

YÜKSEK İRTIFADA YAPILAN DAYANIKLILIK ANTRENMANLARININ, KAYAK-KROS SPORCULARININ BAZI PERFORMANS, SOLUNUM VE KAN PARAMETRELERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ*

Nevin Atalay GÜZEL **
Ömer ŞENEL **

ÖZET

Çalışma, elit kayak kros sporcularının, yüksek irtifada (Erciyes Dağı 2300 m) bir hafta süreli yapmış oldukları dayanıklılık antrenmanlarının, bazı performans, solunum ve kan parametreleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu çalışmaya elit düzeyde 16,6 yaş ortalamasında toplam 18 (9 kız, 9 erkek) kayak kros sporcusu gönüllü olarak katıldılar. Deneklerin bazı performans, solunum ve kan değerleri toplam 4 kez olmak üzere (irtifa öncesi, irtifada 1. gün, irtifadaki 7. gün ve irtifa sonrası 1. gün) standardize edilmiş alan ve laboratuvar testleri ile belirlendi. İstatistiksel analizler varyans analizi ve Wilcoxon testi ile yapıldı.

Yedi gün süreyle irtifada yapılan antrenmanlar sonucunda deneklerin aerobik güçlerinde anlamlı bir gelişme kaydedilmesine rağmen ($p < 0,01$), anaerobik güç değerlerinde önemli bir gelişme gözlenmemiştir. Ayrıca deneklerin vital kapasite (VC), zorlu vital kapasite (FVC) ve zorlu ekspiratuar volümün birinci saniyesi (FEV₁) değerlerinde istatistik açıdan önemli bir değişim tespit edilmemiştir. İrtifa öncesi ve sonrası sporcuların eritrosit (RBC), ve hematokrit (Hct) değerlerinde anlamlı artışlar gözlenmesine rağmen ($p < 0,05$), hemoglobin (Hg) miktarındaki artış anlamlı bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler : Yüksek irtifa, kayak – kros, performans, solunum, kan parametreleri

* Bu çalışma, 26-30 Nisan 1999 tarihleri arasında Antalya'da düzenlenen Balkan Spor Hekimliği Kongresi (Balkan Congress of Sports Medicine)'ne bildiri olarak sunulmuştur.

** Gazi Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ANKARA

EFFECTS OF HIGH ALTITUDE ENDURANCE TRAINING ON SOME PERFORMANCE, RESPIRATION AND BLOOD PARAMETERS OF CROSS COUNTRY SKIERS

ABSTRACT

This study was done to find out the effects of one week endurance training in high altitude (Erciyes mt. 2300 m) on some performance, respiration and blood parameters of cross – country skiers. A total of 18 (9 male, 9 female) elite athletes (mean age 16,6 year) voluntarily participated into this study. Some performance, respiration and blood parameters of athletes were measured four times (before altitude, 1st day in altitude, after seven days training in altitude and 1st day after altitude) by using standardized field and laboratory tests. Statistical analysis were done by using student – t test and Wilcoxon tests.

As results of this study ; although there were significant improvements in aerobic power of athletes ($p<0,01$), important improvements were not observed in anaerobic power. In addition there were no significant changes in vital capacity (VC), forced vital capacity (FVC) and first second of forced expiration volume (FEV_1) at the end of one week training in altitude. Although significant improvements were observed in erythrocyte (RBC) and hematocrite (Hct) values of athletes before and after training in altitude ($p<0,05$), improvements in hemoglobin (Hg) were not found significant.

Key words : High altitude, cross country skiers, performance, respiration, blood parameters.

GİRİŞ

Son yıllarda dünyadaki hızlı teknolojik gelişmelerin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkan sedanter yaşam tarzının getirdiği olumsuzlukları yenebilmek amacıyla, fiziksel aktivitelere yönelen insan sayısında da büyük artışlar gözlenmektedir. Buna bağlı olarak spor bilimcilerinin, fiziksel aktivitenin insan organizması üzerindeki etkilerini araştıran çalışmaları arasında, yüksek irtifa önemli bir yer tutmaktadır.

