

COMPARISON OF HIGH ALTITUDE AND SEA LEVEL PHYSICAL PERFORMANCE AND VARIOUS BLOOD PARAMETERS OF ELITE MIDDLE-LONG DISTANCE RUNNERS WHO LIVE AT HIGH ALTITUDE

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare physical performance and some blood parameters at sea level and high altitude (1980 m) of 8 elite middle and long distance runners aged 17-26 who live at high altitude conditions. During the study, subjects trained for 10 days at altitude (Erzurum) and than for 10 days at sea level (İzmir). Erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, hematocrit, resting heart rate, resting systolic and diastolic blood pressures, aerobic power measurements of subjects were taken on 8 th training day at altitude and 1 st, 4th, 8th training days at sea level.

According to the results of altitude, decreases were observed in levels of blood parameters and scores of physiological measurements such as erythrocytes, leukocytes, hemoglobin, hematocrit, resting systolic and diastolic blood pressure and resting heart rate. In contrast to these parameters, the aerobic power (max $\dot{V}O_2$) was increased.

The results indicated that although there were significant relationships of max $\dot{V}O_2$, with hemoglobin scores ($r=0.652$) and resting heart rate ($r=-0.709$) at high altitude; and max $\dot{V}O_2$ with leukocytes ($r=0.707$) and erythrocytes ($r=-0.692$, $p<0.05$) at sea level (1. day) There was no significant relationship between max $\dot{V}O_2$ and other parameters ($P> 0.05$) at sea level (4. day). In addition, there was a significant relationship between max- $\dot{V}O_2$ and diastolic blood pressure ($r=0.660$, $P <0.05$) at sea level (8. day).

Regression analysis of measurements showed that, max $\dot{V}O_2$ had significant effect on leukocytes, erythrocytes, hemoglobin, hematocrit, resting systolicdiastolic blood pressures and resting heart rate values at altitude and sea level ($P<0.01$).

Key Words: Performance at high altitude, performance at sea level, blood parameters

GİRİŞ

Günümüzde sürekli insan yerleşimi deniz seviyesinden 4500 m nin üzerindeki yüksekliklere kadar olabilmektedir. Bir çok antrenör ve bilim adamı yüksek irtifada yapılan çalışmanın performans yönünden değerine inanırken, bu konudaki literatür genellikle belirsizlik, zaman zaman da tezat teşkil etmektedir. Ancak, yüksek irtifada bazı kan parametre değerlerinin artma eğiliminde olduğu da bilinmektedir (14).

1968 Olimpiyat Oyunlarının Mexico City'de deniz seviyesinden yaklaşık 2300 m yükseklikte yapılması kararı, irtifanın yüksek performans

üzerindeki etkilerini içeren sorunlar hakkında özel bir ilgi uyanmasına neden olmuştur (2). Mexico City Olimpiyatları'ndan sonra yüksek irtifada yaşayan atletlerin özellikle dayanıklılık sporlarında yükseklerde yapılan yarışmalarda daha yüksek performans göstermeleri, insanları haklı olarak yüksek irtifalarda yaşama ile performans arasında ilişki kurmaya şevketmiştir.

MATERYAL VE METOD:

Bu çalışmaya sürekli yüksek irtifada (Erzurum) yaşayan 8 erkek milli orta-uzun mesafe koşucusu gönüllü olarak katıldı. Deneklerin yaşları 17-26 ($\bar{x}=22.3$), boyları 1,65-1.85m ($\bar{x}=1.74$ m), ağırlıkları 50.0-67.5 kg ($\bar{x}=58.27$ kg) olarak belirlenmiştir. Denekler aktif olarak ortalama 7 yıldır spor yapmaktadırlar.

Çalışmalar 22 Temmuz-10 Ağustos 1994 tarihleri arasında, deniz seviyesinden ortalama yükseltisi 1980 m olan Erzurum ve deniz seviyesinden yükseltisi 5 m olan İzmir'de yapılmıştır. Ölçümler Erzurum Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi ve İzmir Sporcu Eğitim ve Sağlığı Araştırma Merkezi (SESAM)'nin yardımları ile gerçekleştirilmiştir.

Deneklerin Erzurum'da uygulanan çalışma süresine ait sekizinci ve İzmir'deki çalışmaların birinci, dördüncü ve sekizinci günlerindeki, eritrosit, lökosit, hemoglobin, hematokrit, istirahat kan basıncı, istirahat kalp atım sayısı, aerobik güç ölçümleri alındı.

