırası ile $p<0.001$ ve $p<0.05$), M döneminde % 18'lik bir artış ($p<0.05$) tespit edildi. P grubunda ise PO ve M test dönemlerinde ES-CK seviyelerindeki artışlar sırası ile % 17 ve % 25'lik ($p<0.01$) bir düzeyde idi. ANOVA test sonuçlarına göre kas hasarının göstergesi olarak kullanılan AST, LDH ve CK enzimleri için dört dönem arasında istatistiksel anlamlı farklılıkta değerler saptanamadı.

Tablo 3. E vitamini ve plasebo gruplarına dahil olan deneklerin preovülatuar (PO) ve mens (M) dönemlerinde kas hasarını gösteren enzim düzeyleri (Ort. \pm SD).

		E vit		P	
		PO(1)	M(2)	PO(3)	M(4)
AST, U/l	EÖ	27.4 \pm 8.1	25.5 \pm 6.4	25.3 \pm 7.2	27.0 \pm 8.5
	ES	51.0 \pm 9.4***	48.2 \pm 10.2***	43.6 \pm 13.6***	44.9 \pm 13.8***
LDH, U/l	EÖ	273 \pm 65	271 \pm 61	308 \pm 54	315 \pm 49
	ES	363 \pm 74***	291 \pm 74	335 \pm 50*	352 \pm 49*
CK, U/l	EÖ	87 \pm 38	96 \pm 77	99 \pm 65	80 \pm 26
	ES	103 \pm 44***	113 \pm 89*	116 \pm 76**	100 \pm 40**

Eleştirilmiş t-testi sonuçlarına göre PO ve M dönemlerinde egzersiz öncesi (EÖ) ve sonrası (ES) arasında sırasıyla *: $p<0.05$, **: $p<0.01$, ve ***: $p<0.001$.

TARTIŞMA

Literatürde E vitamini veya östrojen ile egzersiz kaynaklı kas hasarı ilişkisini içeren değişik çalışmalara rastlanmasına karşın düzenli sıklıse sahip kadınlarda bu maddelerin tek ve kombine etkileri konusunda sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Tükenene kadar sürdürülen egzersizler oksidatif hasara neden olmaktadır (5). Bu çalışmada submaksimal bisiklet egzersizini takiben tükenene kadar yapılan eksantrik-konsantrik kasılmaları içeren bir egzersiz modeli kullanılmıştır.

Her iki gruptaki deneklerin plazma E vitamini düzeyleri bazal değerler olarak verilen (20) düzeylerdeydi. E vit grubunda E vitaminin verilmesini takiben her iki test döneminde de bazal seviyelere göre % 72'lik anlamlı ($p<0.001$) bir artış gözlemlendi. P grubunda ise PO dönemde % 7'lik bir düşüş ($p<0.05$) gözlenirken, M test döneminde % 6'lık anlamlı olmayan bir artış saptandı. Bu bulgularımıza uygun şekilde, Meydani ve ark. (12) 48 gün 800 IU E vitamini uygulaması ile plazma E vitamini düzeylerinin genç deneklerde % 56, yaşlı deneklerde % 70 arttığını; Helgheim ve ark. (7) ise altı hafta süreyle 300 mg/gün E vitamini uygulaması ile plazma E vitamini seviyelerinin yaklaşık % 35 yükseldiğini belirtmişlerdir.

Kas hasarının indirekt olarak değerlendirilmesinde araştırmacılar tarafından sıkça kullanılan CK, AST ve LDH enzimlerinin aktivite düzeyleri bu çalışmada kullanılan egzersiz modelini takiben E vit ve P gruplarında belirgin derecede artış gösterdi. Bu sonuçlar değişik araştırmacıların (7,11) konsantrik ve eksantrik kasılmaları içeren egzersizlerden sonra AST, LDH ve CK düzeyleri için elde edilen bulgular ile uyumluydu. Kas hasarını değerlendirmede CK (6) ve AST (15) enzimlerini kullanan iki çalışmada da benzer sonuçlar bildirilmiştir. Bunlar modelimizde belirgin bir kas hasarı oluşturduğumuzu desteklemektedir.

E vit grubunda her iki dönemdeki yüksek E vitamini seviyelerine karşın egzersiz sonrası kas enzim salınımının P grubuna oranla bir farklılık göstermemesi, bu vitaminin kas enzimlerinin salınımı üzerine bir etkisi olmadığı izlenimini verdi. Helgheim ve ark. (7) kas enzim değerleri için bizim çalışmamıza benzer sonuçlar elde etmişlerdi Warren ve ark. (21) da sıçanlarda beş hafta süreyle 10000 IU/kg/gün E vitamini kullanımının, egzersiz sonrası gözlenen CK artışına bir etkisi olmadığını saptamışlardı. Dekkers ve ark. (5) eksantrik egzersizde oluşan lipid peroksidasyonu kaynaklı kas hasarının E vitamini alımı ile engellenemeyeceğini ifade etmektedir. Jakeman ve Maxwell (9) eksantrik

egzersizleri takiben yedinci gündeki serum CK düzeyleri üzerine E vitamininin bir etkisi olmadığını belirtmektedirler. Tiidus ve Houston (16) sıçanlarda E vitamini alan veya yetersizliği olan sıçanları karşılaştırdığında egzersiz sonrası CK artışının farklı olmadığını gözlemlerler.

