

Yüksek İrtifada Antrenman Yapan Kayakçılarda C Vitaminin Eritrosit Süperoksit Dismutaz Enzim Aktivitesi ve Lipid Peroksidasyonu Düzeylerine Etkisi

THE EFFECT OF VITAMIN C ON ERYTHROCYTE SUPEROXIDE DISMUTASE ACTIVITY AND LIPID PEROXIDATION LEVELS OF SKIERS TRAINING AT MID-ALTITUDE

Hale SAYAN*, Ebru ÇETİN**, İmdat YARIM**, Bilge GÖNÜL***

* Araş.Gör.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji AD,

** Araş.Gör.Dr., Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu,

*** Prof.Dr., Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji AD, ANKARA

Özet

Yüksek irtifaya maruziyetin, hipobarik hipoksemik koşullara adaptasyonda çeşitli aklimatizasyon mekanizmalarının çalışmasına neden olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda yüksek irtifaya maruziyetin serbest oksijen radikallerinin yapımını etkileyebildiği ileri sürülmektedir. Yüksek irtifada eritrosit geçirgenliğinde azalmanın membran lipidlerinde lipid peroksidasyonunun artışı ile oluştuğu bildirilmektedir.

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu kayak takımında yarışan her iki cinsten 14 sporcu da yapılmıştır. Bu çalışmada 1800 m yükseklikte hipoksiye aklimatizasyon sürecinde C vitamini uygulamasının eritrosit lipid peroksidasyonu ve SOD enzim aktivitesi üzerine olan etkileri incelenmesi amaçlanmıştır. Sporcular 1800 m yükseklikte 5 gün boyunca günlük antrenman programlarına devam etmişlerdir. Bu süre içinde C vitamini yüklemesi yapılarak bu yüklemenin aerobik güç göstergesi olarak VO_2max , antioksidan olarak eritrosit SOD enzim aktivitesi, son oksidasyon ürünü eritrosit MDA'sı ve yüklemenin kontrolü için plazma C vitamini düzeyleri üzerine etkileri incelenmiştir. Deneklerin 7'si günde 1000 mg C vitamini almıştır. Diğer 7 kişiye ise kontrol grubunu oluşturmak üzere herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Kan örnekleri yüksekliğe çıkmadan önce ve yükseklikte kalışın 5. gününde alınmıştır.

C vitamini alan grupta 5. gündeki MDA düzeyleri kontrol grubuna ve başlangıçtaki seviyeye göre anlamlı olarak azalırken SOD enzim aktivitesinde anlamlı artış kaydedilmiştir. Sonuç olarak C vitamini alımının yüksek irtifada antrenman yapan kayakçılarda hipoksiye bağlı lipid peroksidasyonunu azaltmada etkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Yüksek irtifa, Vitamin C, Eritrosit

T Klin Tıp Bilimleri 2000, 20:5-10

Summary

Exposure to high-altitude is known that some acclimatization mechanism work for adaptation of hypobaric hypoxemic condition. Recently, some studies have shown that exposure to high-altitude may influence free radical generation. It is reported that a decreased filterability of erythrocyte at high altitude may be due to an increased lipid peroxidation of membrane lipids.

This study was performed on 7 male and 7 female cross-country skiers of Gazi University School of Physical Education and Sports. The aim of this study was to investigate the effect of vitamin C supplementation on erythrocyte lipid peroxidation and SOD enzyme activity in the acclimatization period of 1800 m. They prepared themselves individually training program at 1800 m for 5 days. During the mid-altitude period, we studied the effects of vitamin C supplementation on erythrocyte MDA, SOD enzyme activity, plasma vitamin C and VO_2max as an indicator of the aerobic power. 7 subjects were supplemented by vitamin C (1000mg/day) for 5 days, the other 7 subjects are considered as control and they did not receive vitamin C supplementation. All blood samplings were performed before and at the end 5th day of the mid-altitude period.