Sporculara, Erzurum'da 10 gün süre ile, sabah 8.00-10.00 ve öğleden sonra 17.00-18.00 saatleri arasında dayanıklılık antrenmanları yaptırıldı. Antrenmanlar süresince atmosferik sıcaklık 14.0-26.5°C olarak değişim göstermiş olup, araştırma süresince, her iki il'de de yaklaşık aynı tür diyet ve uyku düzeni takip edilmiştir.

Aynı antrenman programı, Erzurum'daki çalışmalar tamamlandıktan sonra, seyahat uçak ile yapılmış ve İzmir'de de 10 gün süre ile sabah ve öğleden sonra aynı saatlerde uygulanmıştır. Antrenmanlar süresince İzmir'de atmosferik sıcaklık 28.0-37.5°C olarak değişim göstermiştir.

ÖLÇÜM METODLARI:

Deneklerin boyları çıplak ayak, Has marka ölçüm aleti ile, ağırlıkları Angel marka elektronik baskül ile, sistolik-diastolik kan basınçları Erka marka standart tansiyon aleti ve steteskop ile, istirahat kalp atım sayıları Casio HS-30 W kronometre ile 1 dakika süre ile oturur pozisyonda ölçülmüştür.

Kandaki eritrosit, lökosit, hemoglobin ve hematokrit seviyelerini tespit etmek amacı ile hematolojik ölçümler, 40 mikronluk kan örnekleri deneklerden istirahat şartlarında ve oturur pozisyonda, araştırma laboratuvarında uzman kişilerce sol kol venlerinden, kola turnike uygulaması sonucu steril plastik enjektörlerle alındı. Erzurum'daki kan örnekleri, önceden hazırlanmış olan ve pıhtılaşmayı önleyici EDTA (Etilen Di Amin Tetra Asetik Asit) ihtiva eden tüplere alındıktan sonra Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Hematoloji Laboratuvarında mevcut olan "Cell-Dyn 1500" isimli yan otomatik hematoloji analizörü ile tayin edildi.

İzmir'deki kan örnekleri ise (SESAM) hematoloji laboratuvarında bulunan "Cell-Dyn 400" isimli hematoloji analizör cihazı kullanılarak; Elektronik Rezistans tekniği ile eritrosit ve lökosit sayısı, 540 nm de Cyan methemoglobin prensbine göre spektrofotometrik ölçümle hemoglobin miktarı tayin edilmiştir. Hematokrit değerleri de santrifügasyonla belirlenmiştir.

Deneklerin maksimal aerobik kapasitesini tayin etmek için 12 dakikalık koş-yürü (Cooper) testi kullanılmıştır. Deneklere ait 12 dakika koş-yürü testi hem metre/dakika cinsinden değerlendirilmiş, hem de Balke'nin aşağıdaki formülü ile maks $V O_2$ ayrıca hesaplanmıştır (16).

$$V O_2 = 33.3 + (x - 150) \cdot 0.178 \text{ ml/kg/dk.}$$

(x= 1 dakikada koşulan mesafe)

İstatistiksel işlemler, Atatürk Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi'ndeki IBM 4381 Main Frame Bilgisayar'da yüklü bulunan Minitab Paket Programı ile değerlendirilmiştir. Deneklerin fiziksel performansı ve çeşitli kan parametre değerlerinin gelişim farklarının tesbiti için ölçüm sonuçlarına ait aritmetik ortalama, standart sapma, ortalamalar arasındaki farklılık testi (student's t-test), regrasyon analizi, ve korelasyon analizi uygulanmıştır. Sonuçların anlamlılık dereceleri de ($p < 0.05$) seviyesinde kabul edilmiştir.

BULGULAR:

Deneklerin Erzurum ile İzmir 1,4 ve 8. gün vücut ağırlığı, eritrosit, sistolik kan basıncı, istirahat kalp atım sayısı, Cooper testi, maks $V O_2$ değerleri istatistiksel bakımdan anlamsız bulunmuştur. ($P > 0.05$). Erzurum ile İzmir 1. gün hemoglobin ölçümü değerleri istatistiksel bakımdan anlamsız bulunmasına rağmen, İzmir, 4. ve 8. gün değerleri aynı parametre için çok anlamlı bulunmuştur. ($P < 0.001$). Erzurum ile İzmir 1. gün ve İzmir 3. gün değerleri istirahat diastolik kan basıncı değerleri istatistiksel açıdan anlamsız bulunmuş ($P > 0.05$), fakat Erzurum ile İzmir 4. gün ölçüm değerleri arasındaki fark ise anlamlı bulunmuştur. ($P < 0.05$).