Atmosfer basıncının azalmasına bağlı olarak gerek solunan havada, gerekse alveollerde parsiyel oksijen basıncı (pO_2) düşer ve kanın O_2 ile saturasyonu bozularak “hipoksik hipoksia” durumu ortaya çıkar⁽¹⁾. Hipoksinin organizmaya etkileri; yükseklik düzeyi, yüksekliğe çıkış süresi, yükseklikte kalış süresi, ortam ısısı, fiziksel aktivite derecesi ve bireysel faktörlere bağlı olarak değişir⁽²⁾.

Hipoksinin (normobarik veya hipobarik) akut başlangıcında 1-2 saat içerisinde dolaşımdaki eritropoetin (EPO) seviyesi anlamlı şekilde yükselmeye başlar. Hipoksinin derecesine bağlı olarak zaman içerisinde maksimum düzeyine ulaşır. Bu nedenle dağcılar genellikle yüksek irtifa tırmanışlarında zirveye ulaşmak için oldukça uzun süreye ihtiyaç duyarlar ve bu sayede hipoksinin dereceli yükselişine karşı dayanırlar.

İrtifa artışına bağlı yükseklik hipoksisinde ilk birkaç saatte başlayan ve birkaç gün devam edebilen solunum sisteminde hiperventilasyon görülür ve bir hafta sonunda bu solunumsal değ-

şiklik stabil hale gelir. Oluşan hiperventilasyon sonucuda CO₂ azalmasına bağlı olarak kan pH'sı alkali tarafa kayar⁽³⁾.

Yüksekliğe adaptasyonun en önemli etkisi O₂ taşıma kapasitesinin artmasıdır. Başlangıçta plazma volümü azalmasına bağlı meydana gelen hemokonsantrasyon sonucu olarak eritrosit ve hemoglobin miktarında hızlı bir artış görülür. Bu mekanizma yüksekliğe çıkışların ilk 48 saati içinde kendini gösterir^(1,2,3,4).

Kırmızı kan hücreleri tarafından O₂ taşınması eritropoiesis ve Hb - O₂ afinitesi ile regüle edilir. O₂ taşıma kapasitesi; hematokrit, eritrosit sayımı ya da dolanımında bulunan kırmızı kan hücresi kütlesi ile karakterize edilir.

Yüksek irtifanın dayanıklılık ve performans üzerine etkilerini araştıran çalışmalar dan geçmişte 5000 feet'in (1524 m) üzerinde her 1000 feet (304.8 m) artışta % 3-3,5 civarında maksimal O₂ tüketiminde dolayısıyla dayanıklılık kapasitesinde azalma olduğu biliniyordu. Ancak son çalışmalarda deniz seviyesinden 5000 feet'e kadar olan yükseltilerde de bu azalmanın başlayabileceği gösterilmiştir. Oldukça yüksek irtifada (25000 feet (7620 m) civarında) max VO₂ ve dolayısıyla iş performansı %60 ya da daha fazla azalma gösterir⁽⁵⁾.

Bu çalışmanın amacı; yüksek irtifada yapılan aerobik dayanıklılığa yönelik 7 günlük kayak kros antrenmanlarının, sporcuların bazı performans, solunum ve kan parametreleri üzerine etkilerini belirlemektir.

MATERYAL METOD

Araştırmaya katılan toplam 18 deneğin (9 kız, 9 erkek) tamamı lisanslı kulüp sporcusu olup, en az bir, en fazla onbir yıldır kayak sporuyla uğraşan kayak-krosçulardan oluşmuştur. Ölçümlerin tamamı dört kez olmak üzere ilki Ankara'da (856m rakımda), ikincisi Erciyes'e çıkılan akşamın ertesi gününde (2300m rakımda) üçüncüsü dağda kalınan 7.günde son ölçümler ise Ankara'ya dönülen günün ertesi gününde öğleden sonraları ve hep aynı saatlerde, yemekten ortalama üç saat kadar sonra gerçekleştirilmiştir. Bu yükseklikte sporcular, bir hafta süreyle hergün sabah ve öğleden sonra birer saat olmak üzere toplam iki saat süreli, submaksimal şiddette, aerobik dayanıklılığı geliştirici antrenman ve bunun yanında teknik ve taktik çalışmalar yapmışlardır. Çalışma şubat ayında ortalama -8° C civarında yapılmıştır.