The MDA levels of the vitamin C supplemented group were decreased and the SOD enzyme activity were significantly increased compared to control group and initial levels.

In conclusion, we suggest that vitamin C supplementation may support the decrease in lipid peroxidation of skiers, training at mid-altitude.

Key Words: Mid-altitude, Vitamin C, Erythrocyte

T Klin J Med Sci 2000, 20:5-10

Geliş Tarihi: 12.06.1999

Yazışma Adresi: Dr.Hale SAYAN

Dikmen Cad. 120/4, Dikmen, ANKARA

T Klin J Med Sci 2000, 20

Başlıca yüksek irtifaya bağlı hastalıklar; akut dağ hastalığı (baş ağrısı, iştah kaybı, güçsüzlük, bulantı baş dönmesi ve uyku bozuklukları) ve yük-

sek irtifaya bağlı pulmoner ve serebral ödemdir. Bu semptomların etiyopatogenezi halen açıklığa kavuşmamıştır (1).

Yüksek irtifaya adaptasyon çeşitli aklimatizasyon mekanizmalarının çalışmasına neden olmaktadır. Bu aklimatizasyon eritropoietik, dolaşım ve solunum sistemine ait mekanizmalarla sağlanmakla birlikte hipoksiye adaptasyon en önemlisidir (2). Yüksek irtifa parsiyel O₂ basıncında azalmaya, bunun sonucunda hiperventilasyona neden olmaktadır. Dokuların O₂ ihtiyacı yüksek irtifada egzersizle çok daha fazla artmaktadır. Hiperventilasyon sonucu respiratuar alkalozis gelişir. Aynı zamanda Hb'den oksijenin daha kolay ayrılmasını sağlamak amacıyla eritrosit 2,3 difosfo gliserat içeriği artar (3-5). Bu bulgular 3000 m ve üzerindeki yüksekliklere çıkıldığında görülmektedir. Ayrıca 1000-2000 m yüksekliklerde de aklimatizasyon sürecinin başladığı bildirilmektedir (2).

Yükseklerde oluşan diğer bir hematolojik cevap da hipoksiye bağlı eritropoietin yapımının stimülasyonudur. Hipoksiye maruziyetten 24 saat sonra eritropoietin salınımı artmakta ancak kan hücrelerinin yapımının artışı 5. günden sonra görülmektedir (6). Hipoksi sonucu oluşan sekonder polisitemi yükseklerde çalışma kapasitesinin artması açısından önemlidir. Orta derecede bir yükseklikte Hb konsantrasyonunda 1. haftada %1'lik artış tespit edilmiştir. Erken dönem adaptasyonda fiziksel eğitim stresi, stres reaksiyonu oluşturarak stres hormonlarının yapımını artırır ve kemik iliğinde depresyona neden olur. Bu gibi faktörlerin etkisiyle orta derecedeki bir yükseklikte 8-10 gün sonrasında retikülositozis gözlenmiştir (8).

Hipoksiyle aerobik güç göstergesi olarak maksimal oksijen alımı (VO₂max) da etkilenir. Deniz seviyesinden 6300 m yükseklikte VO₂max %20-25 oranında azalabilmektedir. Bu azalmada ventilasyon ve pulmoner diffüzyon kapasitesindeki değişiklikler etkin rol oynamaktadır. Aerobik kapasite-deki bu azalış anaerobik aktivitenin artışıyla aklı getirebilir. Akut hipokside egzersiz sonrası kan laktat konsantrasyonu deniz seviyesine benzer şekilde artış gösterirken, kronik hipokside kan laktat seviyesi azalır (8). 5050 m 'deki 1 haftalık kalış ile deniz seviyesi karşılaştırıldığında kan laktik asit seviyesinde 5050 m 'de %30 azalma saptanmıştır. Bu azalma deniz seviyesine dönüşün 2-3 haftasına

kadar devam etmiştir. Bu azalmanın maksimal glikolitik akıştaki azalma, ağır egzersiz protokolünün durasyonu, solunum kaslarındaki refleks aktivite ve kaslardaki β adrenerjik reseptörlerin down regülasyonu ile ilişkili olabileceği üzerinde durulmaktadır (8). Yükseklerde yapılan egzersizin tolere edilebildiği ve kanda laktik asit düzeyinin artarak laktik asidozise neden olmadığı bildirilmektedir (4).

