

E VİTAMİNİ DESTEĞİNİN SUBMAKSİMAL EGZERSİZDE OKSİDAN STRES VE DAYANIKLILIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Serra ÇOLAKOĞLU¹, Muzaffer ÇOLAKOĞLU², Güldal KIRKALI¹, Murat ÖRMEN¹, Pınar AKAN¹

ÖZET

Bu çalışmada E vitamininin anaerobik eşik civarında koşulan standart egzersizde yorgunluğun geciktirilmesindeki etkisi plazma laktat konsantrasyonları (PLa) temel alınarak, oksidasyon mekanizmaları üzerindeki etkisi sülfhidril grupları (RSH), ve lipid peroksidasyon ürünleri (TBARS) incelenerek değerlendirildi. Araştırmaya katılan yaşları 19.8 ± 1.3 olan 8 subelit gönüllü sporcudan istirahat ve standart koşu egzersizi programı sonrasında; 1) Herhangi bir ilaç kullanmadan, 2) 1 haftalık plasebo kullanımından sonra, 3) 1 haftalık 1000 UI/gün dozunda E vitamini kullanımı sonrasında PLa, serumda E vitamini, RSH ve TBARS konsantrasyonları çalışıldı. 1 haftalık 1000 UI/gün dozunda E vitamini desteğinin serum E vitamini düzeyini % 75.9 oranında arttırdığı gözlemlendi. Plasebo kullanımının çalışılan hiçbir parametre üzerine anlamlı etkisi görülmedi. E vitamini kullanımı öncesinde egzersizin serum TBARS düzeyini anlamlı şekilde arttırdığı ($p < 0.05$) ancak, E vitamini kullanımı sonrasında bu artış oranında anlamlı bir azalma olduğu saptandı ($p < 0.05$). Egzersizin ve E vitamini kullanımının serum RSH düzeyine anlamlı bir etkisi olmadığı tespit edildi. E vitamini kullanımı ile standart koşu egzersizi sonrasında PLa düzeyinin 4.7 ± 0.7 mM'den 4.3 ± 1.5 mM'e azalmasına ve serum E vitamini düzeyi ile PLa konsantrasyonları arasında negatif korelasyon saptanmasına rağmen bu fark ve ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildi.

SUMMARY

EFFECTS OF VITAMIN-E SUPPLEMENTATION ON OKSIDATIVE STRESS AND ENDURANCE PERFORMANCE DURING SUBMAXIMAL EXERCISE

In this study, the effect of vitamin E on endurance capacity was investigated by analysis of plasma lactate (PLa) concentrations and on oxidation mechanisms was evaluated by serum sulphhydryl groups (RSH) and lipid peroxidation products (TBARS) in a treadmill running exercise, performed at the intensity of 4 mM lactate threshold. In 8 voluntary subelite male athletes, PLa, serum vitamin E, serum RSH and serum TBARS concentrations were analyzed; 1) before taking any kind of substance, 2) after taking placebo for one week, 3) after

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyokimya ABD, İZMİR

² Celal Bayar Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, MANİSA

taking 1000 UI/day vitamin E for one week. It was observed that, 1000 UI/day vitamin E supplementation for one week is increased serum vitamin E concentration as %75.9. There was no effect of placebo on any parameter. Before vitamin E supplementation, exercise was increase serum TBARS level significantly ($p<0.05$). However, after vitamin E supplementation, significant reduction on this increment ratio ($p<0.05$) was determined. Vitamin E supplementation had no significant effect on serum RSH levels. Although, PLa concentration, received after 20 min treadmill exercise was decreased from 4.7 ± 0.7 mM to 4.3 ± 1.5 mM and there was a negative correlation between serum vitamin E and PLa concentrations after vitamin E supplementation, these differences and relationships were not statistically significant.