TABLO 1: Deneklerin Erzurum ile İzmir 1. 4. ve 8. gün ölçüm değerleri

PARAMETRELER	ERZURUM (n=8)		DEĞİŞİM (%)	t testi	ERZURUM (4. GÜN)		DEĞİŞİM (%)	t testi	ERZURUM (8. GÜN)		DEĞİŞİM (%)	t testi
	1. GÜN	4. GÜN			4. GÜN	8. GÜN			8. GÜN			
AĞIRLIK (KG)	58.27 6.12	58.62 6.24	0.591	-0.11	58.27 6.12	58.80 6.22	0.897	-0.17	58.27 6.12	58.89 6.29	1.038	-0.20
ERİTROSİT (RBC) (ml ³ /mm ³)	4.919 0.226	4.817 0.181	-1.93	0.99	4.919 0.226	4.807 0.269	-2.09	0.89	4.919 0.226	4.804 0.220	-2.29	1.03
LÖKOSİT (WBC) (bnl/mm ³)	7.660 1.28	6.400 0.691	-14.9	2.45*	7.660 1.28	5.962 0.571	-19.7	3.42*	7.660 1.28	6.087 0.544	-19.0	3.20*
HEMOGLOBİN (HB) (g/100 ml)	16.30 0.61	16.35 1.18	0.57	-0.11	16.30 0.61	14.38 0.55	-11.73	6.65***	16.30 0.61	14.48 0.48	-11.08	6.67***
HEMATOKRİT (HCT) (%)	47.0 0.61	42.2 1.33	-10.17	6.43***	47.0 0.61	41.3 1.98	-12.06	6.27***	47.0 0.61	41.6 1.08	-11.39	7.72***
SİSTOLİK KAN BASINCI (mm/Hg)	111.87 4.16	110.87 6.32	-1.67	0.70	111.87 4.16	107.12 5.72	-4.23	1.90	111.87 4.16	114.00 5.93	1.89	0.83
DIASTOLİK KAN BASINCI (mm/Hg)	70.000 0.76	69.25 0.89	-1.07	1.82	70.00 0.76	64.75 4.37	-7.49	3.35*	70.00 0.76	68.75 1.75	-1.77	1.85
İSTİRAHAT KALP ATIM SAYISI (ad/dk)	58.25 4.68	57.00 4.66	-2.02	0.54	58.25 4.68	55.00 1.85	-5.12	1.83	58.25 4.68	54.50 5.21	-6.52	1.51
Cooper Testi (sn)	3590 185	3676 174	2.41	-0.95	3590 185	3686 184	2.71	-1.04	3590 185	3790 215	5.38	-1.99
Max. VO2 (ml/kg/dk)	59.85 2.75	61.12 2.59	2.14	0.95	59.85 2.75	61.28 2.73	2.26	-1.04	59.85 2.75	62.81 3.19	2.48	-1.99

* P<0.05, ** P<0.001, ***P<0.0001

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, sürekli yüksek irtifada yaşayan elit orta uzun mesafe koşucularının yüksek irtifa ve deniz seviyesindeki fiziksel performansları ile çeşitli kan parametre değerlerinin karşılaştırılması araştırılmıştır.

Vücut ağırlığında meydana gelen ortalama farklılıkların yüksekliğe, yükseklikte kalman zamana, sporcuların antropometrik, psikolojik, beslenme ve dinlenme özelliklerine bağlı olarak oluşabileceği düşünülmektedir. Özellikle vücut ağırlığında oluşan bu kaybın yüksek oranda serbest yağ kütlelerinde meydana geldiği bir çok araştırmacı tarafından da belirtilmektedir. Yungman(9), 2000m'de Hannon (8) ise 4270m de sıvı kaybına bağlı olarak birkaç hafta içinde 2 kg ve daha fazla kilo kaybı meydana geldiğini bulmuşlardır.