Fiziksel egzersiz antioksidan enzim aktivitesinde, lipid peroksidasyonunda ve protein oksidasyonunda artışlara neden olmaktadır. Yüksek irtifada antrenman kan hücrelerinin sayısını arttırmak amacıyla sporcular tarafından kullanılan bir yöntemdir. Fakat bu antrenmanın oksidatif stresle ilişkili sonuçları bilinmemektedir (10). Son zamanlarda yüksek irtifaya maruziyet ile ortaya çıkan dağ hastalığının oluşumunda serbest radikal hasarının etiyopatogenezi rol oynayabilen faktörlerden biri olduğu ileri sürülmektedir (11). Fiziksel egzersiz ve yüksek irtifaya maruziyette antioksidan enzim aktivitesinde ve serbest radikal oluşumu üzerine çelişkili sonuçlar bulunmaktadır (10). Bazı araştırmacılar yüksek irtifadaki düşük oksijen basıncının iskelet kasındaki SOD enzim aktivitesinde ve serbest oksijen radikallerinin oluşumunda azalmaya neden olduğunu bildirirken bazı araştırmacılar ise iskelet kasında mitokondrial SOD enzim aktivitesinde artışa neden olduğunu bildirmektedirler (10). Öte yandan aralıklı olarak yüksek irtifaya maruziyetin iskelet kası mitokondrial SOD enzim aktivitesinde azalmaya neden olduğu görülmüştür (12). Yüksek irtifaya bağlı olarak eritrositlerin membranlarında lipid peroksidasyonun artışı ile membran geçirgenlikleri artmaktadır (13). Aynı zamanda alveolar hipoksi pulmoner vazokonstriksiyona neden olarak kapiller damarlarda basınç artışına yol açar. Bu yüksek kapiller damar basıncı kapiller damar harabiyeti ile protein ve kan hücrelerinin damar dışına çıkışına neden olacaktır. Özellikle lökositlerin dokuya çıkışı bu bölgede inflamatuvar cevapları başlatacak ve çeşitli patolojilerin oluşumuna neden olacaktır (14).

Askorbik asit plazmada bulunan en önemli antioksidanlardan biridir. Eritrositler askorbatın okside formu olan dehidroaskorbatı hücre içine alma ve bunu tekrar askorbata dönüştürebilme

yeteneğine sahiptirler. Oluşan bu askorbat tekrar plazmaya geri verilmektedir. Askorbatın eritrosit içindeki bu siklusu plazmadaki antioksidan savunmada önemlidir (15).

Askorbik asit insanlarda sentezlenemediğinden, eksojen kaynaklıdır. Kullanımının arttığı koşullarda gereksinimi de artar. İnsanlarda yarılma ömrü 7-14 gün olduğundan hemen ciddi patoloji oluşturmaz (16). Ancak biyokimyasal döngülerde antioksidan özelliği nedeniyle kullanımını hızla etkili olabilmektedir (17).

Bu çalışmanın amacı yüksek irtifada kamp yapan kayakçılarda 5 günlük kalış boyunca vitamin C yüklemesinin performansa ve eritrosit oksidan-antioksidan savunma sistemi üzerine olan etkilerini incelemektir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Kuzey Disiplini kayak takımında yarışan her iki cinsten 14 sporcu üzerinde yapıldı. Sporculara ait özellikler Tablo 1'de gösterilmiştir. Çalışmaya başlamadan önce sporculara çalışma hakkında bilgi verilerek izinleri alındı.