GİRİŞ

Fiziksel aktivite, şiddet ve süresiyle bağımlı olarak, metabolik süreçleri ve oksijen tüketimini artırarak daha fazla serbest radikal oluşumuna neden olabilir. Serbest radikallerdeki artış, antioksidan savunma kapasitesini aşarak lipid peroksidasyonu zincir reaksiyonunu tetikler. Lipid peroksidasyonu da fiziksel yorgunluğa yol açacak düzeydeki egzersizde, çok iyi antrenmanlı atletlerde bile, kas dokusunda harabiyet oluşturur (1).

E Vitamini, doğada var olan en etkili lipide çözünür antioksidandır (5). Serbest radikal yakalayıcısı olan E Vitamini, membran fosfolipidlerinin poliansatüre yağ asitlerini, serbest radikallerden koruyarak, hücre membranlarının yapı ve fonksiyonunun devamını sağlamada önemli rol oynar (8,18). Bu çalışmada; E vitamininin, 4 mM laktat eşiği civarında koşulan egzersizde, yorgunluğun geciktirilmesindeki etkisi, plazma laktat konsantrasyonları (PLa) temel alınarak incelendi. E vitamininin, sporcularda, antioksidan olarak etkinliği, lipid peroksidasyon ürünleri (TBARS) ve sülfidril grupları (RSH) analiz edilerek değerlendirildi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırmaya, hepsi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu 3. sınıf öğrencisi olan (19.8 ± 1.3 y) 8 gönüllü erkek sporcu denek olarak katıldı. Denekler yüksek doz E vitamininin olası yan etkileri konusunda bilgilendirildiler. Her denek birer hafta arayla 3 kez aşağıda belirtilen testleme protokolüne alındı. Her testleme sabah saat 10.00 civarında başlatıldı.

1. Test: Herhangi bir ilaç kullanmadan önce;

- a. Antekübital venden 5 ml. kan örneği alındı.
- b. Standart ısınma programı uygulandı.
- c. Koşu bandında 4 mM laktat eşiği belirlendi.*
- d. Bir gün ara verildi.
- e. Her sporcuya, kendi 4 mM laktat eşiği hızında koşu bandı üzerinde 20 dakikalık koşu yaptırıldı.
- f. Koşunun hemen sonrasında parmak ucundan 200 ml. ve 5. dakikada antekübital venden 5 ml. kan örneği alındı.

BESBD 3:3.1999

Deneklere E vitamini plasebolari dağıtılarak kullanım şekli anlatıldı ve bir hafta sonra aynı saatte laboratuvara çağrıldılar.

2.Test: 1 haftalık plasebo kullanımı sonrasında ilk testte belirlenen 4mM laktat eşığı hızında 20 dakikalık koşu gerçekleştirildi. Kan örnekleri alındı. Uygun dozda E vitamini drajeleri dağıtıldı ve denekler bir hafta sonra aynı saatte laboratuvara çağrıldılar.

3.Test: 1 haftalık 1000 IU/gün (Sabah 300 IU, Öğle 300 IU, Akşam 400 IU) dozunda E vitamini kullanımı sonrasında, 4mM laktat eşığı hızında 20 dakikalık koşu gerçekleştirildi. Kan örnekleri alındı.

Parmak ucundan alınan kan örneklerinden laktat tayini, venöz kan örneklerinden E vitamini, TBARS ve RSH tayinleri aşağıda belirtilen yöntemlerle yapıldı.

4 mM Laktat Eşığı (anaerobik eşik) Tayini: Sporculara %1 eğime sahip koşu bandı üzerinde, başlangıç hızı 10-12 km/h olan ve her kademede 2 km/h hız artışı sağlanan 5'er dakikalık 3 kademeli koşu yaptırıldı. Her kademe arasında 30 sn. ara verilerek parmak ucundan kan alındı ve bu kan örneklerinde YSI 23 L laktat analizörü ile total kan laktat tayini gerçekleştirildi. Hız laktat eğrisinde ekstra- veya intrapolasyonla her sporcu için farklı olan ve sporcunun anaerobik eşik düzeyinin göstergesi niteliğindeki 4 mM laktat eşığı hızı belirlendi.