Çalışma kapsamındaki yaş ortalamaları $X=16,6\pm 0,76$ olan toplam 18 deneğin (9 kız, 9 erkek) boy uzunlukları, ayaklar çıplak olarak Holtain Limited marka boy ölçer ile (0,01 cm hassasiyette), ($X=161,25\pm 2,24$), vücut ağırlıkları şort ve tişörtle ayaklar çıplak iken Angel elektronik baskül ile (0,01 kg hassasiyette) ($X=51,0 \pm 2,20$) ölçülmüştür.

Sporcuların max VO₂ değerleri daha çok kardiorespiratuar verimliliği ve aerobik kapasiteyi gösteren bir test olan 20 metre mekik koşusu (shuttle run) testi ile ml.kg/dk cinsinden tespit edilmiştir⁽⁵⁾. Anaerobik güç tespiti Sargent Jump test bataryasına göre duvara çizilmiş olan metrik panoda deneklerin dikey sıçrama değerleri belirlenip Lewis nomogramı kullanılarak yapılmıştır⁽⁶⁾.

Akciğer hacim ve kapasiteleri vitalograf spirometre kullanılarak deneklere yaptırılan üç testin sonunda en iyi değer esas alınarak tespit edilmiştir.

Deneklerin eritrosit, hemoglobin ve hematokrit değerleri, çalışma protokolüne uygun olarak dört kez alınan kanlar ile Coulter Electronics Ltd, Luton, Beds marka elektronik sayıcıda belirlenmiştir.

Verilerin analizinde aritmetik ortalama, standart hata ve gruplar arasındaki farkın anlamlılığını değerlendirmek için varyans analizi ve Wilcoxon testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Tablo 1: Erciyes'te Bir Hafta Kayak Kros Antrenmanı Yapan Deneklerin Aerobik ve Anaerobik Güçleri

Parametreler N =18	1*(Ankara)	2*(Erciyes)	3* (Erciyes)	4* (Ankara)
Max VO ₂ (ml.kg/dk)	40,99±1,60 ^a	39,76±1,51 ^b	40,57±2,02 ^c	42,36±1,8 ^d
Anaerobik güç (kg.m/sn)	70,5±5,13 ^e	64,8±4,05 ^f	65,38±3,78 ^g	70,19±3,97 ^h

(a,d), (b,d), (c,d), (f,h), (g,h), (e,f), (e,g) parametreleri arasında anlamlı fark (p<0,01)

1* - İrtifa öncesi

2* - İrtifada 1. Gün

3* - İrtifada 7 günlük antrenman sonunda

4* - İrtifadan dönüşün 1 gün sonrası

Tablo 2 : Erciyes'te Bir Hafta Kayak Kros Antrenmanı Yapan Deneklerin Solunum Değerleri

Parametreler N =18	1	2	3	4
VC (lt)	3,67±0,17 ^a	3,79±0,18 ^b	4,72±0,56 ^c	3,76±0,12 ^d
FVC (lt)	3,88±0,17 ^e	3,85±0,18 ^f	4,27±0,17 ^g	3,86±0,13 ^h
FEV 1 (lt)	2,86±0,24 ⁱ	3,17±0,17 ^j	3,66±0,16 ^k	3,28±0,15 ^l

(a,c), (b,c), (c,d), (e,g), (f,g), (g,h), (i,j), (i,l) p<0,05, (i,k) p<0,01

Tablo 3 : Erclıyes'te Bir Hafta Kayak Kros Antrenmanı Yapan Deneklerin Kan Parametreleri