Sporcular 1800 m yükseklikte (Ilgaz Dağı) 5 gün boyunca günlük antrenman programlarına devam ettiler. Bu antrenman programında Kuzey disipliniinde kayakla dayanıklılık ve kuvvette dayanıklılık ilkesini içeren antrenman türlerine yer verilmiştir. 60'ar dk'lık antrenman programları günde 2 defa 5 gün boyunca uygulanmıştır. Bu süre içinde C vitamini yüklemesi yapılarak bu yüklemenin aerobik güç göstergesi olarak VO₂max, doğal antioksidanlardan eritrosit SOD enzim aktivitesi, son oksidan ürünlerde eritrosit MDA ve yüklemenin kontrolünü yapmak amacıyla plazma vitamin C düzeyleri üzerinde etkileri incelendi. Deneklerin 7'si 1000 mg/gün C vitamini aldılar (18). Diğer 7 kişi ise kontrol grubunu oluşturmak üzere C vitamini almadılar.

Kan örnekleri yükseğe çıkmadan önce (Ankara seviyesinde, 856 m) ve yükseklikte kalışın 5.gününde, antrenmandan 6 saat sonrasında (Ilgaz Dağı, 1800 m) alınmıştır. Deneklerin aynı zamanda tam kan sayımları CD 1700 Sigma Counter ile yapılmıştır. Eritrosit MDA (19), SOD enzim aktivitesi (20) ve plazma vitamin C (21) düzeyleri spektrofotometrik yöntemle ölçüldü.

Tablo 1.

	C vitamini alan grup	Kontrol grubu
Yaş	21.42±1.71	22±1.63
Boy	1.68±7.73	1.69±7.44
Kilo	61±6.08	64.42±7.30

VO₂max düzeyleri ise indirekt ölçüm metodu olan 20 m'lik mekik koşusu test yöntemi ile belirlendi. Bu metodta deneklere 20 m'lik mesafeyi gidiş dönüş olarak koşmaları istenilir. Koşu hızı belli aralıklarla sinyal sesi veren bir teyp ile denetlenir. Denek birinci sinyal sesi ile koşmaya başlar ve ikinci sinyal sesine kadar başlangıç çizgisine ulaşmak zorundadır. İkinci sinyal sesini duyduğunda tekrar geri dönerek başlangıç çizgisine döner ve bu koşu sinyallerle devam eder. Sporcunun değerlendirilmesi seviye formuna bakılarak yapılır ve denegin maksimal VO₂max değeri ml.kg/dk cinsinden tahmini olarak bulunur (22). Kayakçıların araştırma süresince çalışmayı olumsuz yönde etkileyecek herhangi bir ilaç ya da benzer madde kullanmamaları istenmiştir. Sporcular yüksek irtifada kalış süresi boyunca kayak antrenörleri tarafından belirlenen ve günlük harcamaları dikkate alınarak (4000kcal/gün) standart bir diyetle beslenmişlerdir.

İstatistiksel değerlendirme Instat paket programı ile yapılan Mann Whitney U testi ile yapıldı.

Eritrosit MDA Düzeyi Ölçümü

Heparinize edilmiş tüplere alınan kan santrifüj edilerek plazmaları ayrıldı. Serum fizyolojik ile 1 kez yıkandıktan sonra kalan eritrosit kütesinden 1.5 ml alınarak üzerine 1.5 ml Na azidli tampon ilave edildi. Bu hemolizattan 50 ml alınarak üzerine 12.5 ml Drabkin solüsyonu ilave edilerek Hb tayini yapıldı. Bu karışımdan 5 ml alınıp üzerine 5 ml %35'lik H₂O₂ ilave edilerek tüplerin ağzı açık olarak 2 saat 37°C'de inkübe edildi. Soğuduktan sonra bu karışımdan 3 ml alındı ve üzerine 2 ml TCA-Arsenit solüsyonu ilave edilerek 2500 rpm'de santrifüj edildi. Bu supernatandan 3 ml alınarak üzerine 1 ml TBA ilave edildi ve 15 dk kaynatıldı. Soğuduktan sonra 532 nm'de spektrofotometrede absorbanslar okundu ve sonuçlar g Hb başına hesaplandı (19).