Serum E Vitamini Tayini: E Vitamini etkisiyle ferrik demire indirgenen ferröz demirin, 2,4,6, tripridil-s-triazin ile oluşturduğu rengin spektrofotometrik olarak saptanmasına dayanan Martinek yöntemi ile yapıldı (17).E vitamini tayininde burma kapaklı santrifüj tüpleri kullanıldı.Örnek tüpüne 1.0 ml. etanol konularak üzerine 1.0 ml. serum damla damla ilave edildi. Tüpe 1.0 ml. ksilol eklendikten sonra tüpler sıkı şekilde kapatıldı ve 30 sn. boyunca çalkalandı..E vitamini tayini için,tüplerin 4000 devir/dk'da santrifüj edilmesi ile elde edilen süpernatant kullanıldı (süpernatanttaki E vitamini +4°C'de 24 saat stabildir). Süpernatanttan 0.5 ml. reaksiyon küvetine pipetlendikten sonra, üzerine 0.5 ml. TPTZ reaktifi ilave edildi ve 15. saniyede 460 nm'de köre karşı okundu.Spektrofotometre 600 nm'de kör ile sıfırlandıktan sonra, reaksiyon küvetine 0.1 ml. FeCl₃ reaktifi eklendi,karıştırıldı ve 15. saniyede 600 nm'deki absorbans değeri okundu. Bu işlem her örnek için sırasıyla 460 ve 600 nm'de tekrarlandı. Kör ve standart ise, örnek gibi çalışıldı. Standartın karoten içermemesi nedeniyle standart absorbansı sadece 600 nm'de okundu. 460 nm'de absorbans tayini serumda bulunan karotenleri elimine etmek amacıyla uygulandı.

Serum E Vitamini konsantrasyonu =

$$= \frac{\text{Örnek absorbansı } 600 \text{ nm} - (0.4 \times \text{Örnek absorbansı } 460 \text{ nm})}{\text{Standart absorbansı}} \times \% 1$$

BESBD 3:3.1999

formülü ile mg/dl olarak tayin edildi. 0.4 faktörü; birkaroten solüsyonunun (0.4 mg/dl ksilolde),600 nm'deki absorbandsının 460 nm'deki absorbandsına bölünmesiyle hesaplandı.

Lipid peroksidasyon ürünleri (TBARS) tayini: Thiobarbitürik asid ile reaksiyona giren maddeler (TBARS), Buege (4) yöntemine göre spektrofotometrik olarak tayin edildi.75 µl örnek üzerine 425 µl serum fizyolojik ve 1 ml TBA/TCA/HCL ilave edildi. 5 dk. oda ısısında bekledikten sonra 5 dk. santrifüj edildi. Süpernatanta 10 µl BHT (Bütillenmiş hidroksi toluen, %1 lik etanol içinde) eklendikten sonra 15 dk. kaynatıldı. Soğutulduktan sonra 3-4 dk. santrifüj edilip, 532 nm.'de distile suya karşı absorbands okundu.

Sülfidril grupları (Glutasyon, RSH) tayini: Ditionitrobenzoik asidle reaksiyona giren maddeler Sedlak (20) yöntemine göre spektrofotometrik olarak belirlendi. 50 µl örneğe 450 µl serum fizyolojik, 1 ml. Tris SDS ve EDTA konulduktan sonra iyice karışım sağlanıp 5 dk. beklendi, santrifüjü takiben elde edilen süpernatanta 10 mM ditionitrobenzoik asid eklendi. 37 °C de 20 dk. inkübasyondan sonra 412 nm'de absorbands okundu.

BULGULAR

Çalışmaya katılan deneklerin, plasebo öncesi, plasebo sonrası ve E vitamini kullanımı sonrasında yapılan testlerde elde edilen PLa, serum E vitamini, TBARS ve RSH değerleri Tablo 1'de gösterilmektedir.