Parametreler N =18	1	2	3	4
RBC (*1000)	4503±0,18 ^a	4997±0,15 ^b	4635±0,13 ^c	4722±0,13 ^d
Hb (gr)	12,82±0,49 ^e	14,44±0,48 ^f	13,23±0,45 ^g	13,53±0,45 ^h
Hct (%)	39,19±1,61 ⁱ	39,47±2,06 ^j	40,67±1,24 ^k	41,11±1,28 ^l

(a,b), (b,c), (b,d), p<0,01 (a,d), (e,f), (i,l) p<0,05

TARTIŞMA

Yüksek irtifada yapılan dayanıklılık antrenmanının bazı kan, solunum ve performans değerlerine etkisini araştırmak amacıyla planlanan bu çalışmada, tüm parametreler irtifaya çıkmadan önce, irtifadaki birinci ve yedinci günlerde ve Ankara'ya dönülen birinci günde olmak üzere toplam dört kez değerlendirilmiş ve alınan sonuçlar literatürle karşılaştırılmıştır.

Tarihte ilk kez 1968 Mexico City olimpiyatlarında 2,5 dakikadan daha fazla sürede sonlanan yarışların hiç birisinde dünya rekoru kırılmamıştır. Bu olimpiyatlarda, düzenli olarak yüksek irtifada antrenman yapan Afrikalı koşucuların üstünlüğü dikkat çekicidir.

Bu bilgilerle irtifanın, sprint veya anaerobik olaylardan çok aerobik özellikler veya dayanıklılığı etkilediği söylenebilir⁽⁷⁾. Bazı araştırmacılar 1500 metre irtifadan sonra çıkılan her 300 metrede max VO₂ değerlerinde %3–3,5 azalma olabileceğini belirtmektedir^(8,9). Eldeki çalışmada max VO₂ değerlerine bakıldığında, irtifaya çıkılan ilk günde, irtifa öncesine göre bir miktar azalma gözlenirse de bu değerler arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, çalışmadaki deneklerin 856 m rakımda yaşamalarından ve sürekli olarak dayanıklılık antrenmanları yapmalarından kaynaklanıyor olabilir. Ancak irtifada 7 tam gün aerobik dayanıklılığa yönelik kayak kros antrenmanı sonrasında max VO₂ değerlerinde anlamlı bir artış tespit edilmiştir (p<0,01).

Hiç şüphe yoktur ki yüksek irtifada antrenman yapmak, yüksek irtifada yapılan yarışmalarda başarı elde etmek için ön şarttır. Buna mukabil yükseklikte antrenman yapmanın sadece deniz seviyesinde antrenman yapmaktan daha fazla performansı geliştireceği konusunda çelişkili ifadeler de vardır. Örneğin 10 kayakçı üzerinde yapılan bir çalışmada 2700 m yükseklikte, 14 gün sonunda max VO₂ de herhangi bir değişiklik tespit edilmemiştir⁽⁹⁾.

Svedenhag deniz seviyesinden 2000 m yükseklikte 2 hafta süreli antrenmanlar sonrasında Kenyalı orta mesafe atletlerin deniz seviyesindeki max VO₂ değerleri üzerinde etkisi olmadığını tespit etmiş, ayrıca diğer bazı çalışmalarda yükseklik sonrası max VO₂'de artış kaydedilirken^(10,11,12) bazılarında ise değişim kaydedilmemiştir^(13,14,15,16). İyi antrene şahıslarda yükseklik antrenmanı, kısa süreli yapılması halinde max VO₂ de önemli gelişmeye neden olmayabilir.

Anaerobik kapasiteye bakıldığında ise irtifaya çıkılan ilk günde irtifa öncesi ölçümlere göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma tespit edilmiştir(p<0,01). Ancak 7 tam gün irtifada kalış sonrasında ise anaerobik kapasitede anlamlı bir farklılık göze çarpmamaktadır. Bu durum kalınan sürenin bir hafta ile sınırlı olması ve yapılan antrenmanın tamamen dayanıklılık performansını geliştirmeyi amaçlaması ile açıklanabilir. Bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında; Svedenhag, 2000 m yükseklikteki 2 hafta süreli yapılan antrenmanlar sonunda deneklerin anaerobik kapasitelerinde artış olduğunu belirlemiştir⁽¹⁷⁾.