Tablo 2. Deneklere ait Hemoglobin, Hematokrit, eritrosit ve lökosit düzeyleri

	Ankara seviyesi (856 m)		1800m yükseklikte	
	C vitamini alacak grup	Kontrol	C vitamini alan grup	Kontrol
Hemoglobin (%gr)	13.67±1.35	14.51±0.19	13.05±1.44	14.25±0.17
Hematokrit (%)	42.80±0.46	44.25±0.56	43.92±0.35	41.75±0.49
Eritrosit (mm ³)	5.12±0.74x1000	5.03±0.55x1000	4.57±0.65x1000	4.68±0.48x1000
Lökosit (mm ³)	7.77±1.47x1000	6.88±1.39x1000	8.44±0.99x1000	7.17±1.01x1000

Tablo 3. Eritrosit MDA, SOD enzim aktivitesi, plazma vitamin C ve VO₂max düzeyleri

	Ankara Seviyesi (856 m)		1800 m yükseklikte	
	C vitamini alacak grup	Kontrol	C vitamini alan grup	Kontrol
MDA (nmol/g Hb)	54.14±12.1 ^a	54.14±11.93 ^c	24.71±11.16 ^b	143.57±64.82 ^d
SOD (u/g Hb)	514.20±83.97 ^e	508.80±264.81 ^g	901.85±188.17 ^f	647.57±206.11
Plazma vitamin C düzeyi (mg/dl)	0.78±0.13	0.78±0.11	0.94±0.21	0.76±0.08
VO ₂ max (ml.kg/dk)	48.16±7.12	46.10± 6.81	55.78±8.04	51.43±10.96

(b,d), (c,d) $p < 0.0006$, (a,b) $p < 0.0012$, (e,f) $p < 0.02$, (g,f) $p < 0.004$

Eritrosit SOD Enzim Aktivitesinin Ölçülmesi

Heparinize tüplere alınan 10 ml kan 2300 rpm de 5 dk santrifüj edilerek serumları ayrıldı. Serum fizyolojik ile 1/1 oranında 2 defa yıkandıktan sonra 172 oranında distile su ile eritrositlerin hemolizi sağlandı. Elde edilen hemolizattan 0.5 ml alınarak üzerine 3.5 ml soğuk distile su, 1 ml etanol ve 0.6 ml kloroform ilave edildi. Elde edilen karışım 3000 rpm de 10 dk santrifüj edildi. Elde edilen supernatandan 80 ml ve 500 ml alındı ve kör için 2.650 ml, 80 ml için 2.570 ml, 500 ml için 2.150 ml SOD tamponu ilave edildi. Daha sonra üzerine 0.2 ml EDTA/NaCN, 0.1 ml NBT, 0.05 ml Riboflavin ilave edilerek toplam hacim 3 ml'ye tamamlandı. Hazırlanan numuneler UV ışığı sağlayan floresan lambanın altında 15 dk bekletilerek numunelerin mor renk almaları sağlandı. Daha sonra absorbanlar 560 nm'de Shimadzu UV-240 model spektrofotometrede okundu ve g Hb üzerinden SOD enzim aktivitesi hesaplandı (20).

Plazma Vitamin C düzeylerinin Belirlenmesi

10 µl serum %5'lik 40 µl TCA ile sulandırılarak 10 dk 3000rpm'de santrifüj edildi. Elde edilen supernatandan 30 µl alınarak üzerine 10 ml

dinitrofenilhidrazin solusyonundan eklendikten sonra 37°C'de 4 saat inkübe edildi. Daha sonra tüplere 50 µl %65'lik soğuk H₂SO₄ eklendikten sonra oda sıcaklığında 30 dk bekletildi. Absorbanslar 520 nm'de spektrofotometrede okunduktan sonra numunelerle aynı işlemlere tabi tutulan standart askorbik asit absorbanına oranlanarak değerler hesaplandı (21).