Tablo 1.Deneklere ait E Vitamini, PLa, TBARS veRSH değerleri.

	Plasebo Öncesi		Plasebo Sonrası		E Vit. Sonrası	
	Egz. Öncesi	Egz. Sonrası	Egz. Öncesi	Egz. Sonrası	Egz. Öncesi	Egz. Sonrası
Serum E vit. (mg/dl)	1.18±0.17	1.19±0.16	1.08±0.26	1.14±0.27	1.90±0.27	2.08±0.30
PLa (mM)	-	4.9±1.6	-	4.7±0.7	-	4.3±1.5
Serum TBARS (nmol/ml)	5.05±0.27	5.95±1.13	6.00±0.67	6.93±0.78	6.34±0.27	6.55±0.33
Serum RSH (nmol/ml)	13.42±1.90	13.39±0.80	14.98±1.94	14.36±2.16	15.76±4.62	15.75±3.40

Bu çalışmada, 4mM laktat eşiği hızında, 20 dakikalık koşu egzersizinin serum E vitamini düzeyini etkilemediği bulundu. Yedi günlük 1000 IU/gün dozunda E vitamini kullanımının hem egzersiz öncesi, hem de egzersiz sonrası serum E vitamini düzeyini anlamlı şekilde arttırdığı saptandı (p<0.001). Buna karşın plasebo kullanımının, serum E vitamini düzeyini etkilemediği belirlendi.

E vitamini kullanımı ile standart koşu egzersizi sonrasında PLa düzeyinin 4.7±0.7 mM'den 4.3±1.5 mM'e azalmasına ve serum E vitamini düzeyi ile PLa konsantrasyonları arasında negatif korelasyon saptanmasına rağmen, bu fark ve ilişki istatistiksel olarak anlamlı değildi. PLa konsantrasyonları ile serum TBARS ve RSH düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmadı.

E vitamini kullanımı öncesinde egzersizin serum TBARS düzeyini anlamlı şekilde arttırdığı (p<0.05) ancak, E vitamini kullanımı sonrasında bu artış oranında anlamlı bir azalma (p<0.05), olduğu saptandı .

Egzersiz ve E vitamini kullanımının serum RSH düzeyine anlamlı bir etkisi olmadığı gözlemlendi.

TARTIŞMA

Normal popülasyonda, E Vitamini'nin serum düzeyi yaklaşık 0.5 ila 1.6 mg/dl'dir (6). Genelde serum tokoferol miktarının iki kat artırılması için, E vitamini alımının 10 kat artırılması gerekir (2). Sağlıklı erişkinlerde, günlük diyetle alınan 10-30 mg E vitamini, serum düzeylerinin normal sınırlarında tutulabilmesi için yeterli olabilmektedir (6). Günümüzde 100 ila 400 IU düzeyinde (3), olduğu düşünülen günlük doz aralığının optimize edilebilmesi için daha çok sayıda doz bağımlı çalışmanın yapılması gerekmektedir. Willett ve arkadaşlarının (25) yaptıkları bir çalışmada iyi beslenen erişkinlerde, ortalama serum E vitamini düzeyi 1.06 mg/dl bulunmuş, 8 hafta süreyle günde 500 IU E vitamini kullanımı bu düzeyi 2.03 mg/dl'ye çıkarmıştır. Bu çalışmada ise, E vitamini desteği; 7 gün süreyle, 1000 IU/gün dozunda uygulandı ve 7 gün sonunda serum E vitamini düzeyinde % 75'lik artış saptandı.

Pincemail ve ark.(19), akut egzersiz sonrasında, E Vitamini'nin serum düzeyinde artış saptamış ve bu durum hemokonsantrasyona bağlanmışlardır. Bu araştırmada da, egzersizden hemen sonra alınan kan örneklerinde, serum E vitamini düzeyini ortalama % 11 oranında artmış bulduk. Bu artışın hemokonsantrasyona bağlı olduğu düşüncesindeyiz.