Literatürde bu çalışmaların aksini bildiren sonuçlar da dikkati çekmektedir. Sumida ve ark. (15) tükenene kadar yapılan akut bir bisiklet egzersizini takiben kastan AST salınımının dört hafta süreyle 300 mg/gün E vitamini kullanımıyla azaldığı ve lipid peroksidasyonunun inhibe olduğunu belirtmektedirler. Jackson ve O'Farrell (8) ise farelerde E vitamini yetmezliği olanlarda egzersiz sonrası kastan CK salınımlarının, E vitamini alanlara göre daha yüksek olduğunu ifade etmektedirler. Cannon ve ark. (4), 48 gün süreyle 800 IU/gün E vitamini alımının, negatif eğimde maksimal oksijen tüketiminin % 75'inde yapılan egzersizi takiben oluşan kan CK düzeyi üzerine 30 yaş altı grupta etkisini gözlerken, 55 yaş üstü grupta etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. Bu bulgular ışığında E vitamininin membran geçirgenliğini düzenleyerek CK salınımında artışa yol açtığı görüşünü ortaya atmışlardır.

Yukarıda sayılan çalışmalarda enzimlerle ilgili çelişkili sonuçlar Kanter'in (10) de belirttiği üzere, kullanılan egzersiz modellerindeki farklılıklardan (egzersizin tipi, şiddeti ve süresi) kaynaklanabileceği gibi, bu enzimlerin serum düzeylerindeki kişisel farklılıklardan da kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca deneklerin yaş, cinsiyet ve ait oldukları ırkın da enzim sonuçları üzerinde etkisi olabilmektedir (10). Özellikle plazma CK düzeylerinin kas hasarından bağımsız olarak, egzersiz sırasında oluşan mekanik kompresyonla artabileceği de bildirilmektedir (2,5). Ayrıca AST, LDH, CK gibi enzimlerin plazma seviyelerinin egzersizden altı saat sonra daha belirgin şekilde arttığı da ifade edilmiştir (11). Sunulan bu çalışmada ise enzim düzeyleri egzersiz sonrası akut dönemde incelendi. Bu nedenle E vitamininin bu kas enzimleri üzerine akut dönemde etkisiz olmasına karşın takip eden saatlerde ne oranda etkili olduğu konusunda yorum yapılamayacaktır.

Antioksidan ve membran koruyucu etkilerinden bahsedilen estradiolün (13,18) M dönemine oranla yüksek olduğu PO döneminde kas hasarını yansıtan enzimlerin egzersiz sonrası salınım miktarları üzerine akut dönemde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmektedir. Tiidus kadınların erkeklere oranla istirahatte ve değişik egzersizlerden sonra daha düşük plazma CK seviyelerine sahip olduklarını bildirmektedir. Bu farkın nedenleri arasında, vücut kompozisyonu (özellikle kas kitlesi), CK

klirens farklılıkları, başta estradiol olmak üzere östrojenlerin kas membran yapısı ve CK salınımını etkilemesi sayılmaktadır (18). Kas membranlarındaki östrojen reseptörlerinin kas membran yapısını koruduğu da ifade edilmektedir (17,18). Ayrıca Tiidus ve Houston (17), dişi sıçanlarda egzersiz yapan kaslardan CK salınımının erkek sıçanlara göre daha yavaş olduğuna işaret etmektedir. Amelink ve ark. (2) ise antrenmansız ve E vitamini yetersizliği olan erkek sıçanlarda kas hasarının dişi sıçanlarla karşılaştırıldığında daha fazla olduğunu belirtmekte ve neden olarak da dişi sıçanlardaki yüksek estradiol konsantrasyonlarını göstermektedirler. Bar ve ark. (3) overleri çıkarılmış dişi sıçanlarda serumda egzersiz sonrası CK ve AST artışlarının erkek sıçanlardakine benzer olduğunu gözlemlerken, estradiol uygulaması ile her iki grupta da bu enzimlerin egzersiz sonrası artışlarının belirgin derecede azaldığını belirtmektedirler. Hayvan çalışmalarından farklı olarak çalışmamızda egzersiz sonrası akut dönemde enzimlerin artışı üzerine estradiolün bir etkisini gözlemleyememizin bir nedeni estradiolün etkilerinin insanlarda farklılık göstermesi olabilir. Atlarda östrojenlerin insanlardakine göre daha güçlü antioksidan özellikler göstermesi bu görüşü destekler niteliktedir (14). Elde ettiğimiz sonuçların diğer çalışmalarda elde edilen bulgularla olan farklılıkları, kullanılan egzersiz modellerinden ve egzersiz sonrası enzimlerin değerlendirildiği sürenin farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Sonuç olarak E vit grubunun PO dönemindeki yüksek E vitamini ve estradiol düzeylerine karşın bu dönemde egzersiz sonrası enzim artışlarının diğer dönemlerle karşılaştırıldığında farklılık göstermemesi, çalışmamızda E vitamini ve estradiolün birlikte de egzersiz sonrası akut dönemdeki enzim düzeylerini etkilemediğine işaret etmektedir. Bulgu ve yorumlarımız bu çalışmada kullanılan egzersiz modeli ve sedanter bireylere özgün olacaktır. E vitamininin incelediğimiz parametreler üzerine etkilerini gözlemleyemememiz ileriki çalışmalarda daha yüksek dozların etkilerinin araştırılmasını gündeme getirmektedir. Ayrıca ileride yapılacak çalışmalarda kas hasarını irdelediğimiz parametreleri egzersizi takip eden saatlerde, hatta günlerde ölçmenin estradiol ve E vitamininin olası etkilerini daha açık ortaya koyacağı düşüncesindeyiz. Benzer bir çalışma modelini antrenmanlı kadınlarda uygulamak ve estradiolün kronik etkisini incelemek bu konudaki literatür bilgisine katkı sağlayabileceği gibi bu çalışmada ortaya çıkan bir kısım soruları da yanıtlama olanağı sunacaktır.