Bulgular

Deneklere ait hemoglobin, hematokrit, eritrosit ve lökosit düzeyleri Tablo 2'de, eritrosit SOD enzim aktivitesi, eritrosit MDA, Plazma vitamin C ve VO₂max düzeyleri Tablo 3'de gösterilmektedir. Sonuçlar ortalama ± standart sapma olarak verilmiştir.

5 gün boyunca 1800 m yükseklikte kalış sonucunda hemoglobin, hematokrit, eritrosit ve lökosit düzeylerinde başlangıç seviyesi ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı değişiklikler saptanamamıştır. Eritrosit MDA düzeyleri C vitamini uygulanan grupta 1800 m yükseklikte (24.71±11.16 nmol/g Hb) Ankara seviyesine göre (54.14±12.1 nmol/g Hb) düşüş kaydedilirken ($p < 0.0012$), kon-

trol grubunda bir artış tespit edilmiştir (143.57±64.82 nmol/g Hb) (p<0.0006). Eritrosit SOD enzim aktivitesinde 1800 m'de 5 günlük kalışın sonucunda C vitamini alan grupta (901.85±188.17 ünite /g Hb) Ankara seviyesine göre anlamlı bir artış görülmüştür (514.20±83.97 ünite/g Hb) (p<0.002).

VO₂max düzeyleri ve plazma vitamin C düzeylerinde C vitamini alan grupta bir artış gözlenmiştir ancak sonuç istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tartışma

Bulgular değerlendirildiğinde 1800 m de 5 günlük kalışın sonucunda periferik kan tablosunda anlamlı değişiklikler saptanamamıştır. Orta derece yükseklikte hipoksiye yanıt olarak gelişen eritropoetin salınımı ile stimüle olan retikülositler periferik kanda 8-10 günlük bir süre sonrasında görülebilmektedir. Aynı zamanda bu yükseklikte 3 hafta kalış sonrasında Hb artışı %1-4 oranındadır (7). 1800 m lik yükselti hipoksik koşulları sağlamaktadır. 1800 m yükseklikte parsiyel oksijen basıncı 600 mmHg düzeylerine inebilmekte ve aynı zamanda bu yükseltide aklimatizasyon süreci başlayabilmektedir (23). Bizim çalışmamızda hipoksiye adaptasyondaki eritropoietik cevapların ortaya çıkmasında 5 günlük sürenin yeterli olmadığı görülmektedir. Ancak bu sürede hipoksiye bağlı eritrosit lipid peroksidasyonunun ve SOD enzim aktivitesinin adaptasyon süresince daha hızlı etkilendiği görülmektedir. Kayakçılar yüksek irtifaya bağlı hipoksi ve antrenman stresini aynı zamanda yaşadıklarından akut biyokimyasal değişikliklerin daha büyük olması beklenmektedir.

Eritrosit MDA düzeylerinde 5. günde 1800 m yükseklikte başlangıç seviyesine göre belirgin bir artışın olduğu saptanmıştır. Bu süreç içinde C vitamini uygulamasının eritrosit MDA düzeylerini, kontrol grubu ve başlangıç seviyesine göre azalttığı gözlemlendi. Literatürde C vitamininin eritrositlerde oluşan lipid peroksidasyonunu(24) ve egzersiz sonrasında oluşan oksidatif stresi azaltabildiği gösterilmiştir (25).

SOD, aerobik organizmaları serbest radikallerin zararlı etkilerinden koruyan farklı subunitlere sahip bir metalloenzimdir. Askorbik asit uygulamasının yüksek irtifaya maruz bırakılan rat-

ların beyinlerinde SOD enzim aktivitesini arttırdığı saptanmıştır (26). Hipoksik koşullara adaptasyonda eritrosit antioksidan enzim aktivitesinde ve serbest radikal miktarının artışında etkili olduğu bildirilmektedir (27). Bu çalışmada da, yüksek irtifada 5 günlük vitamin C uygulaması ile eritrosit SOD enzim aktivitesinde kontrol ve başlangıç seviyesine göre bir artış olduğu bulunmuştur.