Yazılı kaynaklarda, iyi antrene yüzücülerde, E vitamini desteğinin performansa etkisini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Sharman ve ark.(21), 400 IU/gün, 6 hafta ,Shephard ve ark. (22), 1200 IU/gün, 85 gün ve Lawrence ve ark. (15) 900 IU/gün, 6ay şeklinde, ek doz E Vitamini desteklerinin, yüzme zamanına ve dayanıklılığa etkisinin, plasebo gruplarından farklı olmadığını bulmuşlardır. Bu araştırmada, PLa konsantrasyonlarında E vitamini desteği sonrası bulmuş olduğumuz azalma, istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı. E Vitamini'nin yorgunluğu geciktirmede etkili olmadığı sonucuna ulaşıldı ki; bu da literatürle uyumludur.

E Vitamini dokularda en önemli zincir-kırıcı antioksidandır ve lipid peroksidasyonundan korunmada ilk sıradaki mekanizmadır (10, 24). Egzersizle birlikte kas dokusunun O₂ gereksinimi artmakta, egzersizin hemen sonrasında meydana gelen reperfüzyonla, dokuda yüksek oksijen gerilimi oluşmakta ve bu durum iskemi esnasında başlatılan serbest radikal reaksiyonlarına ve lipid peroksidasyonuna yol açmaktadır (26). Bu nedenle, bu çalışmada, egzersizin ardından 5 dakikalık bir reperfüzyon süresi beklenmiş, 5. dakikada alınan kan örneklerinden, lipid peroksidasyon ürünleri (TBARS) çalışılmıştır.

Sumida ve ark. (23), yorucu egzersizin, egzersizden hemen sonra ortaya çıkan, anlamlı derecede artmış, lipid peroksid düzeylerine neden olduğunu göstermişlerdir. Kanter Mitchell ve arkadaşlarının (11) bir çalışmasında, maxVO₂'nin % 72'si ile 80 km'lik yarış sonrasında, serum TBARS konsantrasyonlarında p<0.01 düzeyinde anlamlı artış saptanmıştır. Lovlin ve arkadaşlarının (16) maxVO₂ ile serum TBARS arasındaki ilişkiyi aydınlatmak için gerçekleştirdikleri bir araştırmada, maxVO₂'nin % 40'ı ile yapılan egzersiz

sonrası serum TBARS'da düşme saptamışlardır. % 70 maxVO₂ ile yapılan egzersiz sonrasında, serum TBARS düzeyinin hala istirahat değerlerinin altında olmasına rağmen artmakta olduğunu, % 100 maxVO₂ ile yapılan egzersiz sonrasında, serum TBARS düzeylerinin %26 artmış olduğunu belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, intermitten egzersizde, laktat ile TBARS arasında p<0.01 düzeyinde anlamlı ilişki saptanmıştır (16). Bu çalışmada, maxVO₂ değerlerine bakılmamış olmasına karşılık, 4 mM laktat düzeyinin yaklaşık %50-90 maxVO₂ düzeyine karşılık geldiği varsayıldığında (12), egzersiz sonrası serum TBARS düzeyindeki anlamlı artış literatür bilgisini destekler niteliktedir.

E vitamini desteği ile egzersiz sonrası meydana gelen lipid peroksidasyonunu azaltma yönünde de çalışmalar mevcuttur. Kumar ve ark. deney hayvanında yaptıkları bir çalışmada, egzersizin sıçan kalp kasında serbest radikal oluşumunu arttırdığını, buna karşın E Vitamini desteğinin hem dinlenme durumunda hem de egzersiz sonrasında, kalp kası dokusundaki serbest radikalleri anlamlı düzeyde azalttığını bulmuşlardır (14). Sumida ve ark. gönüllü lise öğrencilerinde, 300 IU/gün dozunda 4 haftalık E vitamini desteği ile, yorucu egzersiz sonrası lipid peroksid düzeylerinin anlamlı şekilde düştüğünü göstermişlerdir (23). Bizim çalışmamızda da, 1000 IU/gün dozunda 7 günlük E vitamini desteği ile, egzersiz sonrası lipid peroksidasyon ürünlerinde, anlamlı azalma saptandı.