Bir başka çalışmada da yüksek irtifada yaşayan (3600 m) çocuklarda ortalama anaerobik güç Wingate 30 sn testi değerlerinin, düşük irtifada yaşayan (330 m) çocuklara göre daha az olduğu tespit edilmiştir⁽¹⁸⁾.

Araştırma sonunda deneklerin, vital kapasitelerinde (VC), zorlu vital kapasitelerinde (FVC) (p<0,05) ve zorlu ekspiratuvar volümün 1. sn'sinde (FEV1) (p<0,01), irtifaya çıkmadan önce alınan değerler ile irtifadaki 7. gün değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Yine VC ve FVC' de irtifaya çıkılan 1. gün ile irtifada 7 günlük antrenman sonunda anlamlı artışlar gözlenmiştir (p<0,05). Ancak irtifada 7 günlük antrenman sonunda alınan değerler ile irtifadan dönüşün 1 gün sonrası alınan değerler arasındaki anlamlı azalma dikkat çekicidir (p<0,05). Bu durumun deneklerin yolculuk sonrası yorgunluk düzeyleri ile ilişkili olabileceği düşünülebilir.

Değişik süre ve yoğunluktaki egzersizlerden sonra FVC 0,5 litre kadar azalmaktadır. FVC'deki bu azalmayı etkileyen faktörler arasında; respiratör kas yorgunluğu, pulmoner ödem, egzersize dayalı bronkokonstriksiyon ve torasik kan volümünün artışı sayılabilir. Egzersiz pulmoner kan volümünü artırdığı için bu kan volümü değişikliği egzersiz sonrası vital kapasitenin de azalmasını bir nedeni olabilir⁽¹⁹⁾.

Çalışmaya katılan deneklerin kan parametreleri incelendiğinde, irtifaya çıkılan ilk günde eritrosit (RBC) (p<0,01) ve hemoglobin (Hb) (p<0,05) değerlerinde anlamlı bir artış gözlenirken, hematokrit (Hct) değerlerindeki az oranda artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. İrtifada 7 günlük antrenman sonunda ve dönülen günün bir gün sonrasında alınan ölçümlerde ise

eritrosit sayısında istatistiki açıdan anlamlı olmayan bir artış tespit edilmiştir. Hemoglobın miktarında da yine bir miktar yükselme gözlenmiş ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır. Son olarak irtifa öncesi ve irtifa sonrası eritrosit ve hematokrit değerlerinde anlamlı artışlar tespit edilmiş ($p < 0,05$), buna mukabil hemoglobın değerlerinde görülen artış anlamlı bulunmamıştır. Çalışmaya katılan deneklerin antrenman yaşları arasında belirgin bir farklılık bulunmamaktadır. Bu durum uygulanan antrenman programına sporcuların aynı oranda adapte olamamalarına neden olmuş olabilir. Hb değerlerindeki artışın anlamlı olmaması da hem bu faktöre, hem de sürenin kısalığına (1 hafta) bağlanabilir.

Yapılan bir çalışmada da 2500 m' nin üzerinde eritrosit volümü dolayısıyla hemoglobın konsantrasyonu ve hematokrit değerlerinde anlamlı artış gösterilmiştir⁽²⁰⁾.

Grassi ve arkadaşları yaş ortalaması 31.9 olan 10 sağlıklı denek üzerinde yaptıkları araştırmada deniz seviyesinde ve 5050 m yükseklikte bir haftanın sonunda hemoglobın konsantrasyonunda anlamlı artış meydana geldiğini ortaya koymuştur. Deniz seviyesinde 14.6gr/100ml bulunan değer 5050 m 'de bir haftanın sonunda 17.8gr/100ml bulunmuştur⁽²¹⁾.

Sonuç olarak; 2300 m irtifada 7 gün süreli dayanıklılık antrenmanları elit kayak – kros sporcularının maxVO₂, eritrosit ve hematokrit değerlerinde, istatistiksel anlamda olumlu gelişmelere neden olmuştur.