Aerobik güç göstergesi olarak VO₂max düzeylerinde her 2 grupta belirgin bir farklılık saptanamamıştır. Literatürde 6300 m yükseklikte deniz seviyesine göre VO₂max düzeylerinde %20-25 azalmanın olduğu saptanmıştır (4). Çalışmamızda bu azalmanın ortaya çıkmaması 5 günlük kalış süresinin yeterli olmadığına göstergesi olabilir.

C vitamini alan grupta plazma vitamin C düzeylerinde artış görülmüştür ancak bu artış, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı değildir. Askorbik asidin plazma konsantrasyonu 5-100 µM'dır ve bağırsaklardan transportu saturasyon göstermektedir. Kobay incelebağır-sağında askorbat emilimi doz arttıkça azalmaktadır. Ancak insanda böyle bir bilgi bilinmemektedir. 400mg/gün askorbik asit alımı ile plazma askorbik asit düzeylerindeki artışın minimal olduğu görülmüştür. Bunun nedeni plazmadaki konsantrasyon arttıkça idrarla atılımının artışıdır. Askorbik asidin idrarda görüldüğü günlük alım dozu 100 mg'dır. Bunun yanısıra nötrofil, monosit ve lenfositler askorbik asidi mM konsantrasyonlarda depolayabilmektedirler (16). Plazma vitamin C düzeylerinin yükselmemesi idrarla atılımının artışına veya kullanımının artışına bağlı olabilir. Güreşçilerde aynı doz C vitamininin 1 ay boyunca yüklenmesi sonucunda plazma C vitamini düzeylerinin yükseldiği görülmüştür (18). Bu çalışmada aynı dozdaki yükleme ile anlamlı sınıra ulaşılabilmesi kayakçıların hipoksi ve antrenman stresini bir arada yaşamalarından dolayı gereksinimin ve kullanımının artışına bağlı olabilir.

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Kuzey disiplini kayak ekibinin 5 günlük antrenman süresinin çeşitli faktörlerle etkilenip etkilenmediğini saptamak için planlandığından hematokrit ile ilgili değişiklikler daha kısa sürede, eritrosit ve Hb ile ilgili değişiklikler daha uzun sürede görüldüğünden çalışmada bu parametrelere ait değişiklikler saptanamamıştır.