KAYNAKLAR

1. Akova B, Sürmen-Gür E, Gür H, Dirican M, Sarandöl E, Küçükkoğlu S: Exercise-induced oxidative stress and muscular performance in healthy women: role of vitamin E supplementation and endogenous estradiol. *Eur J Appl Physiol* 2000 (Baskıda).
2. Amelink G, Van der Wall W, Wokke J, Van Asbeck B, Bar P: Exercise induced muscle damage in rat: the effect of vitamin E deficiency. *Pflügers Arch* **419**: 304-9, 1991.
3. Bar P, Amelink G, Oldenburg B, Blankenstein M: Prevention of exercise induced muscle membrane damage by oestradiol. *Life Sci* **42**: 2677-81, 1988.
4. Cannon JG, Orencole SF, Fielding RA, Meydani M: Acute phase response in exercise: interaction of age and vitamin E on neutrophils and muscle enzyme release. *Am J Physiol* **259**: R1214-9, 1990.
5. Dekkers C, Doornen VL, Kemper HC: The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* **21**: 213-38, 1996.
6. Duthie GG, Robertson JD, Maughan RJ, Morice PC: Blood antioxidant status and erythrocyte lipid peroxidation following distance running. *Arch Biochem Biophys* **282**: 78-83, 1990.
7. Halgheim I, Hetland O, Nilsson S, Ingjer F, Stromme SB: The effects of vitamin E on serum enzyme levels following heavy exercise. *Eur J Appl Physiol* **40**: 283-9, 1979.
8. Jackson MJ, O'Farrell S: Free radicals and muscle damage. *Br Med Bull* **49**: 630-41, 1993.
9. Jakeman P, Maxwell S: Effect of antioxidant vitamin supplementation on muscle function after eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol* **67**: 426-30, 1993.
10. Kanter M: Free radicals and exercise: effects of nutritional antioxidant supplementation. *Exerc Sport Sci Rev* **23**: 375-98, 1995.
11. Maughan RJ, Donnelly AE, Gleeson M, et al.: Delayed-onset muscle damage and lipid peroxidation in man after a downhill run. *Muscle Nerve* **12**: 332-6, 1989.
12. Meydani M, Evans WJ, Handelsmann G, Biddle L: Protective effect of vitamin E on exercise-induced oxidative damage in young and older adults. *Am J Physiol* **264**: R992-8, 1993.
13. Niki E, Nakano M: Estrogens as antioxidants. *Methods Enzymol* **186**: 330-3, 1990.
14. Subbiah MTR, Kessel B, Agrawal M, et al.: Antioxidant potential of specific estrogens on lipid peroxidation. *J Clin Endocrin Metab* **77**: 1095-7, 1993.

15. Sumida S, Tanaka K, Kitao H, Nakadomo F: Exercise-induced lipid peroxidation and leakage of enzymes before and after vitamin E supplementation. *Int J Biochem* **21**: 835-8, 1989.
16. Tiidus PM, Houston ME: Vitamin E status does not affect the responses to exercise training and acute exercise in female rats. *J Nutr* **123**: 834-40, 1993.
17. Tiidus PM, Houston ME: Antioxidant and oxidative enzyme adaptations to vitamin E deprivation and training. *Med Sci Sports Exerc* **26**: 354-9, 1994.
18. Tiidus PM: Can estrogens diminish exercise induced muscle damage? *Can J Appl Physiol* **21**: 26-38, 1995.
19. Varley H, Gowenlock AH, Bell M: Determination of serum tocopherol. In: *Practical Clinical Biochemistry, Hormones, Vitamins, Drug and Poisons*, 5th ed, William Heinemann Medical Books Ltd, 1976, pp. 222-3.
20. VERİS: Vitamin E'nin insanlarda etkinliğinin genel değerlendirilmesi. *Vitamin E Research Summary* **1**: 1-24, 1994.
21. Warren JA, Jenkins RR, Packer L: Elevated muscle vitamin E does not attenuate eccentric exercise-induced muscle injury. *J Appl Physiol* **72**: 2168-75, 1992.