Bu çalışmada, oksidan stresin ve antioksidan kapasitenin bir diğer göstergesi sayabileceğimiz glutatyon düzeyi de ölçüldü. Serum glutatyonunun kaynağı, iskelet kası ve karaciğerdir. İhtiyaç durumunda antrene kastan dolaşıma glutatyon verilir. Kasta tüketimi arttıkça plazmaya geçiş azalır (13). Gohil Kishorchandra ve arkadaşlarının (9) yaptıkları bir çalışmada, maxVO₂'nin % 65'i ile 90 dakika egzersiz yaptırılan 8 subelit erkek sporcuda, egzersiz sırasında ve 4 gün sonrasında alınan kan örneklerinde glutatyon ve okside glutatyon çalışılmış ancak değişimler anlamsız bulunmuştur. Glutatyonun egzersiz sırasındaki değişimleri Evelo ve arkadaşları (7) tarafından araştırılmış ve serum glutatyonunun 1 km'lik yarış sonrası düştüğü, yarı maratonda arttığı ve 5 gün sonra normale döndüğü saptanmıştır. Bu çalışmada, serum glutatyon düzeyinde, egzersiz sonrası meydana gelen değişiklikler, istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Yine, E vitamini kullanımı sonrasında, glutatyon düzeyinde değişme saptanmamıştır.

Sonuç olarak; iyi antrene olmayan bireylerde, submaksimal egzersizde, E vitamini desteğinin yorgunluğun geciktirilmesine etkisi saptanmamıştır. Ancak, egzersizle artan lipid peroksidasyonunu azaltmaktadır. Bunun kas zararlanmasını azaltarak toparlanmayı hızlandırmadaki olası etkisi başka araştırmalara konu olabilir.