Sonuç olarak yüksek irtifada antrenman yapan kayakçılarda C vitamini desteğinin hipoksiye bağlı gelişen oksidatif stresi azaltmada etkili olduğunu, VO₂max ve eritrosit sayısı ve Hb konsantrasyonu ile ilgili değişmelerin daha uzun sürede ve yük-seltelerde ortaya çıkabileceğini düşünmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Klocke DL, Decker WW, Stepanek J. Altitude related illnesses. *Mayo Clin Proc* 1998; 988-92.
- Özesmi Ç, Doğan P, Bayındır O, Aydoğan S. Changes in serum protein lipid and electrolyte levels in rabbits at mid altitude. *Comp Biochem Physiol* 1990; 97A:179-83.
- Ramirez G, Bittle PA, Rosen R, Rabb H, Pineda D. High-altitude living: Genetic and Environmental Adaptation. *Avait Space Environ Med* 1999; 70:73-81.
- West JB. Limiting Factor for exercise at extreme altitudes. *Clin Physiol* 1990; 10:265-272.
- Sajama J, Brenna L, Allibardi S, Cerretelli P. Human red blood cell aging at 5050 m altitude: A role during adaptation to hypoxia. *J Appl Physiol* 1993; 75(4): 1696-1701.
- Guyton AC, Hall JE. *Textbook of medical Physiology*, 9th ed. Saunders Company, 1996: 428.
- Berglund B. High altitude training. Aspects of haematological adaptation. *Sports Med* 1992; 14(5): 289-303.
- Kayser B, Ferretti G, Grassi B, Binzoni T, Cerretelli P. Maximal lactic capacity at altitude: Effect of bicarbonat loading. *J Appl Physiol* 1993; 75(3): 1070-74.
- Grassi B, Marzorati M, Kayser B, Bordini B, Colombini A, Conti M, Marconi C, Cerretelli P. Peak lactate and blood lactate vs workload during acclimatization to 5050 m and in deacclimatization. *J Appl Physiol* 1996; 80(2): 685-92.
- Radak Z, Asano K, Lee KC, Ohno H, Nakamura A, Nakamoto H, Goto S. High-altitude training increases reactive carbonyl derives but not lipid peroxidation in skeletal muscle of rats. *Free Rad Biol Med* 1997; 22(6):1109-14.
- Roche E, Romeo-Alvira D. Role of oxygen free radicals in altitude related disorders. *Med Hypotheses* 1994; 42(2): 105-9.
- Radak Z, Lee K, Choi W, Sunoo S, Oh-ishi S, Suzuki K, Taniguchi N, Ohno H, Asano K. Oxidative stress induced by intermittent exposure at a simulated altitude of 4000m decreases mitochondrial superoxide dismutase content muscle of rats. *Eur Appl Physiol* 1994; 69:392-5.
- Simon- Schnass I. Nutrition at high altitude, *J Nutr* 1992; 122:778-81.
- West J B, Costello O M. High- altitude pulmonary edema is caused by stress failure of pulmoner capillaries. In *J Sports Med* 1992; 13:54-8.
- Mendiratta S, Qu ZC, May JM. Erythrocyte ascorbate recycling: antioxidant effects in blood. *Free Rad Biol Med* 1998; 24(5): 789-97.
- Rumsey SC, Levine M. Absorption, transport and disposition of ascorbic acid in humans. *Nutr Biochem* 1998; 9:116-30.
- Gönül B, Kaplan B. Effects of vitamin C supplementation on plasma antioxidant status in unfed periods. *Gen Pharmacol* 1999; 32:195-9.
- Arslan C, Gönül B, Dinçer S, Kaplan B. C vitamini yük-lemesinin güreşçilerin kan laktik asit, glukoz, serum demir, total demir bağlama kapasitesi ve max VO₂ düzeylerine etkisi, IV. Spor Bilimleri Kongresi, 1-3 Kasım, 1996; 19.
- Stocks J, Dormandy TL. The autooxidation of human red cell lipids induced by hydrogen peroxide. *Br J Hematology* 1971; 20:95-111.
- Winterbourn CC, Hawkins RE, Brian M, Carrel WR. The estimation of red cell superoxide dismutase activity. *J Lab Clin Invest* 1975; 85(2): 337-41.
- György P, Pearson WN. *The Vitamins*, New York-London, 2th ed. Academic Press, VII:35-42.
- Tamer K. Fiziksel performansın ölçülmesi ve değerlendirilmesi. Ankara, Türkerler Basımevi, 2 Basım, 1995: 125.
- Ganong AF. *Review of Medical Physiology*. Eighteenth edition, Appleton and Lange, 1997: 640.
- Wen Y, Killaleo S, Mc Gettigan P, Feely J. Lipid peroxidation and antioxidant vitamin C and E in hypertensive patients. *Ir J MedSci* 1996; 165(3):210-2, 1996.
- Alessio HM, Goldfarb AH, Cao G. Exercise-induced oxidative stress before and after vitamin C supplementation. *Int J Sports Nutr* 1997; 7(1): 1-9
- Schreiber M, Hodinar A. Elevation of rat brain superoxide dismutase activity after combined high-altitude hypoxia and ascorbic acid treatment. *Physiol Res* 1993; 42:213-14.
- Agostini A, Gerli GC, Beretta C, Palazzini G, Buzo PG, Xusheng H, Moschini G. Erythrocyte antioxidant enzymes and selenium serum levels in an Andean population. *Clin Chim Acta* 1983; 13:153-4.