Deneklerin eritrosit değerlerinde anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır ($P>0.05$). Bununla birlikte lökosit değerlerinde çalışma sonucu anlamlı değişiklik saptanmıştır ($P<0.05$). Hemogloblin ölçümlerinde ise, İzmir 1.gün değerinde anlamlı değişim gözlenmez iken, İzmir 4,8. gün değerlerinde ($P<0.01$) anlamlı değişim saptanmıştır. Ölçümler sonucu hematokrit değerlerinde ise P (0.01) anlamlı değişim saptanmıştır.

Fox ve arkadaşları(6) 5000 feet (1524 m)"ten daha yüksekte sürekli kalmak kaydı ile eritrosit ve hemoglobinde deniz seviyesine nazaran artış olacağını saptamışlardır. Silbernagl ve Despopulası(13) ise yüksek rakımda eritropoiezin uyarılacağını, kalış süresi uzadıkça kanın eritrosit miktarında artma görüleceğini, kan vizkositesinin artmasının da bunu sınırlayacağını bildirmişlerdir. Birçok araştırmacı, özellikle O_2 taşımında oldukça önemli yükümlülüğü olan eritrosit sayısının yüksek irtifada artış göstereceğini, deniz seviyesinde ise bu miktarın belli bir zaman birimi içinde azalarak normal seviyesine döndüğünü belirtmişlerdir.

Morehouse ve Miller(11) herhangi bir egzersiz programının lökosit sayısını süratli bir şekilde arttıracığını, 1/4 mil koşudan hemen sonra $1m^3$ kanda 35.000 dolayında lökosit sayıldığını belirtmişlerdir. Egzersiz esnasında kan volümü ve akımının artması, damar çeperlerine yapışmış birçok alyuvarı dolaşıma sürükler ve böylece dolaşımdaki lökosit sayısı artar. Şiddetli bir egzersizi takip eden kısa bir süreden sonra lökosit sayısındaki bu artışın daha çok lenfositlerin artışından ileri geldiğini belirtmişlerdi (11). Fox ve arkadaşları(6) irtifada yapılan antrenmanın deniz seviyesinde yapılan antrenmana oranla daha yüksek ve büyük oranda fizyolojik değişimler meydana getireceğini, bunun nedenini de yükseklik hipoksiasının, fiziksel antrenman oluşturduğuna benzer fizyolojik değişiklikler üreten bir kuvvet olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada, yüksek irtifadan sonra deniz seviyesinde lökosit sayımında anlamlı düzeyde azalma tesbit edilmiştir. Lökosit sayısındaki bu azalmanın rakımla ilgili faktörlere bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Deneklerin Erzurum ve İzmir 1. gün hemoglobin ölçüm sonuçları Brotherhood'un(3) belirttiği total sınırlar içinde olmasına rağmen, İzmir 4. ve 8. gün ölçüm değerleri deniz seviyesi ortalamalarının biraz altında bulunmuştur. Aynı araştırmacı, deniz seviyesinde erkeklerde 100 cc kanda 14.5 gr olan hemoglobinin, yüksekliği 2250 m olan Mexico-City'de 17.5 gr olduğunu belirtmiştir. Yükseklikte hemoglobin artışının, eritrosit artışı ile ortaya çıktığı belirtilmektedir. Deneklerin hemoglobin ölçüm sonuçlarının kansızlık sınırlarına yakın olduğu bu çalışmada belirlenmiştir. Literatürde mukavemet sporcularının hemoglobin, hematokrit ve demir gibi hematolojik değerlerinin düşük bulunduğu da birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (1,5,15).

Thomas ve Bunch(17) sedenterlere oranla, antrene edilmiş dayanıklılık sporcularında düşük hematokrit ve hemoglobin değerlerinin bulunduğunu, dolaşımdaki hemoglobin değerlerinin ise artmış olduğunu belirtmişlerdir.

Çalışmada incelenen kan parametrelerinin literatür bilgileri ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

Deneklerin istirahat sistolik, diastolik kan basınçları, kalp atım sayıları, 12 dakika koş-yürü testi ile maks V02 değerleri arasında Erzurum-İzmir 4. gün istirahat diastolik kan basıncı haricinde ($P<0.05$), önemsiz değişimler gözlenmiştir ($P>0.05$).