KAYNAKLAR

1. Apple, F.S., Rhodes, M. Enzymatic estimation of skeletal muscle damage by analysis of changes in serum creatine kinase. *J. Appl. Physiol.* 65: 2598-2600, 1988.
2. Bieri, J. G. Medical Uses of Vitamin E. *New Engl. J. Med.* 308: 1063-1071, 1983.
3. Blumberg, J.B. Considerations of the Recommended Dietary Allowances for Older Adults. *Clin. Appl. Nutr.* 1 (4): 9-18, 1991
4. Buege, J.A., Aust, S.D. Microsomal lipid peroxidation. *Methods Enzymol.* 52: 303-310, 1978.
5. Burton, G.W., Joyce, A., Ingold, K.U. First proof that vitamin E is major lipid-soluble, chain-breaking antioxidant in human blood plasma. *Lancet* August 7, 327, 1982.
6. Carpenter D. Vitamin E Deficiency. *Sem. Neurol.* 5:283-287, 1985
7. Evelo, C.T.A.; Palmén N.G.M.; Artur, Y.; Janssen G.M.E. Changes in blood glutathione concentrations, and in erythrocyte glutathione reductase and glutathione S-transferase activity after running training and after participation in contests. *Europ. J. of Appl. Physiol.* 64(4): 354-358, 1992.
8. Fritsma, G.A. Vitamin E and autoxidation. *Am. J. Med. Tech.* 49:453-456, 1983.
9. Gohil, K., Viguie, C., Stanley, W.C., Brooks, G.A., Packer, L. Blood glutathione oxidation during human exercise. *J. of Appl. Physiol.* 64(1): 115-119, 1988.
10. Horwitt, M.K. Interpretations of Requirements for Thiamin, Riboflavin, Niacin-Tryptophan, and Vitamin E plus Comments on Balance Studies and Vitamin B6. *Am. J. Clin. Nutr.*, 44: 973-985, 1986.
11. Kanter, M.M., Lesmes, G.R.; Kaminsky, L.A., Ham-Saeger, J.L., Nequin, N.D. Serum creatine kinase and lactate dehydrogenase changes following an eighty kilometer race. *Europ. J. of Appl. Physiol.* 57(1): 60-63, 1988.
12. Kindermann, W., Simon, G., Keul, J. The Significance of the Aerobic-anaerobic Transition for the Determination of Work Load Intensities During Endurance Training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 42: 25-34, 1979.
13. Kretzschmar Michael; Mueller Dieter; Aging, training and exercise. A review of effects on plasma glutathione and lipid peroxides. *Sports Med.*, 15 (1993), 3, S. 196-209.
14. Kumar, C.T., Reddy, V.K., Praset, M., Thyagaraju, K., Reddanna, P. Dietary Supplementation of Vitamin E Protects Heart Tissue from Exercise-Induced Oxidant Stress. *Mol. Cell. Biochem.* 111: 109-115, 1992.
15. Lawrence, J.D., Bower, R.C., Riehl, W.P., Smith, J.L. Effects of Alpha-Tokopherol Acetate on the Swimming Endurance of Trained Swimmers. *Am. J. Clin. Nutr.* 28: 205-208, 1975.
16. Lovlin, R., Cottle, W., Pyke, I., Kavanagh, M., Belcastro, A.N. Are indices of free radical damage related to exercise intensity. *Europ. J. of Appl. Physiol.*, 56(3): 313-316, 1987.

17. Martinek, R.G. Method for the determination of Vitamin E *Clinical Chemistry*, 10(12):1078-1086, 1964.
18. Oski, F.A. Vitamin E-A radical defense. *New Eng. J. Med.* 303: 454-455, 1980.
19. Pincemail, J., Deby, C., Camus, G., Pirnay, F., Bouches, R., Massaux, L., Gautier, R. Tocopherol Mobilization During Intensive Exercise. *Eur. J. of Appl. Physiol.* 57: 189-191, 1988.
20. Sedlak, J., Lindsay, R.H. Estimation of total, protein bound, and nonprotein sulfhydryl groups in tissue with Ellman's reagent. *Anal. Biochem.* 25: 195-205, 1968.
21. Sharman, I.M., Down, M.G., Sen, R.N. The Effect of Vitamin E and Training on Physiological Function and Athletic Performance Adolescent Swimmers. *Brit. J. of Nutr.* 26: 265-276, 1971.
22. Shephard, R.J., Campbell, R., Pimm, P., Stuart, D., Wright, G.R. Vitamin E, Exercise, and the Recovery from Physical Activity. *Eur. J. of Appl. Physiol.* 33: 119-126, 1974.
23. 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: 835-838, 1989.
24. Van Gossum, A., Kurian, R., Whitwell, J., Jeejeebhoy, K.N. Decrease in Lipid Peroxidation Measured by Breath Pentane Output in Normals after Oral Supplementation with Vitamin E. *Clin. Nutr.* 7: 53-57, 1988.
25. Willett, W.C., Stampfer, M.J., Underwood, B.A., Taylor, J.O., Hennekens, C.H. Vitamins A, E and Carotene: Effects of Supplementation on Their Plasma Levels, *Am. J. Clin. Nutr.* 38: 559-566, 1983.
26. Yamamoto, M., Shima, T., Uozumi, T., Sogabe, T., Yamada, K. and Kawasaki, T. A Possible Role of Lipid Peroxidation in Cellular Damage Caused by Cerebral Ischemia and the Protective Effect of Alpha-Tocopherol Administration. *Stroke.* 14: 977-982, 1983.