KAYNAKLAR

- 1-Kalyon,T.A., Spor Hekimliği Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları, 4. Baskı, GATA Basımevi, Ankara ,1997.
- 2-Akgün, N., Egzersiz Fiziyojisi, 3. Baskı, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara, 1989.
- 3-Fox, E.L., Bowers, R.,Foss,M.: The Physiological Basis of Physical Education and Athletics, 5th Ed., Brown and Benemark, Dubuque, 1993.
- 4-Astrand, P.O.,Rodahl,K.: Textbook of Work Physiology Physiological Bases of Exercise, McGraw-Hill Book Company, 1986.
- 5-Ramsbottom,R., Brewer,J., Williams,C.: A Progressive Shuttle Run Test To Estimate Maximal Oxygen Uptake, Br. J. Sports Med., 22,4,1988,141-144.
- 6-Tamer,K., Sporda Fiziksel-Fizyolojik Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, Türkerler Kitabevi, Ankara, 1995.
- 7-Asma B.,Yüksek İrtifanın Sportif Performansa Etkisi, Yüksek İrtifa ve Spor Bilimleri Kongresi, Kayseri, 1991.
- 8-Devries, H., A., Physiology of Exercise for Physical Education and Athletics, WMC Brown Publishers, OIWA, 1986.
- 9-Böning, D., Altitude and Hypoxia Training – A Short Review, Int. J. Sports Med., 18 (1997), 565-570.
- 10-Daniels, J., Oldridge, N., The Effect of Alternate Exposure to Altitude and Sea Level on World Class Middle Distance Runners, Med. Sci. Sports, 1970, 2, 107-112.
- 11-Dill, D.B., Adams, W.C., Maximal Oxygen Uptake at Sea Level and at 3090-m Altitude in High School Champion Runners, J. Appl. Physiol., 1971, 30, 854-859.
- 12-Levine,B.D., Stray-Gundersen,J., et al: "Living High-Training Low" : The Effect of Altitude Acclimatization / Normoxic Training in Trained Runners, Med. Sci. Sports Exer., 1991, 23, Suppl., 25.
- 13-Saltin B., Aerobic and Anaerobic Work Capacity at 2300 meters, Med. Thorac, 1967, 24,205-210.
- 14-Faulkner,J.A., Kollias, J., et al, Maximum Aerobic Capacity and Running Performance at Altitude, J. Appl. Physiol., 1968, 24, 685-691.
- 15-Adams,W.C., Bernauer, E.M.,et al: Effects of Equivalent Sea Level and Altitude Training on VO₂ max and Running Performance, J. Appl. Physiol., 1975, 39, 262-266.
- 16-Mizuno. M., Juel. C., Bro-Rasmussen. T.,et al, Limb Skeletal Muscle Adaptation in Athletes After Training at Altitude, J. Appl. Physiol., 1990, 68, 496-502.
- 17-Svendenhag, J., Aerobic and Anaerobic Exercise Capacities of Elite Middle Distance Runners After Two Weeks of Training at Moderate Altitude, Scand. J. Med. Sci. Sports, 1991, 1:205-214.
- 18-Blonc,S., Falgairette, M., Bedu. N. et al, The Effect of Acute Hypoxia at Low Altitude and Acute Normoxia at High Altitude on Performance During a 30-s Wingate Test in Children, Int. J. Sports Med., 1994, 15, 403-407.
- 19-Coast,J.R., O'kroy,J.A. et al, Effects of Lower Body Pressure Changes on Pulmonary Function, Med. Sci. in Sports Exer., 1998, 30, 7, 1035-1040.
- 20-Böning, D., Maassen, N. et al, After-Effects of a High Altitude Expedition on Blood, Int. J. Sports Med., 1997, 18, 3, 179-185.
- 21-Grassi, B., Marzorati, M., et al, Peak Blood Lactate and Blood Lactate vs. workload During Acclimatization to 5050 m and in Deacclimatization, J. Appl. Physiol., 1996, 80, 2, 685-692.