Moret (12) yüksek irtifanın arteriel çevre direncini düşürdüğünü, meydana gelen bu durumun dokuların daha iyi kanlanmasını sağlayacağını ve yükselmiş olan tansiyonu düşüreceğini belirtmiştir. Yapılan araştırmalara göre düzenli yapılan egzersizler kişinin istirahat kalp atım sayısı ve kan basınçlarını olumlu yönde etkilemekte ve düşürmektedir. (6,7). Astrand ve Rodahl (2) deniz seviyesindeki koşu performansının, hipoksia'ya olan uzun süreli alışma ile artış göstermediğini de belirtmektedirler. Martin (10) yüksek rakımın kas ve sinirleri ile bacak hareketlerinin çabukluğunu azaltacağını, fakat alçak rakımın da minimum hipoksik uyarıya neden olduğunu belirtmektedirler. Buskirk ve arkadaşları (4) ise maksimal $V O_2$ esas alınarak yapılan ölçümlerde yükseklik antrenmanının etkili olmadığını ve maksimal $V O_2$ 'nin gelişmediğini ancak, yükseklik antrenmanlarının genel dayanıklılığı artırdığını belirtmişlerdir. Buna göre, bu araştırmada incelenen parametreler ile, literatür bilgileri arasında benzerlikler olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

- 1- AKGÜN, N. Egzersiz Fizyolojisi, Başbakanlık Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü, 3. Baskı, 2. cilt, Yayın No: 83, Ankara, 1989.
- 2- ASTRAND- P.O. and RODAHL, K. Textbook of Work Physiology. Mc Graw-Hill Book CO.. 3. Edition, 684-707, Singapore, 1986.
- 3- BROTHERHOOD, Y.R. Human acclimatization to altitude. British Sports Medicine, 8.5,1974.
- 4- BUSKİRK. E.R., KOLLİAS, Y., AKERS, B.S. and PROKOP, E.K. Maximal performance at altitude and on return from altitude in conditioned runners. Journal of Applied Physiology, 23, 259, 1967.
- 5- CISAR, C.V., THORLAND, W.G., YOHNSON, G.D. and HOUSH, T.Y. The effect of endurance training on metabolic responses and the prediction of distance running performance. "Journal of Sports Medicine, 26,234-240, 1986
- 6- FOX, E.L., BOWERS, R.W. and FOSS, M.L. The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 4. Edition, Saunders Co., New York, 1988
- 7- GUYTON, A.G. Tıbbi Fizyoloji, Çevirenler: Çavuşoğlu, H., Gökhan, N., Cilt: 2 Merk Yayınılık, 753-757, İstanbul, 1988.
- 8- HANNON, Y.P. High Altitude Acclimatization in women in the Effects of Altitude on Athletic Performance, Ed. Coddard, R., Athletic institute, Chicago, 1967.
- 9- YUNGMAN, H. Studies on the course and duration of acclimatization to an altitude of 2000 m in the effects of altitude on athletic performance, Ed. Coddard, R., Athletic institute, Chicago, 1967.
- 10- MARTIN, D.E. The challenge of using altitude to improve performance. New studies in Athletics, 1,2,51, 57, Monaco, 1994.
- 11- MOREHOUSE, L.E. and MİLLER, A.T. Egzersiz fizyolojisi, Çeviren: Akgün, N., Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Yayınları, No: 96, Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova, 1973.
- 12- MORET, P. Myocardial Metabolism: Acute and chronic adaptation to hypoxia. Medicine of Sports and Science, 19, 48-63, 1985.
- 13- SİBERNAGL, S. and DESPOPULAS, A. Renkli Fizyoloji Atlası, Çeviren Hariri, N. Arkadaş Tıp Kitapları, Sermet Matbaası, Kırklareli 1989.
- 14- SMİTH, M.H. and SHARKEY, B.Y. Hoehentraining, Wer Hat Gut Davon Physicians and Sports Medicine, Vol: 12, No: 4, 48-62, 1984.
- 15- STAUBLI, M. and ROESSLER, B. The mean red volume in long distance runners. European Journal of Applied Physiology, 55, 49-53, 1986.
- 16- TAMER, K.; Fiziksel Performansın Ölçülmesi ve Değerlendirilmesi, Gökçe Ofset Matbaacılık, Ankara, 1991.
- 17- THOMAS, W, and BUNCH, M.D. Blood test abnormalities in runners Division of Rhoumatology Department of Internal Medicine, Mayo Clinic Proc, 55, 113-117, 1980.